

Министерство образования и науки Российской Федерации
Министерство образования 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
XVI Международной молодежной
научно-технической конференции*

Нижегород, 26 мая 2017 г.

Нижегород 2017

УДК 62
ББК 30
Б 903

Будущее технической науки: сборник материалов XVI Международной молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2017. – 763 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:

Н.Ю. Бабанов (председатель), **В.В. Беляков** (ответственный секретарь конференции),
Е.В. Бычков, К.О. Гончаров, А.Е. Жуков, В.И. Казакова, О.А. Казанцев, В.А. Козырин,
В.Е. Колотилин, А.А. Куркин, И.Л. Лаптев, М.А. Легчанов, Т.Л. Михайлова,
Н.А. Мурашова, В.И. Поздьяев, О.В. Пугина, Е.Н. Соснина, В.П. Хранилов

ISBN 978-5-502-00891-4

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2017

Оргкомитет юбилейной XVI Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» приветствует всех участников в стенах Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Ежегодно проводимая в майские дни конференция в шестнадцатый раз собирает для обмена опытом сотни молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов.

XVI Международная молодежная научно-техническая конференция «Будущее технической науки» посвящена 100-летию Юбилею Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеев, вузу, который стал родной alma mater для десятков тысяч инженеров.

В этом году конференция «Будущее технической науки» проводится в рамках реализации Программы развития деятельности студенческих объединений 2017, а именно Всероссийского инженерного фестиваля «Я - конструктор», и Программы развития НГТУ как опорного университета (блоки-мероприятий 1.1, 1.2, 1.3, 3.2, 3.3, стратегический проект 1), статус которого получен в апреле 2017.

Конференция «Будущее технической науки» организована с целью содействия творческой и профессиональной деятельности молодых ученых. Она создает уникальные условия для практического осуществления программ подготовки и закрепления молодых научно-технических кадров, являясь реальным средством поддержки и реализации их инициатив. Именно на сохранении и развитии кадрового потенциала молодых ученых в настоящее время необходимо сосредоточить максимальные усилия. Личность молодого, нестандартно мыслящего ученого, опирающегося на фундаментальные теоретические знания, движет мир к техническому совершенству. Опираясь на научные знания и преемственность поколений, формируются высококвалифицированные научно-технические кадры, столь необходимые для развития промышленности и экономики России.

Программа «УМНИК» (Участник молодежного научно-инновационного конкурса), организованная Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, помогает начинающему исследователю перейти от анализа заимствованного опыта к осмыслению практической востребованности собственных идей. Работа над созданием продукта, имеющего спрос, разработка технологии предполагают деятельность коллектива. Поэтому «УМНИК» способствует коллективному творчеству, основным ресурсом которого являетесь, Вы, молодые ученые и инженеры; Ваши знания, воля и энергия – то, что сопутствует молодости и профессионализму. Путь от идеи, изобретения до внедрения инновации легче и надежнее пройти в коллективе действующего коммерческого предприятия, опираясь на опыт старших товарищей и используя средства, выделяемые Фондом. Участие в конкурсе по программе «УМНИК» реализуется в рамках Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» с 2007 года.

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

Оргкомитет

СОДЕРЖАНИЕ

История науки и техники в лицах. К 100-летию НГТУ им. Р.Е. Алексеева....	5
1. Радиоэлектроника и информационные технологии.	25
1.1. Радиоэлектронные системы и устройства.	25
1.2. Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры.	36
1.3. Телекоммуникации.	53
1.4. Информационные технологии.	68
1.5. Техническая кибернетика.	98
2. Электроэнергетика.	122
2.1. Автоматизация систем электрооборудования.	122
2.2. Эффективность систем электроэнергетики.	142
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии.	158
3. Машиностроение.	169
4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы.	219
4.1. Конструирование наземных транспортных средств.	219
4.2. Эксплуатация наземных транспортных средств.	256
4.3. Строительные и дорожные машины.	334
4.4. Системы трубопроводного транспорта.	356
5. Морская, авиационная техника и кораблестроение.	358
5.1. Кораблестроение и авиационная техника.	358
5.2. Энергетические установки.	388
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции.	414
6. Материаловедение, наноматериалы и нанотехнологии	418
7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок	460
7.1. Ядерная энергетика.	460
7.2. Физика волновых процессов.	525
8. Медицинская инженерия и биотехнология.	536
8.1. Медицинская инженерия.	536
8.2. Промышленная биотехнология и биоинженерия.	543
9. Химия, химические технологии и нанотехнологии	562
10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов.	588
11. Экономика, менеджмент и инновации.	620
12. Математическое моделирование геофизических процессов.	678
13. Научное общество учащихся.	686
14. Коммерциализация инновационных проектов (УМНИК)	710
15. Философско-методологические проблемы технoзнания	737

ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ЛИЦАХ

к 100-летию НГТУ им. Р.Е. Алексеева

УДК 681

ГОРДИН А.А., ГОРДИНА Е.Д.

СОВЕТСКИЙ АВТОМОБИЛЬ В ДЕЙСТВИИ: КАРАКУМСКИЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ ПРОБЕГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Каракумский автомобильный пробег 1933 года - это одно из замечательных и ярких событий в истории развития отечественной промышленности. В годы первой пятилетки были реконструированы и расширены заводы им. Сталина в Москве и Ярославле, выпускавшие автомашины тяжелого тоннажа, вступил в строй автозавод им. Молотова в г. Горьком, в СССР была создана собственная автомобильная промышленность, быстро шло наращивание производства автомобилей [7, с. 3]. О масштабных сдвигах в советском автомобилестроении свидетельствуют данные по производству автомобилей (табл. 1) [1, с. 8]. На 1 января 1933 года советский автопарк составлял около 65 тыс. машин (в том числе 47 500 грузовых) [7, с. 3]. В 1928 году Советский Союз по производству автомашин занимал в Европе 12-е место, в 1930 г. – 8-е место, в 1933 г. – 4-е место [10, с. 14].

Как отмечал Н. Осинский (заместитель председателя ВСНХ СССР), грандиозный переворот в области массового автостроения произошел в стране «в сущности, за полтора с небольшим года - за 1932 и первую половину 1933 года» [11, с. 1]. И эта техническая революция была, прежде всего, связана с пуском Горьковского автозавода. В январе 1933 г. И.В. Сталин, подводя итоги первой пятилетки, констатировал: «У нас не было автомобильной промышленности. У нас она есть теперь» [15, с. 408].

Таблица 1
Производство автомобилей в СССР (1931-1934 гг.)

Годы	Выпущено автомобилей (тыс. шт.)
1931	4,0
1932	23,9
1933	49,7
1934	72,4

Одновременно в стране шел быстрый рост дорожного строительства. На государственном уровне развернулась кампания по борьбе с бездорожьем. В течение 1928-1932 гг. было введено в строй 93 тыс. км дорог, широкое дорожное строительство проходило не только в центральных районах страны, но и в национальных республиках (в Якутии, Киргизии, Таджикистане, Туркменистане) [7, с. 3].

История автопробегов в России началась еще в дореволюционный период. Крупный автопробег был проведен в 1912 году под эгидой военного ведомства, но из 79 машин, участвовавших в испытании, не было ни одной отечественной. В 1923 году прошел первый советский автопробег. Из 66 машин только 3 были российские, произведенные на заводе Руссо-балта. В 1925 году состоялся пробег по маршруту Ленинград – Москва – Тифлис – Москва, в котором участвовала 91 машина. Всего две из них несли на себе советскую эмблему – АМО. Но эти автомобили шли вне конкурса [18, с. 12].

Грандиозный план проведения советского автопробега через «Черные пески» (Кара-Кумы) появился еще в 1931 году [6, с. 109]. Реализовать идею удалось в 1933 году.

Центральный совет Автодора, московский автомобильный клуб стали инициаторами это грандиозного пробега [19, с. 23]. Перед всесоюзным автопробегом была поставлена задача «испытания в различных климатических и дорожных условиях работы советского автомобиля, электрооборудования, авторезины и воздухоочистителей различных систем» [9, с. 16]. Испытания во время пробега проводились в шести направлениях:

- 1) прочности, надежности конструкций, выносливости автомобилей;
- 2) проходимость дорог, их состояние, учет средних скоростей;
- 3) расход топлива, смазки, испытание воздушных очистителей и фильтров;
- 4) качество электрооборудования машин;
- 5) качество синтетического каучука и каучука тау-сагыз, контроль давления в шинах и износ покрышек;
- 6) влияние конструкций управления и посадки водителя на утомляемость [9, с. 16].

Социалистическая автомобильная промышленность и смежные отрасли должны были «сдать экзамен на аттестат зрелости» [9, с. 16]. «Пробег – это не только борьба за качество советских машин. Это и борьба за культурные дороги, за мосты и подъездные пути. Борьба за комплекс – автомобиль в дороге», – заявлял председатель ЦС Автодора А. М. Лежев [2, с. 3]. «Пробег имел и политическую цель – показать советский автомобиль в действии», – отмечал заместитель генерального директора ГАЗ Ф. Д. Чинченко [6, с. 110].

В период подготовки пробега развернулось соцсоревнование между рабочими и инженерами заводов, научно-исследовательскими институтами [9, с. 16]. Перед пробегом по маршруту следования автоколонны проводились дорожные работы, в ударном порядке достраивались и усиливались мосты [2, с. 3].

Председателем комитета по организации автопробега был назначен заместитель председателя ЦС Автодора Н. В. Куйбышев [3, с. 10]. Командором автопробега Москва – Кара-Кум – Москва был Александр Максимович Мирецкий, председателем технической комиссии – Давид Наумович Эхт [13, с. 8; 5, с. 19].

Пробег проходил с 6 июля по 30 сентября 1933 года по маршруту: Москва – Горький – Ташкент – Каракумы – Хива – Красноводск – Баку – Тбилиси – Владикавказ – Ростов-на-Дону – Харьков – Москва. Испытание проходили 23 автомобиля. Из них 19 – отечественного производства: шесть легковых машин ГАЗ-А (машина № 1 – ГАЗ-А (водитель Воинов), машина № 2 (водитель Колусовский), машина № 3 (водитель Каспаров), машина № 4 (водитель Уткин), машина № 5 (водитель Линде), машина № 21 (водитель Кузнецов), шесть грузовых автомобилей ГАЗ-АА (машина № 6 (водитель Николаев), машина № 7 (водитель Бескурников), машина № 8 (водитель Пшенистов), машина № 9 (водитель Беневоленский), машина № 11 (водитель Морозов), две опытные трехоски ГАЗ-ААА (машина № 15 (водитель Ванюков), машина № 16 (водитель Куракин), трехоска НАТИ-ГАЗ (экспериментальный автомобиль – машина № 23 (водитель Дыбов)), четыре автомобиля АМО-3 (машина № 17 (водители Соломонидин и Захаров), машина № 18 (водители Смирнов и Антонов), машина № 19 (водители Еремен и Косткин), машина № 20 (водители Шебуняев и Баширов), а также 4 зарубежных машины (3 трехосных автомобиля «Форд-Тимкен» (машина № 12 (водитель Михайлов), машина № 13 (водитель Соловьев), машина № 14 (водитель Швасберг) и 1 «Форд» (машина № 10 ВАРЗ - это был старый Форд, попавший под поезд и восстановленный (водитель Шнырев). В автопробеге приняло участие 96 человек [6, с. 110; 16, с. 55; 12, с. 10-11].

За 86 дней пути было пройдено около 9,5 тысяч километров дорог. Около 1200 км пришлось преодолеть в условиях полного бездорожья (прежде всего, по сыпучим пескам пустыни), 4850 км – по непрофилированным колеиным дорогам, 1320 км – по грунтовым профилированным дорогам и 2270 км – по шоссе [6, с. 110-111; 4, с. 10].

После города Горького и до Оренбурга дорога представляла собой обычный проселок (отличные дороги были в Чувашии). За Оренбургом начались первые тяжелые испытания для машин, почва постепенно перешла в сыпучие пески малых Кара-Кум [14, с. 12].

Из воспоминаний Ф.Д. Чинченко: «Наиболее трудный путь лежал через Каракумы. Палящие лучи солнца, жара до 50 градусов, бесконечные пески и безводье. Участники пробега спали по 3-4 часа в сутки. Малые Каракумы были пройдены за трое суток, а Большие – за неделю... Машины шли под безжалостным солнцем пустыни Каракум, не раз тонули в горячем песке. Чтобы сдвинуть их с места, под колеса подкладывали сплетенные из толстых веревок трапы, доски, ветви саксаула... Температура в кабинах достигала 75 градусов, плавилась даже киноплёнка... На солончаковых болотах и выветрившихся гипсовых породах скорость падала до 1 км/ч. На пути встречались гряды барханов, глубокие каньоны высохших рек, попадались обманчиво ровные котлованы, где под тонкой коркой скрывалась засасывающая тряпина... Серьезной проблемой была вода, вернее, ее отсутствие. Двигатели работали с перегрузкой, требовали усиленного охлаждения, нередко на это расходовались запасы питьевой воды... Путешествие шло от колодца к колодцу... Однажды положение стало угрожающим. Путь к колодцу, где испытателей ожидал караван верблюдов с водой, преградил крутой затяжной подъем. На помощь двигателям пришли люди. Они тащили автомобили канатами, подпирали кузова сзади. Штурм длился двое суток, были израсходованы все запасы воды. Обожженные солнцем люди выбивались из сил, но упрямо шли к цели» [6, с. 111].

Как отмечал инженер Л. Соломони́дин, перед колодцем Чагыл гряды барханов в 3,5 км пришлось преодолевать 20 часов, под Фарабом 13 км песков прошли за 18 часов. Стандартные радиаторы в условиях жары быстро закипали, мотор перегревался и переставал тянуть. В Ташкенте стандартные радиаторы на машинах АМО-3 были заменены усиленными, привезенными из Москвы, которые работали более эффективно [14, с. 13].

Много хлопот доставала среднеазиатская пыль, мелкая, как пудра, которая проникала буквально во все щели. «Против нее мы защищали свои двигатели самодельными воздухоочистителями, сделанными на заводе в последние дни перед пробегом по чертежам Ташкентского автодорожного института... С этим масляным воздушным фильтром..., мы прошли, не трогая мотора, весь свой путь», - писал Л. Соломони́дин [14, с. 12-13]. На трех машинах ГАЗ пришлось сменить моторы, которые вышли из строя из-за пыли – эти двигатели специально, для сравнения с защищенными моторами, были не защищены воздухоочистителями [17, с. 18].

Важное значение в каракумском пробеге имело испытание шин из синтетического каучука, изготовленных на трех заводах: Ярославского (СК-1), Воронежского (СК-2) и Ленинградского опытного завода. Во время пробега использовались шины различных размеров (соответствующих грузоподъемности автомобиля): для ГАЗ-А – 28x475 и 29x52, для ГАЗ-АА и ГАЗ-ААА – 32x600 и для машин АМО-3 – 34x7. Шинам пришлось столкнуться с самыми разнообразными условиями работы: скаты, саксаулы, острые камни. За весь путь выбыло из эксплуатации 30 шин из синтетического каучука (всего в пробеге испытывали 90 шин). В итоге шины показали хорошую устойчивость к бездорожью и высоким температурам [4, с. 10-11].

Отдельным испытаниям подверглись шины большого профиля. Еще в 1932 году Научно-исследовательский институт резиновой промышленности (НИИРП) приступил к разработке шины большого профиля – «сверхбаллон» для легкового автомобиля Форд-А. В августе 1932 года были выпущены первые «сверхбаллоны» 800x250. Машины, обутые в «сверхбаллоны», показали удивительную проходимость в песках Кара-Кум [8, с. 14-16].

Вот как описывали очевидцы возможности чудо-автомобиля на «сверхбаллонах»: «Встреча двух караванов: великолепных красавцев верблюдов и не менее великолепных стальных первопроходцев пустыни. Водитель четвертой машины Сеня Уткин предлагает караванщикам прокатиться на легковом автомобиле. Недоверчиво потрогав горячую сталь кузова, садятся аксакалы в «газик».

- Где тут у вас самые тяжелые пески? – спрашивает Александр Мерецкий.

- Там, – показывает старейший проводник.

Барханы наносного, дюнного песка «газик» преодолевает с необычайной легкостью. Вот что значат сверхбаллоны 800х250 мм! Коренные жители пустыни поражены» [16, с. 57].

«Через Каспийское море, – писал Л. Соломонидин, – нас перевезли на пароходе» [14, с. 13]. «... Перечень дорожных испытаний полнился трудной работой в горных условиях. Переход через Кадорский перевал у Тбилиси, овладение перевалом через Кавказский хребет. Все машины выдержали эти испытания успешно» [6, с. 112]. Горные дороги – Гомборский перевал, Военно-Грузинскую дорогу автомашины преодолели «совершенно спокойно». Северный Кавказ был покрыт сетью хороших дорог - «профилированных американок» [14, с. 13].

В центрально-черноземном районе ситуация с дорогами была хуже. «Даже шоссе от Воронежа до Подольска, особенно участок Серпухов-Подольск» таков, что автомобилям приходилось часто «съезжать с шоссе и ехать рядом по целине» [14, с. 13].

30 сентября 1933 года автомашины, проехав через Красную площадь, мимо Центрального совета Автодора, финишировали в Парке культуры и отдыха, где участников пробега встречали тысячи москвичей [13, с. 8]. Командный состав автопробега отправил приветственную телеграмму советскому правительству, в которой отметил: «Советский стандартный автомобиль блестяще сдал технический экзамен на зрелость, выносливость, прочность, доказал, что он может работать в любых условиях любого района нашей необъятной страны» [13, с. 8].

Вот как выразил свои впечатления водитель машины № 21 Ф. Кузнецов: «Машины «ГАЗ-АА» способные, имеют честный мотор, надежное шасси, а про рессоры – и говорить не приходится... Машина аккуратная на ходу, у нее мягкий характер и отличный руль. Она не отказывает ни на подъеме, ни на спуске, ни в плохую погоду, ни в грязь» [6, с. 112].

Автомобильный пробег Москва – Кара-Кум – Москва по праву считается историческим. Он позволил продемонстрировать успехи молодой советской автомобильной промышленности, ее рабочих и инженеров, стал одним из символов советской индустриализации. Не случайно он имел широчайший общественный резонанс, освещался в прессе и по радио. Помимо решения сугубо прикладных, производственно-испытательных задач пробег стал и наглядным доказательством эффективности процесса модернизации страны, мощным идеологическим аргументом.

Библиографический список

1. **Абрамович, А.Д.** Краткий очерк развития автомобильной промышленности и автомобильного транспорта в СССР. - М., 1958.
2. Автопробег в Кара-Кум – стимул для улучшения дорог. Беседа с председателем ЦС Автодора т. Лежеевым о Кара-кумском пробеге // За рулем. 1933. № 13. С. 3.
3. Автопробег Москва – Кара-Кум – Москва // За рулем. 1933. № 14. С. 10.
4. **Евстратов.** Шины из синтетического каучука в каракумском автопробеге // За рулем. 1933. № 22. С. 10-11.
5. Жаркие пески Каракумов // За рулем. 1933. № 10. С. 19.
6. **Жулина, С.Н.,** Травкина И.Л. Автозавод - моя судьба. – Н. Новгород, 1997.
7. **Кауфман.** Автодорожный транспорт к XVI-летию октября // За рулем. 1933. № 21. С.3.
8. **Левин, С.Л.** Первый советский сверхбаллон в песках Кара-кума // За рулем. 1933. № 21. С. 14-16.
9. **Лихтман.** Первый этап Москва-Ташкент пройден // За рулем. 1933. № 16. С. 16.
10. Медведев В. Растет и крепнет советская автопромышленность. // За рулем. 1933. № 20. С. 14.
11. **Осинский, Н.** Что показал Каракумский автопробег // За рулем. 1933. № 20. С. 1.
12. Советская стандартная машина может работать в любом месте СССР // За рулем. 1933. № 20. С. 10-11.
13. Советский автомобиль выдержал испытание // За рулем. 1933. № 20. С. 8.

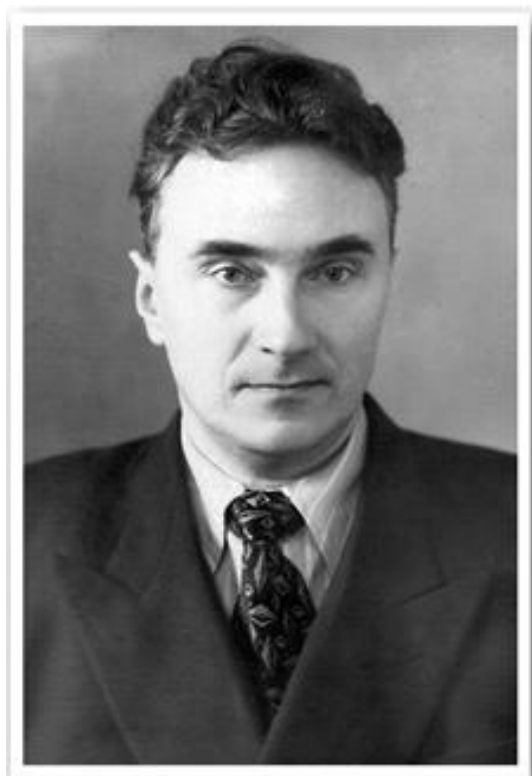
14. Соломони́дин, Л. Как вели себя машины АМО-3 в каракумском пробеге // За рулем. 1933. № 22. С. 12.
15. Сталин И. Вопросы ленинизма. – М., 1952.
16. Труд и подвиг историю пишут/ Сост. Г.А. Кузьмин. – Горький, 1981.
17. Урнис С. Автомобиль победил пустыню // За рулем. 1933. № 19. С. 18.
18. Устиненко И. Параллели // За рулем. 1933. № 20. С. 12.
19. Через пески Кара-Кум // За рулем. 1933. № 7. С. 23.

УДК 004:01

ЗЕНЬКОВИЧ А.В.

Дмитрий Васильевич Агеев.
Ученый и Педагог

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева



... может собственных Платонов
И быстрых разумом Невтонов
Российская земля рождать.

М.В. Ломоносов

О сколько нам открытий чудных
Готовят просвещения дух
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг...

А.С. Пушкин

Учить других – потребен гений,
Потребна сильная душа.

Н.И. Некрасов

Д.В. Агеев всю свою жизнь посвятил науке, впервые в мире решил ряд фундаментальных проблем теоретической радиотехники. Под его научным руководством 55 аспирантов и соискателей

защитили кандидатские диссертации (14 - затем и докторские), в нашем городе была создана научная школа Д.В. Агеева.

Как педагог, почти 40 лет он заведовал кафедрой, был ведущим лектором двух основных радиотехнических дисциплин, разработал и использовал новый, названный им активным, метод обучения. Более половины его учеников были преподавателями факультета. По существу, Дмитрий Васильевич создал радиотехнический факультет, т.е. вывел его на уровень старейших радиофакультетов страны.

Дмитрий Васильевич Агеев родился 21 февраля 1911 года в г. Петрограде в семье рабочего литейщика. В школьные годы он заинтересовался радиотехникой, занимался изготовлением радиоприемников. Его попытка после окончания школы-девятилетки в 1929 году по-

ступить в Ленинградский институт инженеров связи, впоследствии электротехнический - ЛЭИС, оказалась неудачной. Тогда требовалась рекомендация от комсомола, а у увлеченного радиолюбительством Агеева не было времени на общественную работу. Ему пришлось добиться получения необходимой рекомендации и год заниматься на курсах подготовки к поступлению в вуз. Оценив его владение физикой и математикой, руководство курсов дало ему направление в университет, но он поступил на радиотехнический факультет ЛЭИС.

Исключительные творческие способности, целеустремленность и трудолюбие Д.В. Агеева в полной мере проявились уже во время обучения. Будучи студентом третьего курса, в 1933 году по собственной инициативе и полностью самостоятельно он написал свою первую научную работу «Обобщение метода Ньютона вычисления корней уравнения», которая в 1934 году была опубликована в научно-техническом сборнике ЛЭИС. Эта работа упомянута в вышедшей в 1937 году книге «Успехи советской математики за 20 лет». В 1934 году студент Агеев написал новую работу, а затем на семинаре в политехническом институте услышал доклад доцента (впоследствии академика) Ю.Б. Кобзарева, в котором аналогичные результаты были получены другим, более сложным методом. Совместная статья этих авторов «О переходных процессах в резонансном усилителе», опубликованная в «Журнале технической физики» в 1935 году, открыла новое направление – исследование переходных процессов.

Студента Д.В. Агеева в ЛЭИС обучали выдающиеся ученые своего времени: основоположник отечественной радиотехники руководитель Нижегородской радиолaborатории член-корреспондент АН СССР М.А. Бонч-Бруевич, профессора А.А. Пистолькорс, В.В. Татаринов, В.И. Сифоров и другие. В.В. Татаринов предлагал Д.В. Агееву работать в области антенн, на что тот отвечал, что любимая область работы – помехоустойчивость радиоприема у него уже есть. И в этой области были получены самые существенные результаты. Они были обобщены в выполненной под руководством М.А. Бонч-Бруевича дипломной работе Д.В. Агеева «Методы борьбы с помехами при радиоприеме», признанной государственной экзаменационной комиссией выдающейся. По результатам дипломной работы в сборнике ЛЭИС №10 за 1935 год была опубликована статья «Основы теории линейной селекции». В ней он сформулировал необходимое и достаточное условие разделения сигналов линейными системами, которым является линейная независимость сигналов. Исследованы частотный и фазовый (временной) принципы разделения сигналов и предложен и разработан новый компенсационный принцип, разделение по форме, в дальнейшем его название – кодовое разделение сигналов. Тем самым были выявлены и исследованы все возможные принципы разделения сигналов линейными системами, сделаны рекомендации по их использованию. Эти принципы составляют основу теории помехоустойчивости радиоприема. В США первый патент на систему одного из вариантов реализации этого принципа кодового разделения сигналов был зарегистрирован в 1942 году.

В 1935 году Д.В. Агеев поступил в аспирантуру, его научным руководителем был М.А. Бонч-Бруевич. Кандидатская диссертация Д.В. Агеева «Линейные методы селекции и проблема пропускной способности «эфира», объемом 320 страниц, как видно из ее названия, состояла из двух частей. Основу первой части составили указанные принципы разделения сигналов. Во второй части определена предельная скорость передачи – предельная пропускная способность канала связи. Американский ученый К. Шеннон получил этот результат на 10 лет позже. В основу теории была положена физически реализуемая модель сигналов конечной длительности. Впервые использовалось векторное представление сигналов и помех в многомерном функциональном пространстве. В дальнейшем такое представление стало общепринятым.

Д.В. Агеев блестяще защитил кандидатскую диссертацию в ЛЭИС в 1939 году с рекомендацией защитить ее в докторском совете ЛЭТИ в качестве докторской. Молодой ученый считал это не этичным. За один год он разработал теорию групповой передачи сигналов и в 1940 году защитил докторскую диссертацию на эту тему. Групповая передача сигналов позволяет снизить влияние импульсных помех в десятки – сотни раз.

Д.В. Агеев впервые в мире решил фундаментальные проблемы теоретической радиотехники – как осуществить эффективную передачу информации, т.е. как увеличить ее объем, скорость передачи, как снизить влияние помех. Ученый и историограф радиотехники и связи, профессор М.А. Быховский в энциклопедической монографии «Пионеры информационного века», описывая жизнь и научную деятельность ученых всего мира, уделяет Д.В. Агееву самое большое внимание. Приведенные ранее фундаментальные результаты его теоретических исследований, полученные в тридцатые годы, как оказалось на 40 -50 лет опережали возможности их реализации в полной мере. Однако они четко указывали цели и направления развития техники. За рубежом работы Д.В. Агеева не были известны.

В нашей стране, начиная с 1942 – 1943 года результаты теоретических исследований Д.В.Агеева были положены в основу создания на базе имевшейся тогда техники секретной системы мобильной связи для И.В.Сталина и его ближайшего окружения. Более подробная информация об этой и других системах и сведения о Дмитрие Васильевиче (к сожалению, не всегда соответствующие действительности) содержатся в телевизионном фильме «Мобильный для Лубянки», созданном каналом «Культура».

За рубежом с пятидесятых годов кодовое разделение сигналов начало использоваться в военных системах связи, радионавигации, радиолокации. С развитием микроэлектроники в девяностые годы его применение становится повсеместным – в сотовой связи, системе персональной мобильной связи Globalstar, системах глобального позиционирования Глонасс, Новстар, Галилео, системах широкополосного доступа Wi-Fi, Wi-Max. Появились различные варианты реализации принципа групповой передачи сигналов, например, мультиплексирование с ортогональным частотным разделением сигналов – OFDM.

В 1941 – 1942 годах Дмитрий Васильевич обучал военных связистов в ЛЭИС в блокаде Ленинграда, в 1943 – 1944 – в филиале ЛЭИС в Тбилиси, где преподавал радиотехнику и математику, заведовал кафедрой математики. По состоянию собственного здоровья и здоровья дочери, подорванных блокадой, Дмитрий Васильевич не мог вместе с ЛЭИС вернуться в Ленинград. С 1945 по 1949 год он работал заведующим кафедрой радиоприемных устройств Одесского электротехнического института связи.

В сентябре 1949 года доктор технических наук Д.В. Агеев был приглашен в Горьковский индустриальный институт, в котором прошли почти 40 лет его неустанной творческой научной, научно-педагогической, учебной и общественной деятельности. С 1949 года он возглавлял кафедру радиотехники, которая тогда на электротехническом факультете одна готовила радиоинженеров. Усилиями Дмитрия Васильевича в 1952 году в институте был восстановлен радиотехнический факультет, деканом которого он был в 1955 – 1959 годах. С 1959 года до вынужденного ухода на пенсию Д.В. Агеев заведовал кафедрой радиоприемных устройств.

Круг научных интересов Д.В. Агеева был необычайно широк, он создал и развил большое число научных направлений. Главным из них, в котором он работал всю жизнь, оставалась теория помехоустойчивости радиоприема. Он разработал теорию следящего приема ЧМ сигналов, используемого в системах радиорелейной и космической связи. Были исследованы системы с линейно независимыми неортогональными сигналами, с сигналами с взаимно – однозначным соответствием. Была создана теория разделения сигналов линейными фильтрами с переменными параметрами, определены предельные возможности таких фильтров. Был предложен ряд методов борьбы с помехами. Работы в этом направлении продолжили примерно 20 учеников Д.В. Агеева – преподавателей института, в дальнейшем ее возглавили четверо из них – доктора технических наук.

Другие научные направления теоретических исследований Д.В. Агеева – это теория спектральных представлений сигналов, общая теория усиления сигналов, общая теория модуляции и детектирования, теория резонанса в линейных системах с постоянными и переменными параметрами, теория приближенных методов определения искажений, теория аппроксимации функций, описывающих сигналы, определение понятий частота и амплитуда.

Этим не исчерпываются важные теоретические результаты и идеи, выдвинутые Д.В. Агеевым.

В рамках теории спектральных представлений в 1957 году им была доказана парадоксальная теорема о том, что у произвольной узкополосной функции можно найти участки ограниченной длительности, на которых она может меняться сколь угодно быстро. Профессор Л.М. Финк в 1978 году в своей монографии вспоминает, что во время доклада Д.В. Агеева на Всесоюзной сессии НТО РЭС им. А.С. Попова «большая часть слушателей не поверила в справедливость этой теоремы и пыталась искать погрешности в доказательстве... Совершенно верное утверждение на первый взгляд противоречит здравому смыслу». В монографии Л.М. Финк привел свое доказательство упрощенного варианта этой теоремы. К ней с полным основанием относятся слова Стефана Цвейга: «прекрасна истина, кажущаяся неправдоподобной». Ряд новых научных положений, полученных Д.В. Агеевым, осознавался с большими трудностями. В фильме «Мобильный для Лубянки» профессор М.А. Быховский говорит об Агееве так: «Он поднял на новый уровень понимание радиотехники...».

Дмитрий Васильевич внес самый существенный вклад в становление и развитие радиотехнического факультета. В течение 25 лет он сам и его ученики, в том числе доктора технических наук, заведующие четырьмя ведущими кафедрами, определяли уровень научной и учебно-методической работы, который непрерывно повышался. По значению новых научных идей и изобретений, числу монографий, выпущенных центральными издательствами, по квалификации научно-педагогических кадров, по качеству подготовки радиоинженеров наш факультет встал в один ряд со старейшими радиотехническими факультетами страны, стал регулярно проводить Всесоюзные конференции по радиоприемным устройствам.

Заведуя кафедрой, Дмитрий Васильевич уделял большое внимание учебной и методической работе, был ведущим лектором двух основных радиотехнических курсов, автором двух учебных пособий по ним. Свою высокую эрудицию, интеллект и творческий потенциал, стремление усовершенствовать систему обучения он вложил в разработку метода обучения, названного им активным. Были опубликованы 2 статьи в центральных журналах, подготовлена к публикации монография «Активный метод лекционного обучения», отражающие 10-летний опыт использования Дмитрием Васильевичем этого метода. Однако чиновники Минвуза «с порога» без рецензирования отвергли этот труд, а тогдашнее руководство института стало на их сторону.

Теоретические научные исследования стали главным делом Дмитрия Васильевича, он всегда был переполнен новыми идеями и замыслами. Ежедневно все свое свободное от работы время, в том числе и отпуск, он посвящал этому любимому делу. В нем плодотворно сочетались глубокое проникновение в физическое содержание исследуемого явления и прекрасное владение математическим аппаратом для его описания. Целеустремленность и высокая работоспособность, творческая одаренность и высокий интеллект позволяли Дмитрию Васильевичу выбирать интересующую его проблему и с нуля доводить ее решение до требуемого результата.

Д.В. Агеев был полностью лишен тщеславия, для него главным, приносящим удовлетворение, был результат исследования, а не его публикация. Он не считал целесообразным тратить время на подготовку публикаций, оформление документов. Закончив одно исследование, он сразу брался за другое. Будучи предельно добропорядочным и скромным, он не допускал, чтобы работу по оформлению за него делал кто-то другой. В общении его со студентами и коллегами никогда не было и тени превосходства, только доброжелательность.

Понимая необходимость передачи своих колоссальных знаний и опыта другим, Дмитрий Васильевич выбрал для этого уникальный, не примененный ни одним из ученых способ. В течение 13 лет еженедельно или раз в две недели он читал лекции для аспирантов, преподавателей, радиоинженеров города, т.е. для всех желающих, в которых излагал новые полученные им результаты. Он разрешал слушателям использовать их в своих исследованиях. Это был мастер – класс высочайшего научного уровня, школа творчества, научного поиска,

логики научного исследования, использования различного, в том числе нового, математического аппарата.

С каждой лекцией слушатели поднимались на ступеньку вверх по лестнице знаний. Они восхищались оригинальностью решения сложных задач, доступностью изложения, ясным физическим смыслом полученного результата. У них появлялось и крепло желание заниматься научной работой и, естественно, иметь научным руководителем Дмитрием Васильевичем. Выпускникам, оставленным в институте для обучения в аспирантуре, и поступившим в нее соискателям преподавателям, он щедро раздавал свои новые идеи (темы диссертаций), указывая направления и пути их развития. Такие идеи и наибольшую поддержку получили первые его аспиранты: Ю.С. Лезин, В.В. Маланов, Я.Г. Родионов, защитившие после кандидатских докторские диссертации. В дальнейшем к Дмитрию Васильевичу устремился поток аспирантов-заочников и соискателей с предприятий, НИИ города со своими задачами и проблемами, решать которые им помогал научный руководитель. Каждому своему ученику Дмитрий Васильевич отдавал частичку своего таланта, своей души. В итоге в НИРФИ, ГНИИРТ, «Кварце», «Полете» работали по несколько его учеников, в том числе и доктора наук. Один из докторов наук Ю.Н. Бабанов был заведующим кафедрой радиотехники ГГУ (НГУ) им. Н.И. Лобачевского, на которой развивалось одно из научных направлений Д.В. Агеева – спектрально-временной анализ сигналов. Чтение лекций было прекращено не потому, что Д.В. Агеев не имел новых результатов, а потому что его лекции для аспирантов перестали считать учебной нагрузкой.

Теоретические исследования Дмитрия Васильевича в большом числе научных направлений в радиотехнике и связи «проложили столбовую дорогу», по которой вслед за своим научным руководителем пошли 55 его учеников. Поставленные крепко на ноги, они стали сами прокладывать «параллельные дороги». Главная из них – радиолокация, которая до последних лет была засекреченной. В этом направлении наиболее успешно работали Ю.И. Пахомов, А.А. Зачепиский. Сегодня в университете продолжают исследования под руководством А.Г. Рындыка. В НИРФИ под руководством А.А. Горбачева проведены работы по «нелинейной» радиолокации. В итоге в 70-е годы сформировалась и далее быстро развивалась горьковская научная школа профессора Д.В. Агеева в области радиотехники.

Когда редколлегия журнала «Радиотехника» для специального номера, посвященного научной школе профессора Д.В. Агеева, получила список предлагаемых статей, она не увидела в нем одной научной школы. Ранее номера, посвященные научным школам крупных ученых, по существу содержали статьи одного возглавляемого ими направления. Наличие большого числа развитых профессором Агеевым направлений было для членов редколлегии удивительным, замечание они сняли.

Добрую память о Дмитрии Васильевиче хранят все, кто знал его, кто встречался с ним. В 1999 году на здании первого корпуса университета, в котором он работал, была установлена в его честь мемориальная доска. 21 февраля 2011 года в день столетия со дня рождения Дмитрия Васильевича был торжественно открыт его мемориальный кабинет. В нем он работал более 20 лет, здесь проходили заседания возглавляемой им кафедры «Радиоприемные устройства». На стендах размещаются кандидатская и докторская диссертации, книги Дмитрия Васильевича, многочисленные книги его учеников, аппараты системы сотовой связи, в которой используется кодовое разделение сигналов. В кабинете на большом экране демонстрируется фильм об ученом. К этой дате вышел из печати большой тираж специального выпуска газеты ИРИТ. Несколько статей о выдающемся ученом были опубликованы в университетском «Политехнике» и одна – в журнале «Радиотехника».

На жизненном пути Дмитрия Васильевича было немало терний. Это год голода и лишений с женой и двухлетней дочерью в блокадном Ленинграде, трудные годы эвакуации. Докторская диссертация была защищена в 1940 году. Один ее экземпляр, посланный на рецензию в Ленинград, был утрачен в годы войны, второй был утерян в Москве в ВАКе после войны. Только в 1948 году он был найден и президиум Академии Наук присудил Дмитрию Васильевичу степень доктора наук.

В Одесском институте, как единственный доктор наук, Д.В. Агеев должен был выступить с рецензией на защите диссертации директора. Как принципиальный ученый и мужественный человек, он показал несостоятельность содержания и ошибочность полученного результата. Диссертация не была утверждена. Началась травля ученого, работать стало невозможно. Дмитрий Васильевич разослал запросы в НИИ и вузы и отовсюду получил приглашения. Он выбрал город Горький, где ему сразу предоставлялась квартира.

В 1950 году профессор Агеев на философском семинаре выступил в защиту науки – кибернетики, за что был обвинен в космополитизме, отходе от марксизма. В 1986 году Д.В. Агеев совместно с профессором В.В. Малановым выступил с критикой действий руководства института и факультета. Поэтому последние годы работы Д.В.Агеева в институте были омрачены негативным отношением к нему со стороны администрации и двух его учеников. В 1988 году руководимая им кафедра была расформирована, он был вынужден уйти на пенсию. Научная работа продолжалась, в 1993 году совместно с одним из учеников была издана монография «Основы теории резонанса в линейных системах». Дмитрий Васильевич скончался 31 июля 1997 года.

В упомянутом ранее фильме профессор М.А. Быховский о Дмитрие Васильевиче сказал: «Он был человеком широчайшей эрудиции... Это был ученый в самом высоком смысле этого слова, который всего себя отдавал науке и старался делиться своими знаниями бескорыстно со всеми окружающими».

Студенты и сотрудники нашего университета могут гордиться великими людьми, чей огромный талант и неустанный труд прославили не только университет, но и наш город, нашу страну.

Это – гениальный изобретатель, конструктор и испытатель разработанных им экранопланов и судов Ростислав Евгеньевич Алексеев, имя которого носит университет.

Это – гениальный ученый и педагог, впервые в мире решивший ряд проблем теории передачи информации, поднявший теоретическую радиотехнику и радиотехнический факультет на новый уровень Дмитрий Васильевич Агеев. В работе сотового телефона, которым мы пользуемся, есть его вклад. Есть все основания, чтобы выросший из факультета ИРИТ, носил имя его творца – профессора Агеева Д.В.

Фильм о Д.В. Агееве в электронном виде имеется в музее университета в 4 корпусе, в отделе технических средств обучения и в мемориальном кабинете Д.В.Агеева на кафедре информационных систем ИРИТ (1.323). Подробнее о Д.В. Агееве читайте в указанной выше монографии М.А.Быховского и на сайте биографий великих людей: www.great-people.ru

УДК 681.3(075)

ИЛЛАРИОНОВ С.С.

У ИСТОКОВ РОБОТОТЕХНИКИ

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

Робот – это машина, которая предназначена для каких-либо целей. Кто же придумал первого робота? Возможно, это был греческий ученый Архит Тарентский (428г. до н. э. – 347г. до н. э.) [1], родившийся в Италии. Архит был уважаемым человеком в своем родном городе. Несколько раз его выбирали на должность командующего армией. Также полководец изучал множество технических наук [2]. Один из источников сообщает, что именно он сделал первый рывок в продвижении механики и математики. Все свои догадки полководец воспроизвел в геометрическом виде. Помимо этого, Архит изобрел летающего «деревянного голубя» [1] в IV веке до нашей эры. Это была птица, которая могла летать. Ее корпус был овальной формы. Сбоку располагались главные крылья, с тыльной стороны были маленькие крылышки, передняя часть была заостренной. Это строение придавало роботу хорошие аэро-

динамические свойства. Как же птица могла вообще взлететь? Оказывается, птица приводилась в движение с помощью пара. В задней части робота было небольшое углубление, которое соединялось с котлом при помощи гибкой трубки, горячий пар от котла шел снизу вверх. Такая птица могла хлопать крыльями в воздухе и удивлять людей. По некоторым источникам робот мог взлетать на высоту до двухсот метров [3], передвигаться на расстояние более трехсот метров. Птица управлялась при помощи нескольких тросов. Но если голубь падал, то больше подняться он уже не мог.

Большинство людей до сих пор не могут поверить в это чудесное изобретение. Созданные образцы военного оружия древних людей назывались в честь животных. И на самом деле робот был катапультой. Но другие люди по ошибке посчитали его первым роботом. Сложно найти источники, которые ответили бы на этот вопрос.

Никто до наших дней не смог воспроизвести данное устройство. Хотя позднее некоторые ученые и исследователи пытались воспроизвести этого робота, но у них так и не получилось это сделать. «Голубь» Архита дал толчок развитию робототехники и механики. Уже через триста лет появляется первый паровой двигатель, который работал по схожему принципу [3]. Великий ученый из Италии дал огромный толчок всему миру в развитии нескольких дисциплин. Его можно считать одним из основателей робототехники.



Рис. 1. Архит Тарентский

Библиографический список

1. **Алферов, А. В.** В мире успешных машин— Москва: Радио и связь, 1989.
2. **Вейгелин, К. Е.** Очерки по истории летного дела. Государственное издание оборонной промышленности.— Киев ,1940.
3. **Гордин, А. Б.** Занимательная кибернетика.— Москва: Энергия, 1974.

УДК 681.3(075)

ХРАМОВА М.А.

ЧАРЛЬЗ БЭББИДЖ

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

Чарльз Бэббидж родился 26 декабря 1791 года в Англии. Он был великим математиком, который за продолжительную жизнь смог сделать большое количество открытий и изобретений, изрядно опередивших его время. Но все же «главным делом его жизни», по словам

самого ученого, являются механические вычислительные устройства, на создание которых он потратил почти полвека.

В 1812-1813 годах Бэббидж загорелся идеей создать механическую машину для расчета арифметических, тригонометрических и логарифмических таблиц, которая помогла бы убрать из них ошибки. За основу он взял идею организации ручных вычислительных работ французского математика Гаспара де Прони, которую тот предложил примерно в 1790 году. Ученый понял, что любая трудная математическая задача может быть поделена на шаги, которые бы сводились к расчету «конечных разностей» при помощи простых операций сложения и вычитания. Бэббидж придумал метод автоматизации данного процесса, а устройство, с помощью которого это выполнялось, назвал разностной машиной. В 1822 году он создал пробную модель, состоящую из шестеренок и валиков, приводящихся в движение вручную с помощью специального рычага. Бэббидж решил написать правительству, для того чтобы оно оказало финансовую поддержку строительству полномасштабной конструкции. Машина, правда, только вначале смогла произвести впечатление, так как создание математических таблиц было очень дорогое и долговременное занятие, а разностная машина могла бы сделать задачу более экономичной. И уже в 1823 году Бэббиджу были выделены начальные средства в сумме 1500 фунтов стерлингов [1].

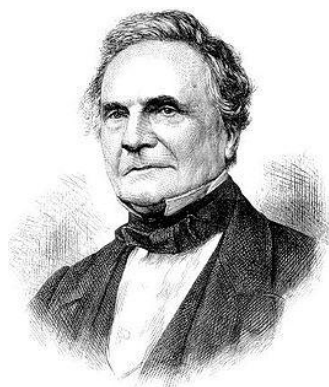


Рис. 1. Чарльз Бэббидж

Десять лет разностная машина усложнялась из-за постоянных изменений, улучшений и новых идей конструкции. За это время изобретатель потерял отца, жену и двух сыновей, из-за постоянной работы его преследовали болезни, а правительство стало сомневаться в эффективности машины, и, в конце концов, остановило выделение средств.

В 1833 году Бэббидж решил прекратить строительство разностной машины. Однако, он захотел создать устройство гораздо мощнее своей предыдущей машины, которое было названо аналитической машиной. Она могла бы осуществлять вычисления самостоятельно – оператор мог бы просто задать инструкции, а машина сама переключалась с одной операции на другую. В конструкцию аналитической машины были заложены: арифметическое устройство («мельница»), регистры памяти, состоящие из зубчатых колесиков («склад»), и устройство ввода и вывода, которое работает с помощью перфокарт. Фактически, она была способна совершать все операции, что мы сегодня выполняем на компьютере, т.е., несомненно, ее можно назвать прообразом современного компьютера [2].

Возможно, Бэббидж в итоге бросил бы работу над этой потрясающей идеей, если бы в дело не вмешалась Ада Лавлейс.

Пытаясь найти финансовую поддержку для аналитической машины, Бэббидж согласился выступить в Туринском университете с рассказом о ней. Его доклад записал Луиджи Менабреа, молодой военный инженер, который через некоторое время стал премьер-министром Италии. В конце 1842 года Менабреа смог опубликовать детальное описание машины Бэббиджа на французском языке. Друг Лавлейс предложил ей перевести текст Менабреа для *Scientific Memoirs* - периодического издания научных статей. Бэббидж, узнав, что

Лавлейс решила перевести статью, был удивлен и посоветовал ей написать примечания. Она с энтузиазмом принялась за дело. Над переводом с комментариями Лавлейс трудилась больше года. В итоге ее работа заняла 52 страницы, оказавшись намного содержательнее записей Менабреа. В 1843 году перевод Ады Лавлейс, который на самом деле является ее собственным научным трудом, был опубликован.

Лавлейс смогла не только оценить идею аналитической машины. Она придавала мыслям Бэббиджа более полную форму, подбрасывала ему новые ценные идеи. Именно она вдохновила Бэббиджа использовать в машине два потока перфокарт: на одни были записаны данные, а другие их обрабатывали. Такой подход позволял вводить большее число инструкций и проще менять последовательность задач. Но все же главным достижением Лавлейс является то, что она смогла увидеть в машине нечто большее, чем Бэббидж. Она предположила, что аналитическая машина сможет производить не только математические расчеты, но и, к примеру, сочинять музыку, если научить ее это делать. Собственно, Ада Лавлейс смогла разработать основные принципы программирования, а также придумать несколько программ для не построенной машины Бэббиджа [3].

Ни Бэббидж, ни Лавлейс не смогли увидеть свой труд в действии, аналитическая машина так и осталась на бумаге в виде огромного количества набросков и чертежей. Она была фантастикой в XIX веке. Попросту невозможно было построить устройство размером с локomotив, состоящее из огромного числа шестеренок, приводящихся в движение паровым двигателем, и при этом исправно работающее. Хотя ни одна из машин Бэббиджа так и не была реализована, они получили широкую известность, а некоторые другие изобретатели использовали идеи Бэббиджа для создания собственных машин.

Так, опираясь на работу Бэббиджа, шведский изобретатель Георг Шутц и его сын Эдвард с 1854 года начали работать над собственной разностной машиной. Бэббидж их всячески поддерживал. Отличие машины Шутца было в том, что шестерни приводил в движение не паровой двигатель, а часовой механизм. В итоге он смог сконструировать несколько устройств, которые оказались легче и меньше, чем разностная машина Бэббиджа. В 1855 году эта машина выставлялась на Всемирной выставке в Париже и завоевала золотую медаль. Вскоре после этого Шутц смог продать свое устройство американцам.

Продолжить дело своего отца смог Генри Бэббидж. Он был генералом, а выйдя в отставку в 1874 году, он некоторое время изучал труды отца. В 1880 году решил начать работу по воссозданию машин Чарльза Бэббиджа. Все шло достаточно трудно. В результате, примерно в 1904 году Бэббиджу-младшему удалось сделать малую часть аналитической машины, которая содержала арифметическое устройство, а также позволяла печатать результаты вычислений. Также он смог воссоздать пробные модели разностной машины и отослать их в разные уголки мира [4].

Машина, которую прозвали «осуществленной мечтой Бэббиджа», была построена группой изобретателей во главе с Говардом Айкеном в начале 1940-х годов. Айкен действительно изучал работу Чарльза Бэббиджа и Ады Лавлейс, но только после трех лет после начала работы над устройством. Архитектура MARK-I была очень похожа на строение машины, которую Бэббидж так и не построил, и действительно автоматически выполняла расчеты.

Идеи Бэббиджа реализовывают и в наше время. В 1985 году в Лондонском Музее науки начали воссоздание разностной машины № 2 (рис. 2), конструкция которой была придумана Бэббиджем примерно в 1847-1849 годах, когда он разрабатывал аналитическую машину. Конструкция, созданная по оригинальным чертежам Бэббиджа, была закончена в 1991 году, как раз к двухсотлетию изобретателя. А в 2000 году было завершено строительство принтера. Они замечательно работают. В расчетах Бэббиджа было найдено только две ошибки. Эти копии смогли доказать, что устройства, придуманные в XIX веке, действительно работают [5].



Рис. 2. Разностная машина № 2

Аналитическая машина тоже не была забыта. В 2011 году британские ученые Дорон Свэйд и Джон Грэм-Камминг собрали группу энтузиастов – для того, чтобы построить Аналитическую машину в таком виде, в котором она была задумана самим Бэббиджем. Идея получила название «Plan 28». Проект состоит из нескольких этапов. Первый из них – систематизация архивов Бэббиджа. Следующий – компьютерная модель этой машины. И последний – строительство аналитической машины в Музее науки. Уже более 1600 человек пообещали деньги и поддержку для создания машины. Организаторы же надеются собрать более 50000 сторонников для завершения проекта. Сам Джон Грэм-Камминг надеется закончить проект к началу 2030-х годов.

Библиографический список

1. История компьютера. Аналитическая машина Бэббиджа – URL: <http://chernykh.net/content/view/15/39> (дата обращения 22.02.2017).
2. **Чарльз Бэббидж**, математик и изобретатель первого в мире компьютера: 224 года со дня рождения – URL: <https://geektimes.ru/post/268376/> (дата обращения 27.02.2017).
3. **Айзексон Уолтер**. Инноваторы – «Corpus», 2015. – 656 с.
4. **Гутер, Р.С.** От абака до компьютера / Р.С. Гутер, Ю.Л. Полунов —2-е изд., испр. и доп.— М.: «Знание», 1981. – 239 с.
5. **Чарльз Бэббидж** – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бэббидж_Чарльз (дата обращения 27.02.2017).

УДК 6Т4(09)

ЧАПЫГИН Д.В., СЕНИЧЕВА О.А.

КОНСТРУКТОР РОСТИСЛАВ ЕВГЕНЬЕВИЧ АЛЕКСЕЕВ

МБОУ СШ №17 им. Арюткина Н.В., г. Заволжье

Ростислав Евгеньевич Алексеев – человек, который прославил Нижегородский край и в честь которого назван технический университет. 2017 год – это год столетнего юбилея НГТУ имени Р.Е. Алексеева.

Алексеев Ростислав Евгеньевич родился 18 декабря 1916 года. С 1932 года жил в городе Горьком. Здесь он получил высшее образование и стал кораблестроителем, создателем судов на подводных крыльях, экранопланов и экранолетов, конструктором яхт и призером всесоюзных соревнований. Здесь же он стал лауреатом Ленинской (1962) и Сталинской пре-

мии второй степени (1951).

Свою первую яхту он смастерил на чердаке своего дома, мечтая о дальних походах и пиратских приключениях, он выкрасил парус в черный цвет. Суденышко Алексеев назвал «Пиратом». Потом было множество яхт, сделанных Алексеевым, его яхты неоднократно побеждали в регатах.

В 1935 году он поступает на кораблестроительный факультет Ждановского индустриального института. Сейчас это Нижегородский технический университет имени Алексеева.

Именно в студенческие годы он всерьез начинает думать о скоростных судах. Увеличение скорости не за счет увеличения мощности двигателя, а за счет изменения конструкции судна казалось проблемой неразрешимой. Все виды транспорта (авиа, авто, ж/д и др.), тогда «ускорялись», а для кораблей существовал барьер – 40 км/ч. Ведь сопротивление воды в 880 раз больше сопротивления воздуха.

Ростислав Евгеньевич внимательно изучил принцип подводных крыльев, открытый Шарлем де Ламбертом еще в 1890-е годы. На бумаге все было просто: по воде надводное судно может «лететь» как самолет по воздуху. Алексеев понял, что благодаря большому сопротивлению воды крылья корабля можно сделать очень короткими. А эффект будет такой же, как и при взлете самолета: большая часть судна поднимется над водой. Контакт с водной стихией практически сойдет на нет, и скорость корабля увеличится в разы.

Алексеев изучил первые попытки создания подобных судов. Их было несколько, большинство неудачны, но были и кое-какие достижения: успешными были опыты итальянского изобретателя Энрико Форланини. Он проводил эксперименты с моделями судов на подводных крыльях с 1898 года. В 1906 году созданное им полноразмерное экспериментальное судно в ходе испытаний на озере Лаго-Маджоре достигло скорости в 42, 5 мили в час (68 км/ч). Этот катер имел многоярусные крылья наподобие этажерки.

В 1941 году Ростислав Алексеев защитил дипломную работу на тему: «Глиссер на подводных крыльях». Государственная экзаменационная комиссия услышала о судне, которого еще не знала мировая история кораблестроения. Дипломная работа была признана соответствующей уровню кандидатской диссертации. Алексееву присудили научное звание кандидат технических наук. В военные и первые послевоенные годы Алексеев работал на оборонную промышленность, но затем вернулся к мечте своей юности.

Расцвет строительства советских экранопланов пришелся на 1960-1970 годов и он всецело связан с именем Р.Е. Алексеева.

Параллельно с экранопланами Алексеев конструирует и строит пассажирский флот на подводных крыльях. С появлением пассажирских судов на подводных крыльях стало возможным значительное увеличение скорости пассажирского водного транспорта. В короткий срок суда на подводных крыльях стали одним из наиболее популярных видов транспорта в СССР.

Летом 1957 года в эксплуатацию был введен теплоход «Ракета» - первое пассажирское судно на подводных крыльях, спроектированное и построенное коллективом Центрального конструкторского бюро завода «Красное Сормово» под руководством инженера Ростислава Алексеева. Свой первый рейс «Ракета» совершила 25 августа. В ходе этого рейса расстояние в 420 километров от Горького до Казани было пройдено за семь часов. На борту находилось тридцать пассажиров. Серийный выпуск «Ракет» (проекты 340, 340Э, 340МЕ) был налажен на феодосийском судостроительном заводе «Море». С 1959 по 1976 года было построено 389 «Ракет», в том числе 32 на экспорт. Высокооборотные дизельные двигатели поставлялись Ленинградским заводом «Звезда».

В 1957 году Никита Сергеевич Хрущев поразился «Ракете», и произнес памятные слова: «Хватит нам по рекам на волах плавать! Современному миру - современную скорость!» Кстати, только через 4 года подобное судно сделали в США.



Первое в мире судно на подводных крыльях «Ракета»

«Ракета» предназначалась для речных скоростных пассажирских перевозок на пригородных и местных линиях, протяженностью до 500 км. Существовала и пожарная модификация «Ракета-П» с двумя пожарными стволами и системами водяной и воздушно-пенной защиты. До высоких скоростей (максимальная 120 км/час) «Ракеты» дошли благодаря гибриду корабля и самолета: на них ставили двигатели от бомбардировщиков. Это был уникальный агрегат, суперлегкий, полностью состоящий из алюминия. Расход топлива достигал 103 кг/ч на крейсерской скорости. В 1959 году на воду был спущен первый «Метеор» на 130 человек. Это судно обладало большими мореходными качествами, чем «Ракета».

В 1961 году десять сотрудников во главе с Алексеевым получили Ленинскую премию за создание нового транспортного средства. Так за восемь лет с 1956 года был создан скоростной флот России.

В начале 60-х годов прошлого века Советский Союз обладал самым большим в мире флотом крылатых судов: на водных просторах использовалось более 1000 катеров «Волга», сотни теплоходов «Ракета», десятки теплоходов «Комета», «Метеор» и «Беларусь», хотя все они в народе назывались «ракетами» - по имени первенца.

Ростислав Евгеньевич Алексеев постоянно думал не только о скоростном пассажирском водном транспорте, но об укреплении обороноспособности страны. Он понимал, что флоту нужны не просто скоростные, но и всепогодные и все проходящие суда. Как уже было отмечено, идея экраноплана родилась у Р.Е. Алексеева еще в начале 50-х гг. В 1961 году первая самоходная модель экраноплана СМ-1 прошла испытания. После этого началась работа по созданию экраноплана для ВМФ и для воздушно-десантных войск. Первый должен был летать на высотах в несколько метров, а второй - до высоты 7500 метров.

Алексеева назначили главным конструктором направления экранопланов, и 22 июня 1966 года экраноплан КМ (Корабль - макет), самый крупноразмерный для своего времени летательный аппарат на земле, был спущен на воду. Когда американские разведывательные спутники обнаружили на Каспийском море корабль неизвестной конструкции, анализ фотоснимков показал, что он, подобно самолету, движется с большой скоростью, между тем полет его проходит над самой водой. В Пентагоне и НАСА посчитали, что это техническая авантюра. Лишь немногие эксперты сказали, что Советы создали новый и очень эффективный вид вооружения - экранопланы.



В 1975 году в одном из испытательных полетов, когда на борту экраноплана находилась многочисленная комиссия во главе с министром судостроения, пилот допустил ошибку при посадке. Машина резко ударилась о волну. Лопнули переборки и корпус. Главный конструктор взял управление на себя и довел экраноплан до базы, находившейся в 40 километрах.

Когда экраноплан добрался до берега, оказалось, что у него не хватало кормы и хвостового оперения. Аварийный случай показал живучесть корабля, но оргвыводы были суровыми: Ростислав Алексеев приказом министра судостроительной промышленности СССР, недовольного изобретателем, был снят с должности главного конструктора и начальника ЦКБ, понижен до начальника отдела, а затем до начальника перспективного сектора.

Мало того, Ростиславу Евгеньевичу запретили присутствовать на испытаниях собственных машин! Но он все равно тайно летал в Каспийск. Ростислава Евгеньевича понижали и понижали... а он вел себя так, будто ничего не происходит.

В годы вынужденного одиночества и гонений Ростислав Евгеньевич начал увлекаться живописью, много времени проводил в одиночестве, стал более закрытым человеком. Последние годы жизни конструктор был увлечен разработкой экраноплана второго поколения.



Но при испытании модели нового пассажирского экраноплана, который должен был быть завершен к Московской Олимпиаде-80, Ростислав Алексеев получил травму. 9 февраля 1980 года знаменитого конструктора не стало. Ростислав Алексеев похоронен в Нижнем Новгороде.

Будущая судьба творений конструктора

Министр обороны СССР приказом от 12 октября 1984 года распорядился принять экранопланы на вооружение. Предполагалось построить два десятка аппаратов типа «Орленок» и создать новое десантное соединение на Балтийском море. Завершить эту программу предполагалось до середины 90-х годов, но этого не случилось. Лишь четыре готовых экраноплана так и остались на Каспии в составе 11-й отдельной авиатруппы.



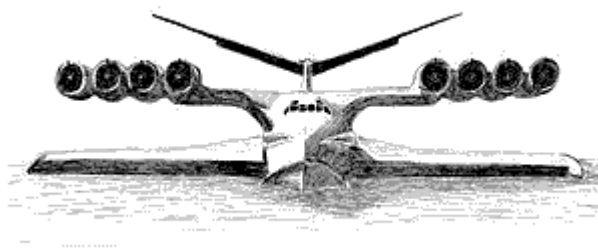
Соратникам создателя советских экранопланов удалось разработать и изготовить в 1985 году боевой экраноплан «Лунь», оснащенный шестью противокорабельными самонаводящимися ракетами «Москит». Однако в серию он так и не пошел, но в 2002 году был поставлен на вооружение после длительной консервации.

Советские крылатые суда успешно экспортировались во многие страны мира, в том числе в США, Англию, ФРГ, Францию, Италию, которые не имели аналогичных технологий. Из широкого использования они вышли сразу после развала СССР. Некоторые «ракеты» и по сей день используются в рейсах и как прогулочные корабли. Например, в Москве с 2007 года началось постепенное восстановление «Ракет», а в навигацию 2009 года уже вышло четыре судна.

Корабли на подводных крыльях - это гордость Советского Союза. В их производстве и эксплуатации он был мировым лидером.

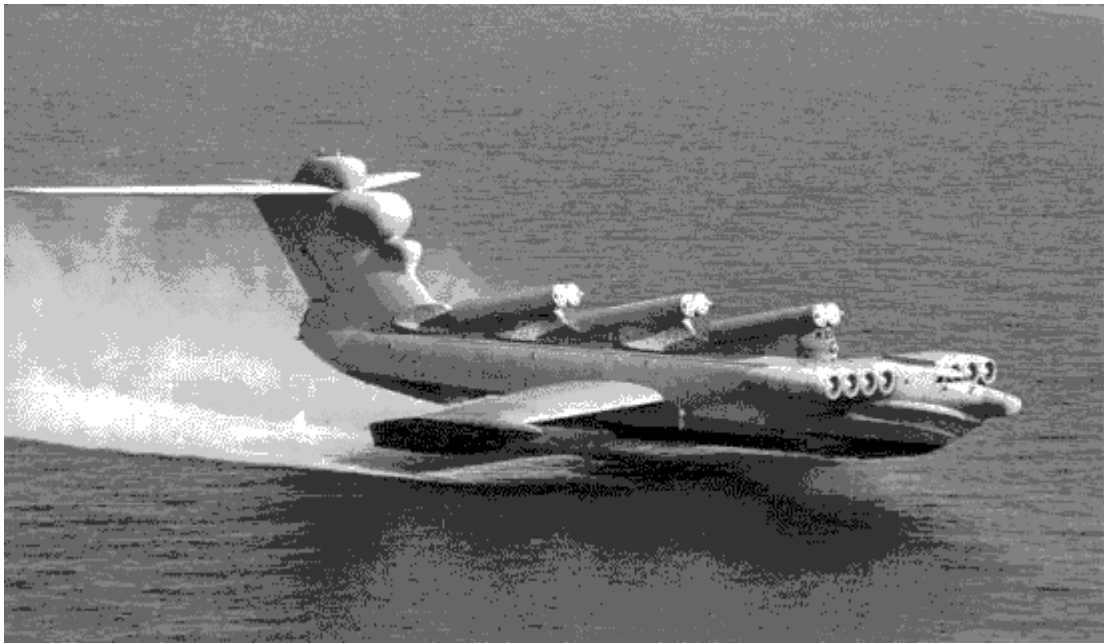
Проекты Ростислава Алексеевича

Корабль – макет (или) Каспийский монстр, (КМ)



«КМ» (Корабль-макет) также известен как «Каспийский монстр» - экспериментальный экраноплан, разработанный в конструкторском бюро Р. Е. Алексеева. Послужил основой для разработки и создания экраноплана-ракетоносца «Лунь».

В 1964-1965 годах осуществлялось проектирование и создание уникального, самого большого в мире летательного аппарата - экраноплана КМ. Главным конструктором этого экраноплана был Р.Е. Алексеев, ведущим конструктором - В.П. Ефимов.



До появления самолета Ан-225 «Мрия» это был самый тяжелый летательный аппарат в мире.

КМ был перспективным транспортным средством для военных и спасателей, однако его проектирование вызывало много трудностей. По документам экраноплан проходил как корабль и относился к ВМФ, так как экранный эффект действует на высоте нескольких метров. Конструктивно он напоминал амфибию (тип лодка). Управляли экспериментальным аппаратом летчики-испытатели.



Лунь

Ракетный корабль-эканоплан проекта 903 «Лунь» (заводской номер С-31) - советский ударный экраноплан-ракетоносец проекта 903, разработанного в ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева под руководством В.Н. Кирилловых. Создан на опытном заводе «Волга» и является единственным полностью построенным кораблем проекта 903 из восьми планировавшихся. Эканоплан предназначен для борьбы с надводными кораблями путем нанесения ракетного удара в условиях слабого противодействия со стороны средств воздушного нападения врага. Главной целью ракетноносца являются авианосцы. Эканоплан «Лунь» благодаря высокой скорости движения и незаметности для радаров может подплыть к авианосцам на расстояние точного пуска ракеты.

В сравнении с передовыми боевыми судами, производимыми в мире, экраноплан

«Лунь» имеет десятикратное превосходство в скорости.



А-90 Орленок

А-90 «Орленок» - транспортно-десантный экраноплан, разработанный в конструкторском бюро Р. Е. Алексеева. В ВМФ СССР - Малый десантный корабль-экрanoплан (МДЭ) проекта 904, шифр «Орленок». Принят на вооружение ВМФ СССР в ноябре 1979 г.

Аэродинамическая компоновка крыла оптимизирована для полета с использованием экранного эффекта, когда под летящим на высоте нескольких метров самолетом образуется сжатие воздуха, увеличивающее подъемную силу: большой угол атаки крыла малого удлинения 3.25 со стреловидностью 15°.

Мощная механизация крыла используется на взлете для создания воздушной подушки. Экранолет вооружен турельно-башенной пулеметной установкой «УТЕС-М» (два пулемета НСВТ калибра 12,7 мм). Экипаж десантного экраноплана состоит из 9 человек.

«Орленок» предназначен для переброски морских десантов на дальность до 1500 км, он взлетает при высоте волн до 2 метров и развивает скорость 400 - 500 км/час. Погрузка и выгрузка людей и техники осуществляется через откидывающуюся вправо носовую часть. Аппарат способен принять на борт до 200 морских пехотинцев с полным вооружением или две бронированные машины (танк, БТР, БМП). Благодаря конструктивной схеме, экраноплан может свободно преодолевать минные и сетевые защитные заграждения, просто перелетев над ними.

Четыре изготовленных экземпляра «Орленка» до 2007 года находились (в разной степени разукomплектованности) на базе ВМФ в городе Каспийск. В июне 2007 года наиболее уцелевший экземпляр был отбуксирован по Волге в Москву, где был установлен в музее ВМФ.

Сегодня, в связи с ростом экологических катастроф, активизации морских пиратов, бесконечной череды локальных войн, сконструированные Р.Е. Алексеевым суда на подводных крыльях и на воздушной подушке приобретают новое, более важное значение. А значит, за ними будущее.

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Секция 1.1

Радиоэлектронные системы и устройства

УДК 621.382

БОГАТОВ С.В.

ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

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

Импульсные источники питания в настоящее время уверенно приходят на смену устаревшим линейным. Причина - свойственные данным источникам питания высокая производительность, компактность и улучшенные показатели стабилизации.

Тема импульсных источников питания достаточно актуальная и интересная, и является одной из важнейших в силовой электронике. Данное направление электроники перспективное и стремительно развивающееся, его основной целью является разработка мощных устройств питания, отвечающих современным требованиям надежности, качества, долговечности, минимизации массы, размеров, энерго- и материалоемкости. Необходимо отметить, что практически вся современная электроника, включая всевозможные ЭВМ, аудио-, видеотехнику и другие современные устройства питается от компактных импульсных блоков питания, что еще раз подтверждает актуальность дальнейшего развития указанной области источников питания.

Импульсный источник питания (ИИП) является инверторной системой. В импульсных источниках питания переменное входное напряжение сначала выпрямляется, а затем полученное постоянное напряжение преобразуется в прямоугольные импульсы повышенной частоты и определенной скважности, либо подаваемые на трансформатор (в случае импульсных блока питания (БП) с гальванической развязкой от питающей сети) или напрямую на выходной фильтр низких частот (ФНЧ) (в импульсных БП без гальванической развязки).[1]

Разработка новых усовершенствованных схем импульсных источников питания позволит улучшить технические и эксплуатационные характеристики электронных устройств и систем, при этом применение моделирования электрических цепей позволяет существенно сократить время для исследования нового устройства.

Компьютерное моделирование электрических схем, систем и устройств является наиболее удобным и эффективным способом проверки теоретических расчетов. По сравнению с реальными макетами устройств, виртуальные имеют ряд существенных преимуществ (отсутствие громоздкой контрольно-измерительной аппаратуры и макетов исследуемых схем, малая погрешность измерений, время, затрачиваемое на компьютерное моделирование, несравненно меньше времени, расходуемого на изготовление макета и выполнения его экспериментального исследования).

Специально для решения задач проектирования электронных блоков в настоящее время разработано значительное количество прикладных компьютерных пакетов. К этим пакетам относятся Proteus, Multisim, DesignLab, Micro-Cap, OrCAD и др.

Для исследования и проектирования электронных блоков хорошо зарекомендовали себя прикладные пакеты, в основе которых лежит программа Multisim, которая является наиболее известной программой схемотехнического моделирования. Она позволяет моделировать аналоговые и смешанные аналого-цифровые устройства и обеспечивает не только текстовый, но и графический ввод принципиальных схем в среде.

1. Принцип работы импульсных источников питания [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://radioginn.ucoz.ru/publ/1-1-0-1>

УДК 621.391

ГУЛЯЕВ А.Ю., ГАЛАНИН И.И.

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩИХ КОДОВ В СИСТЕМАХ КВ РАДИОСВЯЗИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Отличительной особенностью современного этапа развития цивилизации является интенсивное развитие средств телекоммуникаций. Ни одна область человеческой деятельности не обходится в настоящее время без систем связи и телеуправления сложными техническими и социальными объектами. С момента открытия электромагнитных явлений и, главное, с момента, когда стало возможным управление этими процессами, именно электросвязь заняла лидирующее место в средствах оперативного обмена информацией между удаленными объектами. В силу специфики распространения электромагнитных волн определенную сложность представляет передача информации в отсутствие прямой видимости или так называемая загоризонтная связь.

Организация загоризонтной связи при помощи направленных (кабельных) или радиорелейных линий позволяет исключительно эффективно решать поставленную задачу, поскольку позволяет организовать высокоскоростную передачу данных с высокой степенью достоверности [1,2]. Однако такие системы обладают высокой стоимостью и подвержены разрушительным воздействиям вандального, техногенного и природного характера. Этими недостатками в значительно меньшей степени обладают системы связи с использованием небесных радиоволн в диапазоне частот до 30 мГц. Канал ионосферной радиосвязи практически не зависит от человеческой деятельности и может быть организован всегда, что особенно важно при возникновении чрезвычайных ситуаций самого разного толка. Невысокая по современным представлениям частота радиоволн КВ диапазона не позволяет осуществлять высокоскоростную передачу дискретных сообщений, однако в ряде случаев этот вид связи оказывается незаменимым.

Ионосферный канал связи обладает рядом особенностей, обусловленных строением ионосферы и спецификой распространения радиоволн в этой существенно нестационарной среде. В частности, многолучевой характер распространения полезного сигнала приводит к длинным замираниям, что может привести к потерям значительного количества данных в течение сеанса связи. Эффективным методом борьбы с этим явлением представляется применение методов глубокого перемешивания данных совместно с применением мощных корректирующих кодов [1,2]. В работе приводится исследование метода помехоустойчивого кодирования кодами с максимальным расстоянием, показан полиномиальный алгоритм декодирования стираний, а также рассматривается возможность применения данного метода в каскадных кодах [3,4].

Библиографический список

1. **Прокис Дж.** Цифровая связь: Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 2000. 800 с.

2. **Финк, Л.М.** Теория оптимальных методов приема при флуктуационных помехах. – М.:Сов. Радио, 1970. 728 с.
3. **Семашко, А.В.** Защита целостности информации кодами с переменными параметрами. «Электросвязь» №11 2012 г., с.36-38.
4. **Семашко, А.В.** Декодирование стираний кодами с переменными параметрами для ионосферных каналов связи. «Информационно-измерительные и управляющие системы» № 7, т.11, 2013, с. 85-90.

УДК 621.37

МИНЕЕВ К.В., КОРНЕВ Н.С., МАКАРЫЧЕВ Н.А., НАЗАРОВ А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО КАНАЛА В КВЧ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРЕ

ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова», г. Нижний Новгород

В настоящее время известен единственный метод дистанционного измерения температуры удаленного объекта – это измерение его яркостной температуры с помощью широкополосного приемного устройства с большим временем накопления выходного сигнала – радиометра. Однако данный метод регистрации яркостной температуры не применим для быстропротекающих процессов. Реализация радиометрического канала в КВЧ радиоинтерферометре производства ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова», используемом для исследования быстропротекающих газодинамических процессов, является весьма перспективной [1].

Радиометрический канал, реализованный в КВЧ радиоинтерферометре, состоит из высокостабильного микроволнового генератора – гетеродина, преобразователя частоты (балансного смесителя) с интегрированным предварительным усилителем промежуточной частоты, высокоскоростного цифрового регистратора и антенно-фидерной системы. При измерениях яркостной температуры объекта регистрируется тепловой шум, поступающий на вход приемника [2]. При этом радиоинтерферометр работает в пассивном режиме (с отключенным передатчиком).

Методика постановки эксперимента по измерению яркостной температуры объекта требует проведения калибровки радиометрического канала непосредственно перед экспериментом по сигналу от широкополосного полупроводникового генератора квазибелого шума. Обработка экспериментальных данных осуществляется программно. При этом первоначально вычисляются калибровочные коэффициенты α и β радиометра, которые позволяют пересчитать зарегистрированный сигнал в яркостную температуру объекта диагностики.

Проведенные исследования радиометрического канала показали, что погрешность измерений яркостной температуры объекта, в основном, определяется изменением параметров радиометра за время, прошедшее между калибровкой прибора и самим экспериментом. Кроме того, при проведении калибровки в полевых условиях не удастся обеспечить стабильные параметры волноводных соединений при коммутации генератора шума и зондирующего устройства.

В докладе исследуются вопросы долговременной нестабильности характеристик радиометрического канала, приводятся результаты лабораторных исследований зависимости калибровочных коэффициентов от времени, а также исследуется зависимость калибровочных коэффициентов от коммутаций волноводных соединений антенно-фидерной системы и генератора шума.

Библиографический список

1. **Богданов, Е.Н.**, Иконников В.Н., Канаков В.А., Кашин А.В., Михайлов А.Л., Минеев К.В., Назаров А.В., Орехов Ю.И., Седов А.А., Хворостин В.Н. Реализация радиометрического канала в КВЧ интерферометре для диагностики быстропротекающих

газодинамических процессов // «Экстремальные состояния вещества. Детонация. Ударные волны». Труды Международной конференции XVII Харитоновские тематические научные чтения – Саров 2015. – С.442-446.

2. **Ботов, Е.В.**, Иконников В.Н., Канаков В.А., Корнев Н.С., Минеев К.В., Назаров А.В., Орехов Ю.И., Седов А.А. Расширение функциональных возможностей КВЧ интерферометра для диагностики быстропротекающих процессов // Информационные системы и технологии. ИСТ – 2016: Материалы XXII Международной научно-технической конференции. – Н.Новгород, 2016. – С.55. – 1 CD-ROM.

УДК 621.3

МЕДУНОВ П.В., МЕДУНОВ Д.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ В СОСТАВЕ МЕТЕОРАДАРА

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

На сегодняшний день метеорадар является ключевым устройством для получения и анализа данных об атмосферных явлениях. Увеличение скорости обработки получаемой информации о погодных условиях и повышение ее качества является первостепенной задачей современной метеорологии. Одним из важнейших шагов на пути технологического прогресса может стать применение в составе метеорадара антенн с высоким коэффициентом усиления, направлением излучения и приема которых можно управлять электрически. Использование концепции пространственного питания элементов антенной решетки позволит снизить стоимость всей системы.

В настоящей работе предлагается отражательная фазированная антенная решетка (ОФАР) на базе системы управляемых рассеивателей, способная обеспечить высокий коэффициент усиления и управляемую диаграмму направленности. ОФАР имеет две фокусные точки – точку передачи и точку приема сигнала. Во время излучения передающего импульса ОФАР настроена так, что сигнал, излучаемый передающим элементом, отражается от антенных элементов с необходимым фазовым распределением, формируя пространственный луч с требуемыми угловыми параметрами. Во время приема ОФАР перефокусируется на приемный элемент так, чтобы сигнал, отражаясь от антенных элементов, собирался на приемном элементе. Время перефокусировки не превышает 1 мкс.

Отражательная фазированная антенная решетка должна выполнять три режима работы: 1) режим регулировки, при котором производится настройка решетки; 2) режим локации, при котором производится переключение лучей на передачу и прием в соответствии с поступающими командами; 3) режим тестирования, при котором определяется работоспособность ОФАР.

В состав ОФАР входят отражательное полотно (ОП) и система управления (СУ). ОП состоит из 4×4 фрагментов в макетном варианте, 8×8 фрагментов с удаленными угловыми фрагментами в базовом варианте. Каждый фрагмент представляет собой матрицу 16×16 антенных элементов. На каждый антенный элемент устанавливаются рin-диод, две индуктивности и конденсатор.

Система управления должна состоять из общей платы управления (ОПУ), шин командно-информационного обмена, локальных схем управления (ЛСУ) фрагментов ОП. СУ предназначена для управления положением пространственного луча посредством установки на управляющих диодах требуемых значений напряжений. Установка данных напряжений осуществляется ЛСУ фрагментов ОП в соответствии с кодом луча и режимом работы ОФАР, выдаваемыми ЭВМ на ОПУ по командно-информационной шине. Также СУ предназначена для предварительной настройки ОФАР и контроля ее функционирования.

Были проведены испытания метеорадара с ОФАР в составе приемного радиолокатора. Созданная в программе Mathcad матрица, содержащая информацию о фазовом распределении 2550 лучей, загружается в специализированное программное обеспечение, что позволяет управлять pin-диодами излучателей. Пройдя все заложенные в программе варианты фазового распределения луча с использованием анализатора спектра, был найден номер луча с максимальной амплитудой сигнала. В результате была построена диаграмма направленности антенного устройства в азимутальной плоскости. Ширина диаграммы направленности по уровню -3 дБ составляет не более 2. Преимущество формирования сверхтонкого луча заключается в увеличении разрешающей способности радиолокатора по азимутальной координате.

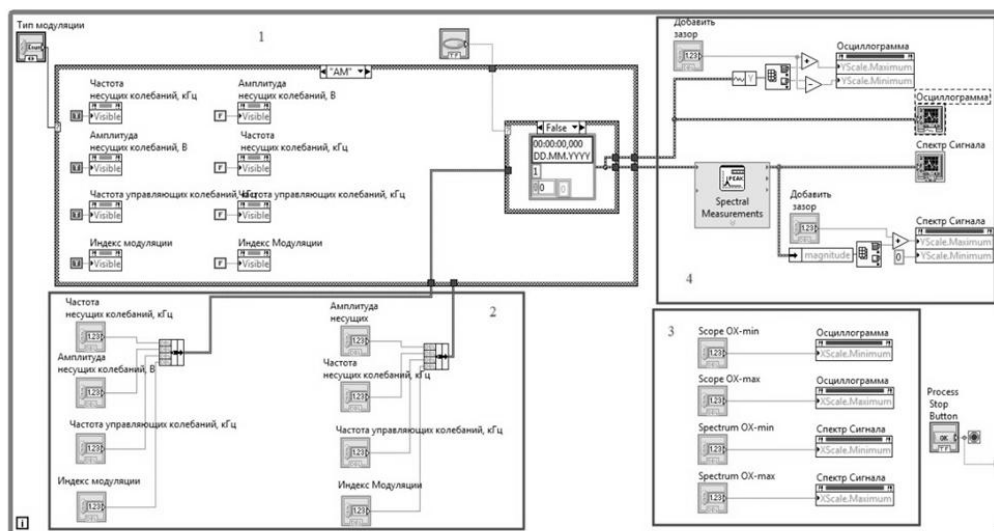
УДК 621.376

РУБЦОВ А.В., ДИДЕНКО А.П., ГОРДЯСКИНА Т.В.

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА LAB VIEW

ФГБОУ «Волжский государственный университет водного транспорта»

В рамках учебного процесса студенты специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» создают и исследуют теоретические модели сигналов в радиотехническом канале связи. Для увеличения наглядности исследуемых сигналов рассмотрим компьютерное моделирование в программном пакете LabVIEW. На рис. 1 изображена блок - диаграмма программы формирования однотоновой амплитудной (АМ) и частотной (ЧМ) модуляции.[1]



Блок 1 – обработка данных, вводимых пользователем; блок 2 – параметры исследуемых АМ и ЧМ сигналов; блоки 3, 4 – элементы управления осциллографом и анализатором спектра.

Рис. 1. Блок-диаграмма программы однотоновой АМ и ЧМ.

Пример исследования однотоновых АМ сигналов приведен на рис. 2.

Приведенный пример создания и исследования однотоновых АМ и ЧМ колебаний позволяет студентам изучить основы радиотехнических сигналов и наглядно установить зависимость параметров модулированных сигналов от параметров управляющего и несущего колебаний.

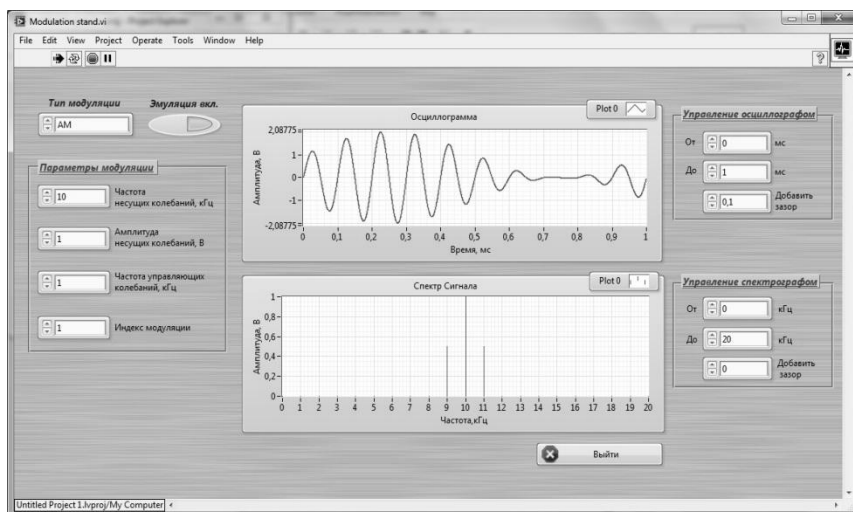


Рис. 2. Модель АМ сигнала.

1. **Основы программирования в среде LabVIEW: учеб-метод, пособие / А.С.Васильев [и др.].** — Университет ИТМО, 2015. – 82 с.

УДК 621.375.026

СОЛОДОВНИКОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ МОНОЛИТНОГО УСИЛИТЕЛЯ САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

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

При производстве усилителей сантиметрового диапазона возникает проблема, связанная с низкой надежностью и высокой трудоемкостью гибридных схем, к примеру, такой, как представлена на рис.1. В этом случае назревает необходимость перехода от гибридных схем к монолитным.

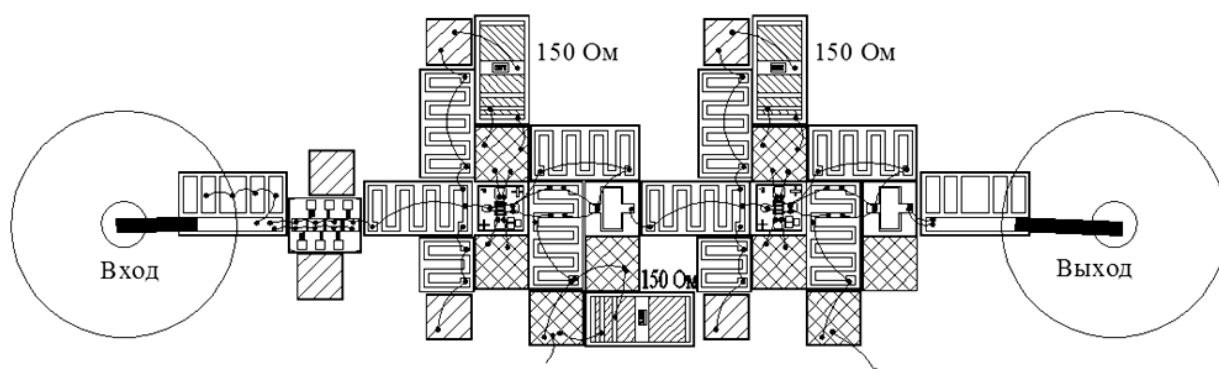


Рис.1. Топология усилителя в гибридном исполнении

На рис.2 представлена модель монолитного усилителя. Для решения задачи по разработке МИС была использована трехкаскадная модель взамен двухкаскадной, ширина затвора осталась прежней – 300 нМ.

Параметры усилителя:

- частотный диапазон: 6-10 ГГц;

- чувствительность: <math><10 \text{ мкВт}</math>;
- выходная мощность: > 80 мВт;
- коэффициент усиления: >25 дБ;
- размеры монолитной схемы: >2,3x4,6 мм.

Контактные площадки для подачи и съема сигнала размером не менее 50x50 мкм с покрытием золотом для разварки МИС золотыми проволочками ϕ 20 мкм. В топологии МИС используются отверстия через арсенид-галиевую подложку, для исключения возникновения дополнительных (паразитных) емкостей.

При производстве монолитных усилителей есть ряд условий, связанных с ограниченными размерами емкостей и индуктивностей, что, в свою очередь, сказывается на согласовании. Основными проблемами при производстве МИС являются: чистота используемых материалов, точность воспроизведения техпроцесса для повышения идентичности схем из разных партий.

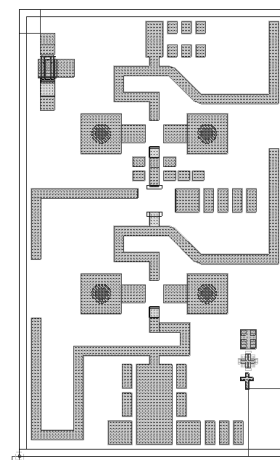


Рис. 2

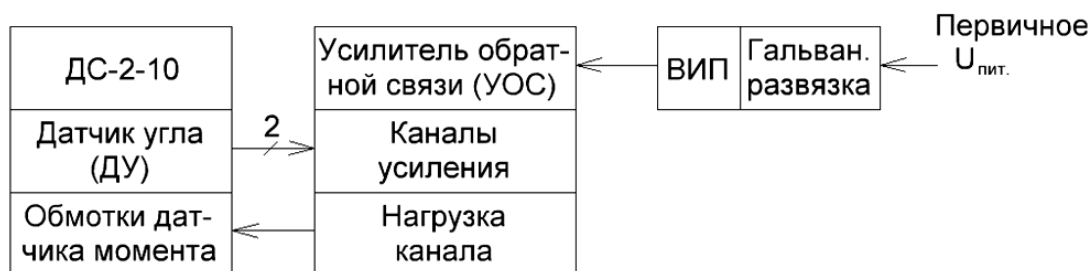
УДК 623.19

СОРОКИН В.В.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ ЧАСТОТ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ГИРОСКОПА ДС-2-10

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева
АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина»

Основной функцией блока разгона привода динамически настраиваемого гироскопа ДС-2-10 является обработка информации от датчиков угла и момента, а также формирование трехфазного напряжения питания электродвигателя гироскопа и сигналов управления. Схематично блок разгона можно представить в виде приведенной далее схемы.



Усилитель обратной связи должен обеспечивать:

- работу дс-2-10 в компенсационном режиме;
- усиление и фазочувствительное выпрямление входного сигнала с дс-2-10;
- усиление выпрямляемых сигналов.

УОС – двухканальный усилитель, который обслуживает один ДС-2-10.

Блок разгона предназначен для:

- разгона, поддержания синхронных оборотов и контроля величины фазового тока двух электродвигателей ДС-2-10;
- запитки ДУ ДС-2-10 и фазовых детекторов четырех усилителей;

- осуществления контроля вхождения в синхронизацию электродвигателей двух датчиков ДС-2-10;

- выдачи сигнала «Готов».

В блоке разгона все функции управления выполняют два микроконтроллера 1886ВЕ5БУ производства компании «Миландр». Микроконтроллеры работают синхронно. Контроллер осуществляет:

- управление трехфазными генераторами для формирования питающих напряжений заданных частот;

- переключение режимов работы электродвигателей с помощью блока управления напряжением питания;

- формирование признака готовности;

- формирование частоты 40 кГц, необходимой для работы статического преобразователя.

Диапазон частот, который может быть сформирован на выходе трехфазного генератора, находится в пределах от 320 до 400 Гц с погрешностью не более 0,1 Гц.

Для управления трехфазными генераторами каждый контроллер формирует 6 сигналов, которые условно можно разделить на 3 пары. Пары сдвинуты друг относительно друга на $1/3$ периода T , в паре сигналы инвертированы, но при этом сигнал, находившийся в логической «1», всегда переключается на 4 мкс. позже, чем сигнал, находившийся в «0». Это обусловлено особенностью схемы трехфазного генератора.

УДК 621.391

ЧУЖАЙКИН Е.Г., ПЛУЖНИКОВ А.Д., ИЛЬИН И.В.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ ПЕЛЕНГАЦИИ ПРИ КОНИЧЕСКОМ СКАНИРОВАНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных характеристик радиолокационного пеленгатора, определяющей точность измерения угловых координат объекта, является флюктуационная характеристика. Она представляет собой зависимость дисперсии формируемых пеленгатором сигналов от ошибок сопровождения по угловым координатам. Такую характеристику можно определить математическим моделированием.

Моделирование проводилось в пакете SciLab. При этом вычислялись следующие показатели: зависимости дисперсии результатов пеленгации от параметров фильтра низких частот (ФНЧ), флюктуационная характеристика, отношение сигнал-помеха в зависимости от нормированной ошибки сопровождения.

В качестве входного воздействия (переизлученного сигнала) использована последовательность флюктуирующих положительных отсчетов. Для формирования таких флюктуаций последовательность независимых отсчетов подвергается обработке цифровым рекурсивным фильтром 1-го порядка. Коническое сканирование моделируется умножением сформированных отсчетов на массив значений сканирующей ДН в направлении объекта. В результате получается модель сигнала после амплитудного детектирования, который обрабатывается в двух квадратурных каналах для формирования сигналов ошибок в азимутальной и угломестной плоскостях. Эти каналы содержат ФНЧ.

Для определения параметров ФНЧ вычисляется дисперсия формируемых сигналов в зависимости от величины, обратной времени переходных процессов, которая пропорциональна полосе пропускания ФНЧ. Строятся два графика: при нулевой и ненулевой ошибке сопровождения. При нулевой ошибке сопровождения определяемая дисперсия будет полно-

стью определяться низкочастотной составляющей помехи – флюктуаций сигнала ошибки. При ненулевой ошибке сопровождения сигнал ошибки определяется высокочастотной и низкочастотной составляющими. Разница этих графиков дает возможность оценить указанный параметр ФНЧ, необходимый для передачи высокочастотной составляющей флюктуаций. Для этого находится точка на графике, начиная с которой величина дисперсии выйдет на постоянный уровень. В результате мы получим возможность задавать значение полосы пропускания ФНЧ при моделировании.

При оценке дисперсий, формируемых пеленгатором сигналов ошибок, возникли трудности, существенно увеличивающие время моделирования. Они связаны с увеличением времени корреляции на величину длительности переходного процесса ФНЧ, вследствие фильтрации нижних частот в двух квадратурных каналах. Такие трудности преодолеваются рациональным программированием статистической обработки данных.

Полученная флюктуационная характеристика незначительно отличается от характеристики найденной аналитически. Расхождение можно объяснить неидеальными ФНЧ в двух квадратурных каналах, а также отсутствие линейности на рабочем участке диаграммы направленности.

УДК 621.396.677.833.2

УЛЬЯНОВ М.Е., КИСИЛЕНКО К.И.,
МАЛАХОВ В.А., ЩЕРБАКОВ В.В.

РАСЧЕТ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ БЛИЖНЕГО ПОЛЯ РУПОРНОЙ АНТЕННЫ В КВАЗИБЕЗЭХОВОЙ ЗОНЕ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Реконструктивные (ближнепольные) антенные измерения, распространявшиеся по мере развития вычислительных мощностей персональных компьютеров, к настоящему времени практически полностью вытеснили из практики ранее применявшиеся методы полигонных антенных измерений в дальнем поле [1,6]. Основополагающим принципом таких измерений является утверждение о возможности преобразования поля, измеренного в ближней зоне в поле дальней зоны. В зарубежной литературе подобные преобразования известны как Near Field to Far Field Transformation (NF2FF) [2,4].

Целью работы является создание макета измерительной установки в составе учебной лаборатории, предназначенного для ознакомления студентов с особенностями ближнепольных измерений параметров антенн.

Представлены результаты расчета диаграммы направленности исходя из результатов измерений амплитудно-фазового распределения (АФР) поля в ближней зоне рупорной антенн [5]. Измерения проводились в учебной лаборатории, в которой путем применения специальных экранов, выполненных из блоков радиопоглощающего материала ECCOSORB VHP-4-NRL, а также за счет грамотной планировки взаимного расположения приборов в лаборатории, уменьшался уровень отраженных сигналов, поступающих на измерительную антенну. В качестве измерительной антенны использовалась рупорная антенна [3], волноводные зонды в виде открытого конца прямоугольного волновода.

Измерения проводились с помощью векторного анализатора цепей «Обзор-804/1», который работает в режиме измерения S-параметров четырехполюсника. В качестве четырехполюсника выступают: измеряемая рупорная антенна, измерительная антенна (зонд) и открытое пространство между ними. Для управления векторным анализатором «Обзор-804/1» и обработки результатов измерений используется персональный компьютер.

Исследуемая (рупорная) и измерительная (зонд) антенны закреплены на специальных треногах и могут вращаться в горизонтальной и вертикальной плоскостях и перемещаться по вертикали. Расстояние между антеннами – L рассчитывается по формуле (1):

$$L > D + 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \Theta_{\max}, \quad (1)$$

где D - максимальный размер измеряемой антенны; h - расстояние от плоскости сканирования до раскрытия антенны $(3 \div 5)\lambda$; Θ_{\max} - максимальный требуемый угол диаграммы направленности $60^\circ \div 70^\circ$.

Для измерений АФР около исследуемой антенны зонд перемещаем по вертикали в плоскостях E и H , ориентируя по поляризации исследуемую рупорную антенну и зонд соответствующим образом. Перемещения выполняем с шагом $\Delta x \leq \lambda/2$, выполняя при каждом шаге измерение параметров. Полученные результаты сохраняются в виде массивов данных амплитуд и фаз. Используя специально разработанную программу и результаты ближне-польных измерений, производили расчет диаграммы направленности измеряемой антенны.

Библиографический список

- 1. Бахрах, Л.Д.** Методы измерений параметров излучающих систем в ближней зоне / Л.Д. Бахрах, С.Д. Кременецкий, А.Н. Курочкин, В.А. Усин, Я.С. Шифрин – Л.: Наука, 1985. 272 с.
- 2. Slater, D.** Near-field antenna measurements / Boston, Mass.: Artech House, 1991, 310 p.
- 3. Воронин, Е.Н.** Реконструктивные антенные измерения / Е.Н. Воронин, Е.Е. Нечаев, В.Ф. Шашенков. - М.: Наука. Физматлит, 1995. - 352 с.
- 4. Gregson, S.** Principles of Planar Near-Field Antenna Measurements / S. Gregson, J. McCormick, and C. Parini – The Institution of Engineering & Technology, London, 2007. 387 pp.
- 5. Захарьев, Л.Н.** Методы измерения характеристик антенн СВЧ / Л.Н. Захарьев, А.А. Леманский, В.И. Турчин; под ред. Н.М. Цейтлина // М.: Радио и связь, 1985. 368 с.
- 6. Исаков, М.А.** Перспективы реконструктивных антенных измерений как основного метода приемо-сдаточных испытаний / М.А. Исаков, В.П. Лисинский - Вестник АО «Концерн ПВО «Алмаз – Антей». – 2015. – № 3. – С. 51 – 58.

УДК 621.3

ШАЛАШОВ Е.В.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА СТАБИЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

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

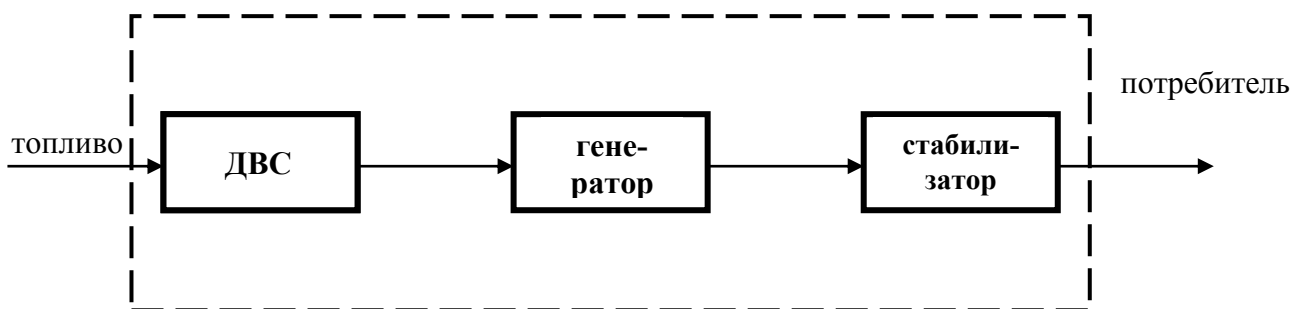
Текущие темпы развития производства ведут к очевидному повышению объемов потребления электроэнергии. Возрастающие нагрузки потребителя негативно сказываются на качестве электроэнергии. Необходимо отметить, что интенсивно развивающиеся компьютерные системы связи, комплексы автоматического управления технологическими процессами и производственными системами, требуют стабильности и соответствующего качества потребляемой электроэнергии. Иначе результатом становятся как сбои в работе, так и аварийные ситуации, последствия которых могут вызвать значительный ущерб.

Работа и функционирование подавляющего большинства потребителей электроэнергии рассчитаны на номинальные значения параметров, которые обеспечивают заявленные показатели КПД, надежность и ресурс. Следовательно, показатели качества электроэнергии и надежность электроснабжения выходят на первый план в динамике развития производства. В частности, для этих целей используются автономные системы, которые выполнены на базе дизельных электростанций и возобновляемых источников электроэнергии. Автономный генератор является основным функциональным узлом таких систем. Качество электроэнергии генератора зависит, в частности, от способа стабилизации напряжения.

Применяемые в настоящее время стабилизаторы напряжения автономных генераторов не отвечают современным требованиям по быстродействию, надежности работы и электромагнитной совместимости.

Исследование посвящено разработке генератора стабильного напряжения автономного источника электроэнергии, структурная схема которого приведена на рисунке.

В докладе обсуждаются оценки характеристик предлагаемого автономного генератора по быстродействию, надежности работы и электромагнитной совместимости в сравнении с используемыми в настоящее время генераторами и обосновываются преимущества разработки.



УДК 621.396.674.35+621.396.677.73

БЕЛЯЕВ Г.Р., ДУГИН Н.А.**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕКОМПОЗИТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СВЧ УСТРОЙСТВ**

ФГБОУ ВО Волжский государственный университет водного транспорта

В настоящее время углеродные материалы все шире применяются для изготовления высоконагруженных ответственных элементов конструкций. Углепластики особенно актуальны в аэрокосмической промышленности, где предъявляются повышенные требования к долговечности, стабильности и прочности материалов. На сегодняшний день, помимо несущих деталей конструкций, и сами излучающие элементы антенн и антенных систем изготавливаются из углематериалов с последующим покрытием металлом. Такие системы легче своих металлических аналогов однако, имеют ряд недостатков и особенностей в производстве. Необходимо обеспечить равномерное покрытие металлом с высокой адгезией по всей поверхности излучающих элементов. Также углепластик в незначительных количествах адсорбирует воду [1], что негативно сказывается на эксплуатационных характеристиках устройства из данного материала при работе в экстремальных условиях.

Для устранения данных недостатков предлагается осуществить переход от композитных материалов к углекомпозитным путем введения в связующее вещество (эпоксидную смолу) графена. Графен - двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом [2].

Изделия из углекомпозитов надежны, долговечны (срок службы их составляет до 30 лет), имеют высокую температурную стабильность в диапазоне от -50°C до $+200^{\circ}\text{C}$, а также имеют большой диапазон значений проводимости [3]. Можно сделать вывод о возможности применения углекомпозитного материала для изготовления излучающих частей антенн и антенных систем. Были проведены исследования, которые показали возможность создания таких систем [4].

Библиографический список

1. Hygroscopic aspects of epoxy/carbon fiber composite laminates in aircraft environments. H.S. Choi, K.J. Ahn, J.-D. Nam, H.J. Chun. Composites. Part A: applied science and manufacturing, 2001.
2. Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos, I.V. Grigorieva, A.A. Firsov. SCIENCE vol. 306, 22 oct 2004.
3. Ultrahigh electron mobility in suspend graphene. K.I. Bolotin, K.J. Sikes, Z. Jiang, M. Klima, G. Fudenberg, J. Hone, P. Kim, H.L. Stormer. Solid State Communications, vol. 146, june 2008.
4. Microwave Horn Antenna Made of a Graphene-Containing Carbon Composite material. T.M. Zaboronkova, N.A. Dugin, E.N. Myasnikov. 9th Antennas and Propagation Conference (EuCAP) 2015.

РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

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

Усложнение радиоэлектронных средств приводит к ряду проблем при оценке надежности и качества изделий. В связи с этим возникает задача разработки прогнозных модели и анализа ее эффективности на основе принципа внешнего дополнения [1]. Отмеченный в работе [1] эффект снижения погрешности проверочных точек за счет изменения состава обучающей выборки позволяет повысить эффективность распознавания в задачах оценки качества приборов. Нами обработаны экспериментальные данные, приведенные в работе Мишанова Р.О и Пиганова М.Н. [2]. Была использована выборка, состоявшая из 33 стабилитронов 2С182Ж. В качестве прогнозного параметра измерялись значения напряжения стабилизации $\Delta U_{ст}$. Величина $\Delta U_{ст}$ оценивалась за 25, 100, 1000 часов испытаний. Было установлено граничное значение $\Delta U_{ст.гр} = 20$ мВ при значении $t = 1000$ ч. При $\Delta U_{ст} < 20$ мВ - изделие принималось как годное. При $\Delta U_{ст} > 20$ мВ - негодное. По значениям напряжения стабилизации при $t = 25$ часов, $t = 100$ часов необходимо прогнозировать значение этого параметра при $t = 1000$ часов. Обучающая выборка, по которой синтезируется модель, состояла из 10 экспериментов. Проверочная выборка состояла из 23 экспериментов. Расчеты проводились с помощью нейросетей. Рассматривалась нейросетевая модель имеющая следующий вид:

$$net = \text{newrb}(P, T, GOAL, SPREAD),$$

где P - матрица входных данных; T - вектор выходных данных; $GOAL$ - среднеквадратическая ошибка; $SPREAD$ - параметр влияния радиально-базисной функции.

Рассматривается вариант снижения погрешности проверочных точек на основе планирования эксперимента. В качестве влияющих факторов рассматривались число первого и 3 столбцов матрицы обучающей выборки. Было получена наименьшая погрешность проверочных точек – 0,21. При этом расчетные экспериментальные значения напряжения стабилизации совпали в смысле годности и негодности. Предлагаемая модель прогнозирования качества полупроводниковых приборов позволяет существенно сократить интервал обучения и повысить интервал прогноза.

Порядок расчетов включает в себя следующие этапы:

- 1) синтез математической модели;
- 2) составление программы расчетов на основе нейросетевой модели;
- 3) составление плана эксперимента;
- 4) расчет погрешности проверочных точек согласно плану эксперимента;
- 5) синтез регрессионной зависимости;
- 6) движение по градиенту;
- 7) выбор допустимой погрешности проверочных точек.

Библиографический список

1. Качалов, О.Б. Методы снижения погрешности аппроксимирующих зависимостей/ О.Б. Качалов, Н.П. Ямпурин// Международная научно-техническая конференция «АНТЭ-2013», сборник докладов. - 2013. - С.200-203.
2. Мишанов, Р.О. Разработка прогнозных модели качества полупроводниковых приборов методом экстраполяции/ Р.О. Мишанов, М.Н. Пиганов// Известия Самарского научного центра РАН, выпуск № 4-3, том 16, Самара-2014.- С.594-598.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОТБРАКОВКИ ИЗДЕЛИЙ РЭС НА ОСНОВЕ РОБАСТНОЙ МОДЕЛИ

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

Вся работа по конструированию нового изделия представляет собой процесс преобразования информации вплоть до реализации изделия в его конечном виде. Конструирование и технология производства являются частями сложного процесса разработки РЭС и не могут выполняться в отдельности, без учета взаимосвязей между собой и с другими этапами разработки. Рабочие системы РЭС характеризуются набором параметров, которые задаются техническим заданием на разработку изделия. Реализация этих параметров в эксплуатации зависит как от общего комплекса дестабилизирующих факторов условий эксплуатации (климатических, механических и пр.), так и от качества разработки и технологии производства. Развитие технологий, методик и применение их при проектировании изделий дает возможность разработчику РЭС использовать принципиально новые подходы и методы для сокращения сроков разработки, улучшения технических и снижения экономических показателей создаваемых средств. Одним из видов таких средств может служить метод отбраковки РЭС на основе робастной модели. Что представляет собой данная модель и в чем ее преимущество?

Одним из важных этапов является испытаний РЭС по определенным методикам, в которых присутствует сам метод, средства и условия испытаний, алгоритмы выполнения операций, методы оценивания точности и достоверности результатов.

Работа современных радиотехнических систем и изделий происходит в условиях действия различного рода мешающих факторов, связанных с искажениями сигналов в устройствах формирования и устройствах передачи, а также отличием характеристик устройств обработки от номинальных значений. При этом параметры РЭС зависят от используемых сигналов и устройств обработки, а также определяются конкретными условиями функционирования и возможностями данной системы.

В реальных условиях полное описание условий функционирования РЭС невозможно. Обычно отсутствует информация о видах и характеристиках искажений сигналов и ошибок в устройствах обработки. В наиболее сложных условиях работают системы, в которых структура и параметры сигнала принципиально неизвестны. Это, например, РЭС, предназначенные для приема излучения биологических объектов и сигналов внеземных цивилизаций. В схожих условиях работают системы, сигналы которых известны, но подвергаются сильным искажениям. Это, например, системы дальней космической связи.

В настоящее время для преодоления неопределенности используются методы адаптации, непараметрической статистики и робастные алгоритмы.

Одними из самых универсальных и эффективных являются робастные, т.е. слабочувствительные к малым отклонениям от модели, алгоритмы. Такие алгоритмы по своим качественным показателям приближаются к адаптивным, а по диапазону возможных изменений характеристик сигналов и помех - к алгоритмам непараметрической статистики.

Недостатком существующих методов отбраковки изделий РЭС является недостаточная точность существующих моделей. Снижение погрешности этих моделей мы предлагаем за счет использования переменной обучающей выборки.

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ALTIUM DESIGNER

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Altium Designer — это комплексная система проектирования электронных устройств. Основной концепцией программы является сквозное проектирование. Разработчик имеет возможность сформировать схему и создать по ней печатную плату. Система позволяет разработчику создавать электронные проекты, начиная с электрической принципиальной схемы, проводить моделирование полученных схем, готовить файлы для производства.

Большинство разработчиков электроники сталкивается с проблемой получения документов в формате ЕСКД. Цель работы - возможность автоматизированного получения выходной конструкторской документации (КД), такой как перечень элементов, спецификация и ведомость покупных изделий, на узлы печатного монтажа, разработанные в Altium Designer с помощью плагина GOST 2.701-2008/2.106-1996, доступного с версии 15.0.

Создание КД осуществляется через шаблоны, предоставляемые плагином, но для его корректной работы необходимо настроить проект в соответствии с полями шаблонов. Кроме того, у каждого компонента схемы должны быть прописаны свои параметры, которые далее будут использоваться для вывода КД.

Вместе с этим появляется вопрос организации такой библиотеки компонентов. На настоящий момент в среде Altium Designer существуют четыре типа доступных для использования библиотек: 1) библиотека посадочных мест, которая содержит посадочные места компонента; 2) схемная библиотека, содержащая условно-графическое обозначение компонента; 3) интегрированная библиотека, хранящая внутри проекта библиотеки с символами, посадочными местами и файлы других моделей (SPICE, IBIS); 4) библиотека баз данных – в основе которой база данных, содержащая записи о компонентах, где для каждой записи указан применяемый символ, посадочное место и другие модели, а также набор атрибутов. Использование базы данных в качестве основы библиотеки Altium Designer дает пользователю целый ряд преимуществ, главное из которых заключается в удобстве редактирования параметров компонентов библиотеки, добавлении новых параметров и мгновенной синхронизации изменений.

Следовательно, для присваивания компонентам параметров и вывода КД, они должны быть прописаны в базе данных таким образом, чтобы происходило согласование ключевых слов шаблона и полей, записанных в базу данных. Также необходимо создать для каждого компонента весь модельный ряд, выпускаемый заводом-изготовителем и прописанный в технических условиях (ТУ), а это несколько тысяч строк в базе данных. А значит, при заполнении данных человеком возрастает вероятность ошибки, которая может повлечь за собой использование не того компонента и неработоспособность опытного образца, причину которой будет сложно найти. Таким образом, появляется задача автоматизации заполнения базы данных необходимыми данными.

Для решения поставленной задачи была написана программа на C++, которая по вводимым в нее с клавиатуры данным из ТУ получает на выходе готовую БД в формате csv. После чего ее необходимо добавить в качестве исходной базы данных в Altium Designer и подключить к проекту. После создания проекта печатного узла с помощью шаблона выводится в необходимом формате выходная КД.

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО КОНДЕНСАТОРАМ

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

В настоящее время невозможно представить предприятие, в котором не требуется обработка некоторого объема информации. Для учета и контроля данных служат различные картотеки, регистрационные журналы, списки и т.д. При большом объеме информации поиск нужных сведений осуществляется вручную, и представляет собой трудоемкий процесс. Поэтому и возникла необходимость создания баз данных.

База данных – это структурированная совокупность данных, совместно хранящихся и обрабатывающихся в соответствии с некоторыми правилами.

Программа с условным названием «Конденсаторы» предназначена для автоматизации делопроизводства, ведения документации и выдачи различных отчетов.

Для создания базы данных используется MS Access. В ее состав входят конструкторы таблиц, форм, запросов и отчетов. Как и любой элемент семейства Microsoft Office, MS Access хорошо интегрирован с другими приложениями Microsoft Office. При работе с Microsoft Access, пользователь имеет доступ к функции авто замены, список которой един для всех приложений Microsoft Office.

При разработке базы данных первый этап является создание таблиц, в которые впоследствии будет вводиться информация. Для того, чтобы создать новую таблицу, нужно:

1. задать структуру таблицы;
2. ввести данные в таблицу.

Для определения структуры необходимо описать каждое поле таблицы. В описании каждого поля необходимо указать его имя, тип данных, хранящихся в данном поле. В дальнейшем данные в таблице могут дополняться новыми данными, редактироваться или исключаться из таблицы.

Разрабатываемая база данных содержит в себе информацию по конденсаторам; к ней относятся:

- емкость;
- температурный коэффициент емкости;
- номинальное напряжение;
- полярность;
- допустимое отклонение емкости;
- дата изготовления.

Итоговая информация должна быть представлена в форме, удобной для восприятия. Для этого в Microsoft Access входят мастера по созданию форм и отчетов. Они не требуют предварительного создания запроса при создании многотабличной формы или отчета. В открываемом мастером окна выбора полей пользователь имеет возможность выбирать поля из любых таблиц в базе данных. Microsoft Access анализирует связи, определенные для отобранных данных, и предлагает выбрать соответствующие параметры. Имеется также выбор из широкого набора стандартных авто форматов и фоновых рисунков для форм и отчетов.

РЕДАКТОР БАЗЫ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТОВ ALTIUM DESIGNER

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

В настоящее время на предприятии АПЗ им. П.И. Пландина широко используют 3D-модели при проектировании электрорадиоэлементов (ЭРЭ). В качестве основного инструмента для создания электронных 3D-моделей используется программа Creo Parametric компании Parametric Technology Corporation (PTC). Электронные модели ЭРЭ создаются в формате Creo (*.prt) с использованием таблицы семейств (table family). 3D-модели ЭРЭ с таблицей семейств используются при создании 3D-сборок электронных узлов, спроектированных в Altium Designer с использованием библиотеки компонентов.

Для проектирования 3D-модели ЭРЭ необходимо наличие записи для ЭРЭ в электронной базе нормативно-справочной информации IMBASE. В базе данных важным параметром для ЭРЭ является своего рода уникальный идентификатор – ImbaseKey, с помощью него происходит связь 3D-модели с рядом других программ, необходимых для проектирования изделия. При наличии такой записи инженер-конструктор создает 3D-модель ЭРЭ и присваивает ей все параметры, необходимые для файла Creo. Затем он создает таблицу семейств внутри своей модели, причем имя базового экземпляра таблицы семейств должно совпадать с именем файла Creo.

После сохранения файла электронной модели ее разработчиком, индексный файл Creo (ELECTRONICS.idx) обновляется, и в него добавляются новые экземпляры таблицы семейств из файла электронной модели. Затем электронную модель ЭРЭ сдают в электронный архив Search (система ведения архива технической документации предприятия и управления данными об изделиях), при этом в Search создается объект с типом «Прочие» с пустым обозначением, соответствующий нужному ЭРЭ и связанный с базой данных IMBASE по ключу.

В связи с тем, что возникла необходимость обеспечения связи 3D-модели ЭРЭ с базой элементов Altium Designer, была разработана программа – Редактор базы данных электрорадиоэлементов Altium Designer. В редакторе подключены две библиотеки – рабочая база компонентов и база утвержденных компонентов. Изначально, инженер-конструктор заносит запись об электронном элементе во временную (рабочую) базу данных. Перемещается элемент из временной базы данных в утвержденную только при наличии 3D-модели элемента (экземпляра в таблице семейств модели). Также в утвержденной базе автоматически заполняется поле ImbaseKey в соответствии с его значением для этого элемента в базе данных IMBASE. При создании проекта в Altium Designer инженер-конструктор добавляет электронные компоненты из утвержденной базы данных с заполненным полем ImbaseKey. Далее осуществляется связь проекта Altium Designer и 3D-сборки, разработанной в Creo. Для связки проектов электронных изделий Altium Designer и 3D-сборок используется формат IDF (файлы *.emn, *.emp). При импорте из Altium Designer в формат IDF создается emn-файл, описывающий среди прочего компоненты проекта и три их параметра (ТПМ-footprint, ключевое поле VCPID и позиционное обозначение-refdes). После обработки emn-файла и некоторых преобразований мы получаем в результате 3D-сборку на основе справочных элементов IMBASE и можем получить электронное дерево состава в программе Search и спецификацию в AVS. Далее приведена схема создания и использования 3D-моделей электрорадиоизделий.

живании потока воздуха около определенных поверхностей фюзеляжа, вызывающее адиабатическое сжатие и, вследствие этого, нагрев поверхности. Интенсивность такого нагрева зависит от скорости полета.

Обеспечение тепловых режимов бортовых ЭС может быть выполнено в следующих двух вариантах.

1. Для блоков ЭС, удельная тепловая нагрузка которых не превышает $0,01 \text{ Вт/см}^2$, целесообразно использовать систему естественного воздушного охлаждения. В таких системах охлаждения теплоотвод от теплонагруженных элементов реализуется путем увеличения тепловых проводимостей, которыми характеризуются каналы передачи тепла от нагретых элементов к окружающей среде.

2. Для блоков ЭС удельной тепловой нагрузкой более $0,5 \text{ Вт/см}^2$ или с тепловой нагрузкой нагретой зоны более $0,9 \text{ Вт/см}^2$, нужно применять системы принудительного воздушного охлаждения.

Принудительное воздушное охлаждение может осуществляться с помощью электровентиляторов, установленных в блоке или на монтажной раме, или центральной системой охлаждения, за счет подачи воздуха в блок от постоянного источника, установленного на самолете. На сегодняшний день наиболее простая и часто применяемая система воздушного охлаждения блоков ЭС реализуется при помощи электровентиляторов, расположенных в нижней части блока или при установке вентилятора со стороны передней панели. Реже используют размещение вентиляторов непосредственно в монтажной раме. Этот способ размещения позволяет расположить большее число вентиляторов по сравнению с их размещением в блоке. Они могут иметь собственную систему управления, независимую от блока, находящегося на этой раме (например, включение вентиляторов при превышении температуры окружающей среды выше заданной). Минусом данного метода размещения вентиляторов является высокое гидравлическое сопротивление воздуха. Оно приводит к чрезмерно большой турбулентности и снижению эффективности вентиляторов.

В отдельных случаях необходимо применять жидкостные системы охлаждения.

Особое внимание нужно уделить правильному распределению воздушных потоков от вентиляторов к охлаждаемым узлам с целью рационального использования потока. При этом нужно учесть, что доля потока, подводимая к каждому узлу, определяется его рассеиваемой мощностью и зависимостью его надежности от температуры.

УДК 681

КОТОВА Ю.А., РЯЗАНОВ А.В.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЖГУТОВ

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

В настоящее время для выполнения измерений, наблюдений и контроля сложных физико-технических процессов широко используются автономные измерительные устройства, которые являются громоздкими, дорогостоящими и быстро морально устаревают. В результате этого человек, проводящий те или иные измерения, испытывает дискомфорт и скованность в движении, что сказывается как на скорости, так и на точности измерений. В то же время производительность и доступность современных компьютеров позволяют использовать их для реализации алгоритмов, заложенных в традиционных измерительных приборах при помощи средств виртуализации [3].

Авторами была рассмотрена возможность автоматизации системы контроля параметров жгутов. Она включает в себя лабораторный источник питания, генератор сигналов, мультиметр, осциллограф и персональный компьютер для документирования результатов. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

выбор среды виртуализации; выбор аппаратных средств; разработка виртуального прибора.

Наиболее предпочтительными средами разработки виртуальных приборов являются: LabVIEW, DASyLab и ZETLab Studio. Их сравнительные характеристики приведены на сайтах производителей [1,2,3]. ZETLab имеет ограниченный круг использования, в силу того, что она совместима с узким перечнем аппаратных средств и мало описана в литературе. DASyLab и LabVIEW совместимы с одинаковым набором аппаратных средств. Но в отличие от DASyLab, LabVIEW достаточно хорошо описана в русскоязычной литературе. Средой виртуализации была выбрана LabVIEW.

Гарантией совместимости и максимальной производительности программ, созданных в среде виртуализации LabVIEW, является выбор аппаратных средств фирмы National Instruments. При выборе АЦП/ЦАП были проанализированы платы трех основных серий: В Series, М Series и Е Series. Платы этих серий являются многофункциональными и оснащены PCI интерфейсом. Сравнительная характеристика плат приведена в [2].

Платы В Series достаточно дешевы, но имеют малые диапазоны входного и выходного напряжения. Представители М Series обладают нужным диапазоном и достаточными точностными характеристиками. У плат Е Series точность немного выше, чем у плат М Series, но цена почти в два раза больше. Таким образом, целесообразно использовать плату М Series PCI-6251. Исходя из выбранной среды виртуализации и аппаратного обеспечения, был разработан виртуальный прибор, позволяющий в автоматическом режиме отслеживать выходное напряжение и форму сигналов на выходах жгута.

В результате сравнения экспериментальных данных, полученных с помощью разработанного виртуального прибора и физических измерительных приборов, было определено, что разница в измерениях не превышает 1,5%, в то время, как объем используемого рабочего пространства и количество операций контролера с измерительными приборами сокращаются, что говорит о целесообразности применения средств виртуализации.

Библиографический список

1. <http://dasylab.com/>
2. <http://ni.com/>
3. <http://zetlab.ru/>

УДК 621.396.6.001.4

МАКАРЫЧЕВ Д.Ю.

МЕТОДИКА СОКРАЩЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ РАДИОИЗДЕЛИЯ

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

Актуальность работы связана с возобновлением на АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина» производства одного из радиоэлектронных изделий в рамках программы по импортозамещению в области ВПК, которая накладывает запрет на использование комплектующих и материалов импортного производства при производстве узлов ВТ.

В связи с этим специалистам АПЗ, совместно с головным разработчиком изделия, была поставлена задача по переходу, по возможности, от компонентов импортного производства на их аналоги отечественного производства без ухудшения технических характеристик изделия. А так как в компонентах изделия присутствовали ЭРИ импортного производства, то была начата работа по поиску отечественных аналогов и проработана возможность их использования в составе изделия.

По итогам этой работы выяснилось, что, кроме одной микросхемы, вся аналогичная элементная база ЭРИ уже существует и может быть использована в блоке без ухудшения технических характеристик, а требуемая микросхема находится на стадии испытаний у изготовителя в стадии постановки на производство.

Так как выпуск микросхемы затянулся, АПЗ столкнулся с проблемой выпуска изделия в установленный срок согласно технологическому циклу с проведением производственных испытаний, которые подтверждают качество произведенных изделий. Из-за этого была поставлена дополнительная задача по сокращению цикла проведения производственных испытаний без ухудшения их качества, для выполнения обязательств по производству в установленный срок.

В связи с этим началась проработка возможности сокращения производственных испытаний. Так как утвержденная программа испытаний была построена на последовательном методе проведения испытаний, который подразумевал поочередное раздельное испытание изделия на воздействия механические, климатических факторов, то было предложено модернизировать программу испытаний, что подразумевает проведение испытаний параллельно на 2 изделиях.

Согласно новой программе испытаний, первое изделие проходило испытания на воздействие механических факторов, таких как испытания на вибропрочность, на воздействие линейных ускорений, на ударопрочность. Второе изделие подвергалось испытаниям на воздействие климатических факторов, а именно, на воздействие пониженной и повышенной температуры.

Благодаря проведенной работе удалось составить программу проведения испытаний с сокращением времени проведения производственных испытаний без ухудшения качества проверки технических характеристик при воздействии внешних воздействующих факторов, которым должно соответствовать изделие согласно ТУ.

УДК 681

МОРОЗОВ Д.В., РЯЗАНОВ А.В.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ВОЗДУХА

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

Комплексы вентиляционного оборудования предназначены для выполнения требований к таким характеристикам воздушной среды, как степень чистоты, температура и влажность в соответствии со СНиП. Эти требования обусловлены тем, что концентрация в воздухе потенциально вредных веществ (мелкодисперсные частицы, газы, испарения) ограничивается предельно допустимыми безопасными для здоровья людей значениями, а температура и влажность воздуха определяются исходя из условий, требуемых для создания комфортных условий для работников.

Системы вентиляции, таким образом, являются средствами первой необходимости и обязательны к установке во всех жилых и производственных помещениях. Все это обусловлено тем, что в случае отсутствия вентиляции в закрытых помещениях возрастает концентрация углекислого газа и других вредных веществ, возникающих в процессе производства, повышается уровень влажности, что ведет к развитию плесневых грибков. Кроме того возрастает запыленность. Все это негативно сказывается на здоровье людей, вызывает быструю утомляемость и снижение работоспособности [1].

Известно, что автоматическое управление вентиляцией позволяет снизить потребление тепла и холода, а следовательно, и энергопотребление. Задачей средств регулирования и автоматики вентиляции является обеспечение требуемого производственного климата и управление его параметрами. Средства автоматического

управления вентиляцией должны обеспечивать регулировку скорости вращения вентиляторов (1); защиту от замерзания водяного калорифера в холодное время года (2); контроль и обеспечение требуемых параметров воздушной среды (3); регистрацию и отображение степени загрязненности воздушных фильтров (4).

Авторами была рассмотрена возможность автоматизации системы вентиляции воздуха в производственном помещении путем доработки имеющегося вентиляционного оборудования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: выбор аппаратных средств автоматизации; разработка структурной схемы автоматизированной системы вентиляции.

Система автоматики вентиляции должна включать следующие элементы [2]:

- первичные датчики, с помощью которых измеряются различные параметры управляемой системы в режиме реального времени. Изменение параметров среды фиксируется датчиком и в форме электрического сигнала передается на регулятор;

- регуляторы - это важнейшие элементы системы, поскольку они обеспечивают непосредственное управление исполнительными механизмами;

- исполнительные механизмы – это приводы исполнительных устройств (вентиляторов, смесителей и прочих). По принципу действия они, как правило, бывают электрическими или пневматическими.

Было принято решение доработать существующую систему вентиляции цеха путем установки внутренних и внешних датчиков температуры, контроллера приточной вентиляции КОНТАР и управляемых переключателей, что позволит снизить энергопотребление вентиляционной системы без снижения качества воздушной среды производственного помещения.

Библиографический список

1. <http://www.rtf-info.ru/>
2. <http://www.airclimat.ru/avtomatika.htm/>

УДК 621.396.69

ПАНЬКИНА Т.А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАЗБРАКОВКИ ИЗДЕЛИЙ РЭС НА ОСНОВЕ МЕРЫ БЛИЗОСТИ

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

Современный этап развития радиоэлектроники и телекоммуникационных систем характеризуется обострением проблемы надежности вследствие усложнения радиоэлектронных средств (РЭС), выражающегося как в резком увеличении качества используемых элементов и блоков, в появлении качественно новых ответственных функций, возлагаемых человеком, так и в расширении условий работы. Важную роль при этом играют методы распознавания образов для разбраковки изделия РЭС. Методика разбраковки должна быть, с одной стороны, сравнительно простая, но в то же время эффективная, с точки зрения точности разбраковки.

Целью данной работы является разработка методики разбраковки изделия РЭС на основе меры близости.

Воспользуемся данными из работы [1], откуда возьмем выборку, состоящую из 50 экспериментов паяных соединений. Прогнозируемый параметр – поверхностное сопротивление изоляции. При поверхностном сопротивлении изоляции, равном менее $1 \cdot 10^9$ Ом, – изделие принималось как не годное изделие. При поверхностном сопротивлении изоляции более

$1 \cdot 10^9$ Ом – годное изделие. Поверхностное сопротивление изоляции в данном случае является выходной переменной. Входными переменными являются вязкость, клейкость и кислотное число. По входным показателям изделие можно отнести к классу годных или к классу не годных. Критериями отнесения в тот или иной класс будут расстояния в многомерном пространстве между искомой точкой и точкой, соответствующей одному из классов. В обучающую выборку вошли данные по пяти годным изделиям и пяти не годным.

Расчеты произведены в среде MATLAB:

$V = \text{zscore}(A)$;

$C = [\text{dist}(B(1,:), B(3,:)), \text{dist}(B(2,:), B(3, :))]$;

$D = C(2)/C(1)$,

где A – матрица входных данных;

B – матрица входных нормированных данных;

$C(2)$ – расстояние между точками, соответствующими образу не годных изделий и проверяемого изделия;

$C(1)$ – расстояние между точками, соответствующими образу годного изделия и проверяемого изделия.

В первой строке матрицы A приведены средние значения входных переменных по образу «годные изделия», во второй – средние значения входных переменных по образу «не годные изделия», в третьей – значения входных переменных проверяемого изделия. Чем выше величина D , тем ближе проверяемое изделие к образу «годные изделия». Результаты расчетов показали, что для годного изделия диагностический коэффициент больше единицы, а для не годных – меньше единицы. При этом эффективность распознавания 100%.

По расчетам видно также, что разработанная методика имеет высокую эффективность распознавания и в то же время проста в использовании.

1. **Шумских, И.Ю.** Обучающий эксперимент при прогнозировании качества и надежности паяных соединений/ И.Ю. Шумских, С.В. Тюлевин // Вестник СГАУ, выпуск № 7(31), Самара-2011.- С.69-76.

УДК 621.396

ПИЛЬКЕВИЧ А. В., ФОМИНА К.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛЕНОЧНОГО ЭЛЕМЕНТА ПРОИЗВОЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Специфической для микроэлектроники является сложная конфигурация пленочных элементов, для которых вычисляется величина сопротивления.

Предлагаемая методика заключается в разбиении исследуемой структуры сложной конфигурации с удельным сопротивлением ρ Ом·м на простейшие базовые элементы, расчет которых не представляет трудностей. Такая методика, учитывающая косвенно двумерность структуры поля потенциалов, отличается от известных, основанных на точных и приближенных методах конформных отображений, простотой и универсальностью и не требует использования сложных в освоении программ многомерного анализа, базирующихся на численных методах конечных разностей или конечных элементов.

При параллельности контактов пленочный элемент разбивается на прямоугольные базовые элементы с отношением $a_i / \Delta_i \geq 10$, где a_i - длина, Δ_i - ширина i -го базового элемента. В противном случае разбиение на прямоугольные элементы продолжается до тех пор, пока вблизи точки O пересечения перпендикуляров к серединам контактов не выделится

дуговой участок с центром в точке O' пересечения линий разбиения.

Размеры электродов на базовом элементе определяется длиной его области соприкосновения с предыдущим и последующим базовыми элементами.

Результирующее сопротивление пленочного элемента равняется сумме всех сопротивлений базовых элементов. Возможности методики расширяются при использовании, в ряде случаев, инверсии граничных условий.

Сопротивления простейших базовых элементов прямоугольной и дуговой геометрии вычислялись методом конформных отображений и приведены к простейшему виду. Для прямоугольного

$$R = \frac{\rho}{\frac{n2}{\pi} \ln 2 + \frac{m}{\Delta}},$$

где $n = 1$ или 2 - число рассеяний с концов электродов базового элемента; Δ – толщина и m – длина области перекрытия электродов базового элемента.

Для дугового

$$R = \frac{\rho}{\frac{n2}{\pi} \ln 2 + \frac{1}{\alpha} \ln \frac{r_m}{r_n}},$$

где $n = 1$ или 2 - число рассеяний с концов электродов базового элемента ; α длина дуги дугового базового элемента; r_m и r_n наименьшая из наибольших и наибольшая из наименьших координаты электродов дугового элемента по обе его стороны.

Как видно, каждое рассеяние с конца электрода приводит к расширению области существования поля примерно на $(2/\pi)\ln 2 \approx 0,5$ квадрата.

Приведены результаты исследования ряда пленочных структур общего вида, в том числе для построения датчиков тока диапазона номиналов в единицы миллиом с топологией в виде обращенного меандра и обращенного меандра со скруглениями. Предлагаемая методика может быть использована и при оценке добротности пленочных элементов сложной формы в гибридных СВЧ схемах.

УДК629

СТОЙКОВ В.П.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ БОРТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

К конструкциям усилителей мощности бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) предъявляются жесткие требования по механической прочности и весу. Для усилителей, устанавливаемых в негерметичных отсеках, необходимо предусмотреть герметизацию корпуса.

Механическая прочность и вес РЭА во многом зависят от материала, из которого изготавливают корпус и шасси РЭА, а также от применения различных вариантов базовых несущих конструкций (БНК). Наиболее часто используемыми материалами при изготовлении несущих конструкций (силовой набор корпуса) являются сплавы алюминия (АМг, АМц, Д16), они обладают относительно высокой прочностью и малым удельным весом. Сплавы АМц хорошо свариваются газовой, атомно-водородной, аргонодуговой и контактной сваркой. Сплавы АМг2, АМг3 свариваются точечной, газовой сваркой, а также хорошо деформируются, что позволяет их использовать при создании гнутых деталей. Сплав Д16 поддается свариванию и используется в силовых конструкциях, внутренних перегородках,

радиаторах, а также хорошо держит целостность резьбового отверстия.

Различные варианты исполнения бортовой РЭА осуществляются за счет 3-х уровней БНК. БНК первого уровня это отдельные функциональные ячейки – субблоки (цифровые и аналоговые радиоэлектронные средства, модули от низкочастотных до сверхвысоких частот), могут быть каркасного и бескаркасного типа, а также иметь радиатор. В БНК второго уровня входят блоки, размещающие в себе БНК1. БНК2 преимущественно имеют прямоугольные корпуса и элементы сопряжения с монтажным устройством. Третий уровень БНК представляет собой монтажное устройство (стойки, стеллажи, монтажные рамы и т. д.).

Характерными особенностями бортовых усилителей являются:

- 1) высокая мощность рассеивания (более 5 Вт/см²);
- 2) электромагнитное воздействие мощных каскадов усилителей, пагубно влияющее на их чувствительные элементы.

Для обеспечения нормального теплового режима усилителей необходимо использовать систему естественного охлаждения (для усилителей с низкой тепловой нагрузкой) или систему принудительного воздушного охлаждения (для блоков с повышенной тепловой нагрузкой). В случаях, когда тепловая нагрузка усилителя превышает 15-20 Вт/см², необходимо применить жидкостную систему охлаждения. Элементы, имеющие высокую рассеиваемую мощность (например, транзисторы), необходимо вынести за пределы печатных узлов и установить их на радиатор, а также выполнить их соединение с печатным узлом посредством электро монтажа. После принятия конструкторских решений необходимо выполнить расчет температур элементов усилителя в современных программных пакетах (Асоника, SolidWorks, T-FLEX и т. п.)

В усилительных устройствах находятся узлы, функционирование которых осуществляется на основе сигналов с низкими уровнями электрических напряжений. Воздействие электромагнитных полей мощных каскадов усилителей на такие узлы может привести к нарушению их нормального функционирования, вследствие чего может нарушиться работа всего усилителя. Для предотвращения воздействия потенциальных источников помех на чувствительные элементы, последние необходимо экранировать, а питающее напряжение подавать через фильтрующие цепи. В качестве экранов используют сплавы на основе меди, сталь или иные материалы. Толщина экранов принимает значение от 0,1 до 0,5 мм.

УДК 621.371

ТОРГОВАНОВ А.И., НИКУЛИН С.М.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ В ВОЛНОВОДАХ НЕСТАНДАРТНОГО СЕЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Векторные анализаторы электрических цепей (ВАЦ) позволяют определять комплексные коэффициенты передачи и отражения активных и пассивных СВЧ устройств. Возможность решения широкого круга задач, сделала его одним из основных радиоизмерительных приборов [1]. Для устранения влияния прибора на измерения используют специальную процедуру - калибровку [2, 3]. Для волноводов стандартного сечения она выполняется с помощью специального набора калибровочных стандартов с метрологическим обеспечением.

В докладе предложен новый метод калибровки 2LR для нестандартных и стандартных волноводов: полосковых линий передачи, П- и Н- образных волноводов [5, 6] и «быстрых разъемов» (например SMP). Одна из экспериментальных установок состояла из ВАЦ Rohde & Schwarz ZVA24 и поверочного волноводного набора Э9-126. В наихудшем случае

достигнутая погрешность измерений составила 2%, что соответствует погрешности изготовления поверочного набора.

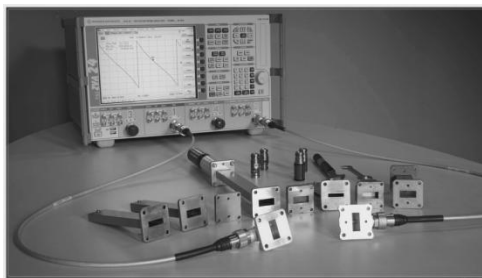


Рис. 1. Вид экспериментальной установки на базе Rohde & Schwarz ZVA24

Результатом реализации проекта будет создание программного обеспечения для калибровки векторных анализаторов цепей. Основные характеристики:

- ПО способно работать как на отдельном ПК или ноутбуке, так и встраиваться в ПО современного анализатора цепей;
- возможность совместной работы с ВАЦ следующих производителей: Rohde & Schwarz (Германия), Keysight (США), Anritsu (Япония), Planar (Copper Mountain Technology, г. Челябинск), Микран (г. Томск);
- поддержка стандартных программных интерфейсов управления контрольно-измерительного оборудования VISA, SCPI-команды;
- поддержка стандартных аппаратных интерфейсов управления контрольно-измерительного оборудования: GPIB, LAN, USB, RS-232;
- сфера применения: разработка и производство СВЧ устройств и материалов гражданского и военного назначения;
- определение погрешности измерений в соответствии с МИ3411-2013;
- предполагаемые заказчики: предприятия, специализирующиеся на выпуске радиоаппаратуры на территории России и за рубежом.

Библиографический список

- 1. Хибель, М.** Основы векторного анализа цепей. –Пер. с англ. С. М. Смольского под ред. У. Филлипп. –М.: Издательский дом МЭИ, 2009, с. 14-21,
- 2. Пивак, А.В.,** Губа В.Г., Иващенко И.А., Коньшев А.В., МИ 3411-2013, ФГУП «СНИИМ», Новосибирск, 2013г. с. 54;
- 3. Хибель, М.** Основы векторного анализа цепей. –Пер. с англ. С. М. Смольского под ред. У. Филлипп. –М.: Издательский дом МЭИ, 2009, с. 133-150,
- 4. Громов, А. Г.,** Расчет волноводов сложных сечений. - ИЗВЕСТИЯ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 5 выпуск 2010 г., с. 3 – 11,
- 5. Ефимов, И.Е., Шермина Г.А.,** «Волноводные линии передачи», М.: Связь, 1979 г., с. 76 – 84.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ПРОВОДНИКОВ В КВАЗИ-Т-ПРИБЛИЖЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Полосковые и микрополосковые линии, используемые в микроволновых устройствах СВЧ-диапазона в качестве волноведущих структур, имеют обширную номенклатуру и подразделяются на группы по признакам основной волны, а внутри группы – по конструктивным вариантам. Последние различаются по специфическим конфигурациям пленочных проводников, подложек, типу экранов, слоистости сред заполнения, электрофизическим характеристикам материалов (диэлектрические, магнитные, сегнетоэлектрические, полупроводниковые, анизотропные, гиротропные), по степени связности пленочных проводников – одно-, двух- и многосвязные. Такие линии широко используются при построении направленных ответвителей, фильтров, линий задержки, аттенуаторов и терминаторов, межсоединений высокоскоростных цифровых интегральных схем, широкополосных устройств согласования.

Основной рабочей волной в полосковых структурах с однородным диэлектрическим заполнением является квази-Т-волна. Она является также основной в полосковых структурах с многослойным, неоднородным диэлектрическим и диэлектрико-полупроводниковым заполнением микроволновых устройств СВЧ. Однако здесь присутствуют и волны высших типов. Для практических расчетов различных видов полосковых структур типа несимметричных, симметричных, копланарных, желобковых, обращенных, на подвешенной подложке с многослойной средой заполнения используется, как правило, одномодовое квази-Т-приближение с введением по Уиллеру эффективной диэлектрической проницаемости.

В связи с развитием строгих многомодовых электродинамических методов квазистатический подход утратил свое прежнее значение базового метода анализа и синтеза полосковых структур, однако по-прежнему остается в микроволновой электронике СВЧ основным инженерным методом расчета волнового сопротивления структур со сложными конфигурациями проводников, экранов, диэлектрического заполнения с зависимостью его от напряженности поля и координат.

Анализ программных продуктов для решения поставленных задач показал, что наиболее эффективным и легко осваиваемым является отечественный комплекс ELCUT решения двумерных (в том числе связанных) задач с учетом изотропных, анизотропных, нелинейных свойств материалов и произвольных граничных условий. ELCUT имеет подробное описание, позволяет легко построить модель исследуемой сложной линии, определить структуру поля потенциалов, плотностей токов и мощностей, матрицу погонных емкостей и проводимостей, волновые сопротивления, исследовать влияние конструктивных параметров на интегральные характеристики линии, учесть анизотропию диэлектрических проницаемостей многослойных структур, их зависимости от напряженности поля и координат (задаются в виде формул, либо таблично и автоматически аппроксимируются сплайнами).

В работе приведены исследования ряда полосковых структур общего вида, диффузионно-эпитаксиальной микрополосково-желобковой линии, контейнера для измерения диэлектрической проницаемости подложек в виде коаксиальной линии с вертикальными стенками во внешнем проводнике, плавного широкополосного перехода согласования копланарных линий с сохранением постоянного волнового сопротивления.

ВЫБОР СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПО РЕЗИСТОРАМ

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

Процесс поиска необходимой информации по элементной базе представляет собой довольно трудоемкую задачу, потому что систематизация элементов, в частности, резисторов по назначению, техническим, способам монтажа, защиты и др. приводит к накоплению большого количества архивных (справочных) данных, хранящихся на бумажных носителях (карты, регистрационные журналы и проч.). Ускорить и облегчить процесс поиска необходимой информации позволяет использование автоматизированных информационно-справочных систем. Ядром подобных систем является база данных (БД), в которой информация хранится в систематизированном (структурированном) виде, что позволяет автоматизировать все операции по хранению и обработке информации.

Известно довольно много типов баз данных: MS Access, Paradox, FoxPro, dBase, SQL Server и др. Все они являются реляционными базами данных и, с точки зрения пользователя, обладают практически равными функциональными возможностями. На физическом уровне они отличаются форматами сохранения данных. Кроме того, для работы с ними требуется установка соответствующего программного обеспечения (системы управления базами данных - СУБД).

В то же время средства быстрой разработки приложений (RAD системы), такие как Delphi, C++Builder и др. имеют механизмы доступа к различным типам баз данных. Поэтому при выборе типа БД для информационно-справочной системы необходимо учитывать не только собственно характеристики различных БД, но и особенности среды разработки программного обеспечения для информационно-справочной системы.

Использование СУБД любого типа требует от пользователя достаточно высокого уровня профессиональной подготовки, длительного изучения конкретной СУБД. Информационно-справочная система должна предоставлять пользователю простой, интуитивно понятный интерфейс и не требовать специального обучения при использовании этой системы.

В работе был произведен сравнительный анализ следующих СУБД: Microsoft Access, Oracle, Apache, Visual FoxPro; электронной таблицы Microsoft Excel.

Установлено, что для работы приложений с различными типами БД требуется установка дополнительного программного обеспечения (BDE, SQL Server и т.п.), что не всегда возможно в конкретной обстановке. В то же время, MS Access имеет встроенный механизм доступа к БД данного типа (ADO) и не требует в среде MS Windows никакого дополнительного ПО. Кроме того, MS Access имеет механизмы импорта данных из внешних источников разных типов, что позволяет достаточно легко пополнять БД из различных источников. ОС Windows и MS Office установлены на всех компьютерах АПИ НГТУ, в чьих интересах разрабатывается информационно-справочная система.

Для создания автоматизированной информационно-справочной системы по резисторам наиболее целесообразно использовать СУБД Access.

УДК 656.7.052

БАРЕЕВА А.И., СЕМАШКО А.В., ЯМПОЛЬСКИЙ А.А.**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КВ КАНАЛА В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ
КОМАНДНОГО ЧТ-8 МОДЕМА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В радиосвязи всегда существовала задача минимизации вероятности ошибки при приеме КВ сигналов. С развитием технических средств требования к помехоустойчивости ведения связи постоянно растут. В некоторых ситуациях помехоустойчивость какого-либо приемника может зависеть от канала, выбранного для передачи сигнала. В связи с этим очень важной становится задача оценки характеристик канала связи. Их сравнительный анализ даст возможность для выбора самого благоприятного канала для передачи, что в свою очередь позволит минимизировать вероятность некорректного приема данных.

Метод выбора наилучшего канала для передачи представлен в приемнике восьмипозиционных частотноманипулированных (ЧМ8) сигналов, передающихся в полосе телефонного канала, который успешно реализован на НПП «Прима». Оценка характеристик канала строится на расчете трех параметров для предполагаемых каналов на передачу: вероятности битовой ошибки (BER), временной задержки второго луча (в случае возникновения эффекта многолучевости в канале связи) и отношения мощности сигнала к средней мощности помех (SINAD). Все оценки характеристик канала должны выполняться на длине одного пакета.

Для ЧМ8 (с использованием ортогональных частот) сигналов осуществляется пакетная передача. Модем использует блочное кодирование (кодер Голея), перемежитель вносит избыточность для проведения мажоритарного голосования. Приемник построен на основе восьми корреляторов со скользящими интеграторами. По выходному уровню скользящих интеграторов осуществляется расчет двух характеристик для оценки канала: времени задержки второго луча и SINAD. Появление многолучевости в канале связи будет влиять на форму выхода интеграторов. По ним согласно сигналам символьной синхронизации и определяется импульсная характеристика текущего принятого символа. Импульсная характеристика определяется на длительности одного символа. Затем производится анализ пиковой части выделенной импульсной характеристики. В условиях многолучевости максимальный уровень выбранной характеристики будет уменьшаться с ростом расстояния между лучами. Накапливая статистику, можно установить соответствие между интервалом постоянного уровня для рассматриваемого символа и временной задержкой второго луча. Время задержки измеряется в интервале от 0 до 6 миллисекунд.

Измерение параметра для оценки чувствительности приемника и качества передачи, т.е. SINAD, производится по усредненной амплитуде выхода скользящих интеграторов. Также по накопленной статистике было составлено соответствие между амплитудой выхода скользящих интеграторов и величиной SINAD.

Оценка BER может быть получена с помощью вычисления числа ошибок при мажоритарном голосовании. Вносимая избыточность дает трехкратное повторение, что обеспечивает возможность провести мажоритарное голосование.

В результате расчета и оценки приведенных характеристик, можно определить качество передачи в предоставленных каналах связи и выбрать наиболее удачный в плане влияния искажающих факторов для передачи конкретного сигнала, что позволит существенно повысить вероятность успешной передачи данных.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ЛВС ПРЕДПРИЯТИЯ

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

В последние десятилетия становятся распространенными так называемые центры обработки данных (ЦОД). Они предназначены для централизованного хранения информации. Обеспечивают ее доступность в пределах предприятия для каждого сотрудника, имеющего персональный компьютер или любое другое устройство, предназначенное для отображения и управления данными (моб. телефон, планшет).

Использование систем диспетчеризации позволяет иметь полную информацию о состоянии всех систем в режиме реального времени, а также позволяет снизить эксплуатационные расходы, сократить количество обслуживающего персонала, гибко реализовывать политику энергосбережения и безопасности в масштабе всего объекта. Вся информация о работе инженерных систем идет на компьютер, который находится на диспетчерском пункте. Оператор сможет визуализировать накопленную информацию за определенный промежуток времени в виде разнообразных графиков и диаграмм. Анализируя эту информацию, можно принять оптимальные управляющие решения. Лидирующими решениями на рынке в настоящее время являются программные продукты от компании EMC – SMARTS и компании HP – OneView. На российском рынке им конкуренцию составляет ПО от компании INITI – INITI Solo. Эти три продукта рассмотрены в качестве возможного решения для внедрения системы мониторинга в рамках программы “Создание типовой информационной системы предприятий ЯОК в пилотной зоне ФГУП “РФЯЦ-ВНИИЭФ”.

Каждая из перечисленных систем критична, и из-за отказа любой из них работоспособность ЦОДа может оказаться под угрозой. Для того, чтобы обслуживающий персонал ЦОД имел возможность реагировать на различные инциденты, необходим механизм мониторинга функционирования всех ключевых систем. Система мониторинга позволяет отслеживать состояние различных устройств и выводить данные на экран оператора, который в зависимости от критичности ошибки, принимает решения для ее исправления. Современные системы мониторинга позволяют также отслеживать неисправности на стороне пользователей, что позволяет быстро реагировать на заявки о неработоспособности ПК или программного обеспечения.

Целью работы являлся анализ выбранной системы мониторинга и ее внедрение в ЦОДе предприятия. Объектом исследования выступила отечественная система мониторинга «ИНИТИ». Выполнена работа по успешному внедрению системы мониторинга и его частичная настройка. При выполнении данной работы соблюдались все требования и нормы ОТ. В рамках данной работы был произведен расчет себестоимости системы, выполнены работы по настройке, представлена плановая калькуляция и определена экономическая эффективность разработки. Также в работе сформулированы требования по охране труда при работе с программным обеспечением и ЭВМ. В процессе проделанной работы были исследованы несколько систем мониторинга, их функционал, принципы работы. Были выработаны требования, выдвигаемые предприятием к таким системам, и выбрана СМиУ компании ИНИТИ. Изучено строение всех компонентов данного ПО и выработана схема реализации в структуре службы ИТ и БИ. Описана аппаратная составляющая системы мониторинга и ее настройка для полного отслеживания состояния оборудования.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНОЙ МОДЕЛИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По данным аналитических агентств, наибольший интерес предприятия проявляют к таким решениям, как IaaS (инфраструктура как сервис) и SaaS (программное обеспечение как сервис), кроме того, постепенно активизируется спрос на решения PaaS (платформа как услуга) и VPaaS (бизнес-процессы как услуга), которые пока развиваются только на зарубежных рынках.

Облачная модель хранения данных представляет собой онлайн-хранилища, в которых данные хранятся на многочисленных распределенных в сети устройствах, предоставляемых в пользование клиентам, в основном, третьей стороной. В отличие от модели хранения данных на собственных выделенных серверах, приобретаемых или арендуемых специально для подобных целей, какая-либо внутренняя инфраструктура серверов клиенту, в общем случае, не видна и в целом, не интересна. Данные хранятся и обрабатываются в так называемом «облаке», которое представляет собой, с точки зрения клиента, один большой виртуальный сервер, физически же такие серверы могут располагаться даже удаленно друг от друга географически.

Одна из главных причин увеличения спроса на облачные хранилища – это рост объемов данных, которому способствует множество факторов, например, развитие социальных сетей, приложений к ним, а также к платформам для смартфонов и планшетов, объединяющих создаваемый пользователями контент, а многие компании обрабатывают тысячи терабайтов информации в день. Так, физические лица уже давно свободно используют такие сервисы как Яндекс.Диск, iCloud или Dropbox, даже не подозревая, что это публичные облака. А организации, наравне с собственными облаками, нередко пользуются облаками провайдеров либо разворачивают гибридную ИТ-инфраструктуру для информационной поддержки своих внутренних бизнес-процессов.

Основные преимущества облачной модели хранения данных:

- возможность доступа к данным с любого компьютера, имеющего выход в Интернет;
- возможность организации совместной работы с данными;
- высокая вероятность сохранения данных даже в случае аппаратных сбоев;
- клиент платит только за то место в хранилище, которое фактически использует, но не за аренду сервера, все ресурсы которого он может и не использовать;
- клиенту нет необходимости заниматься приобретением, поддержкой и обслуживанием собственной инфраструктуры по хранению данных, что, в конечном счете, уменьшает общие издержки производства;
- все процедуры по резервированию и сохранению целостности данных производятся провайдером «облачного» центра, который не вовлекает в этот процесс клиента.

Таким образом, можно констатировать, что в сфере бизнеса формируется четкое понимание преимуществ облачной организации ИТ-инфраструктуры. Единицей измерения становится не физический сервер, а логический узел – виртуальная машина. Такой подход позволяет гораздо более эффективно использовать физические ресурсы инфраструктуры компании. Это существенно как для банков с высокими стандартами безопасности хранения данных, так и для разработчиков программного обеспечения, а также для телекоммуникационных компаний, в том числе – для коммерческих хостинг-провайдеров.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ ПРОТОКОЛ UDP

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Передача данных в реальном времени – это процедура, требовательная к скорости отклика. Протокол TCP (Transmission Control Protocol) неспособен обеспечить необходимый функционал из-за присутствующей в нем системы надежности, требующей пересылки потерянных пакетов. Следовательно, для подобной передачи данных логично использовать протокол UDP (User Datagram Protocol).

Для использования протокола UDP при передаче данных необходимо обеспечить надежность соединения, то есть обеспечить получение информации о пакетах, достигших другой стороны соединения. Для идентифицирования пакетов в заголовок добавляется порядковый номер, задающийся компьютером-отправителем, позволяющий компьютеру-получателю распознать последовательность передачи пакетов данных. При соединении необходимо, чтобы другая сторона соединения имела информацию о том, какие пакеты мы получаем. Для этого необходимо принять к сведению порядковый номер каждого полученного пакета, и отправить эти порядковые номера обратно на отправитель. Для подобной операции существует возможность использовать флаг АСК (Acknowledgement field). То есть, если установлен флаг АСК, то это поле содержит порядковый номер, ожидаемый получателем в следующий раз.

Алгоритм идентификации пакетов:

- 1) Каждый раз, когда пакет послан, локальный порядковый номер увеличивается;
- 2) Когда пакет получен, производится сравнение порядкового номера пакета с порядковым номером недавно принятого пакета, называемый удаленным порядковым номером. Если номер принятого пакета больше, происходит обновление удаленного порядкового номера и устанавливается равным порядковому номеру принятого пакета;
- 3) Когда происходит составление заголовков пакетов, локальный порядковый номер становится порядковым номером пакета, а удаленный порядковый номер становится АСК.

Главной проблемой данного алгоритма является то, что он работает лишь при условии, что на каждый пришедший пакет есть отправленный пакет. В протоколе TCP данное условие выполняется посредством пересылки утерянного пакета. В случае передачи данных в реальном времени по протоколу UDP задержка на пересылку потерянного пакета данных недопустима, а сам функционал UDP не предусматривает обязательной передачи пакета до получателя. Возможны такие ситуации, как:

- пара пакетов может прийти прежде, чем пакет будет отправлен;
- компьютер посылает пакет с АСК, и теряет его.

Данные проблемы могут быть решены с помощью добавления множественных флагов АСК. Однако при таком решении возникает новая проблема – слишком большой вес заголовков пакетов. Один АСК весит 4 байта, то есть при пропускной способности не более 35 пакетов в секунду у сервера и не менее 15 пакетов в секунду у получателя добавление 35 АСК будет занимать 140 байт в каждом пакете. При практическом использовании следует ограничиться 3 АСК.

В ходе исследовательской деятельности было установлено, что алгоритм является рабочим при выполнении следующих условий:

- пропускная способность отправителя и получателя равна с возможным отклонением 2 пакета в секунду;
- пропускная способность отправителя и получателя не превышает 10 пакетов в секунду.

ГОЛОСОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ CALL-ЦЕНТРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Построение системы голосового управления является в настоящее время актуальной задачей. Такие системы способны облегчить взаимодействие пользователя с не только с компьютерной системой, но и с системой интерактивных голосовых меню call-центров.

Задачей таких систем является выделение и распознавание из потока звукового сигнала заранее определенного набора речевых команд. Например, команда «Да/Нет» для подтверждения действия в интерактивном меню. При этом система не должна реагировать на другие участки речевого сигнала

При разработке таких систем существует ряд проблем. Во-первых, отсутствие математической модели семантики речевого сигнала, что выражается в том, что для определения семантики речевого сигнала могут применяться только вероятностные и эвристические методы, не дающие точного результата и точность которых обратно пропорциональна количеству смысловых единиц, на которые они рассчитаны.

Во-вторых, индивидуальные характеристики говорящего: специфика произношения, акценты, ударения и т.д. В-третьих, работа со спонтанной речью и необходимость определения ключевого слова. В-четвертых, различия в акустической обстановке.

Так как для распознавания речи в интерактивных голосовых меню нужно распознавать отдельные команды на ограниченном словаре, был выбран метод скрытых марковских моделей (далее СММ). Математический аппарат скрытых марковских моделей представляет собой универсальный инструмент описания стохастических процессов, для работы с которыми не существует точных математических моделей, а их свойства меняются с течением времени в соответствии с некоторыми статистическими законами. Использование СММ для распознавания речи базируется на следующих предположениях: речь может быть разбита на сегменты, внутри которых речевой сигнал может рассматриваться как стационарный, переход между этими состояниями осуществляется мгновенно; вероятность символа наблюдения, порождаемого моделью, зависит только от текущего состояния модели и не зависит от предыдущих.

Работа со скрытыми марковскими моделями, как и с любой другой адаптивной экспертной системой осуществляется в два этапа:

- 1) обучение – определение параметров модели – алгоритм Баума-Велча;
- 2) определение - какова вероятность того, что наблюдаемая последовательность векторов была сгенерирована данной моделью – алгоритм максимума правдоподобия Витерби.

Выбранный алгоритм СММ в достаточной мере позволяет распознавать отдельные команды в речи для выполнения некоторых действий, что и требуется для call - центров.

ХЕШ ЦЕПИ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрена проблема обеспечения безопасности и целостности данных при применении системы блоков транзакций в области использования технологии объектов hasq. Большие ресурсы постоянно тратятся на разработку решений для физической и электронной безопасности. Цифровые данные очень уязвимы из-за простоты их копирования. Одним из очевидных решений вопроса прав собственности на цифровые данные является электронный реестр, который хранит записи, связывает их владельцев с персональными цифровыми объектами.

Рассматриваемая технология хеш цепей обеспечивает ведение реестров, реализованных в виде децентрализованной системы. Сервис позволяет создавать записи об объектах владения (токенах), а также передавать право управления ими, реализуя понятие автора и владельца объекта. Объекты представляет собой уникальный цифровой ID и связанную с ним цепочку транзакций (записей). Передача объекта новому владельцу приводит к добавлению новой записи в цепь. Эта запись связывается с предыдущей. Эта зависимость гарантирует невозможность скрытного изменения цепочки, т.е. нарушения истории транзакций от владельца к владельцу или подмены текущего владельца объекта без его ведома. Объекты и их цепочки являются общественно доступной информацией, что позволяет любому пользователю проверить их целостность. Работа алгоритма основана на согласованной работе серверов, которые обмениваются информацией между собой. Каждый имеет копию БД, которая используется при обработке запросов клиента. Изменение локальной копии приводит к изменению баз данных на всех серверах.

База данных состоит из списка записей, связанных между собой особым образом с использованием хэш-функции.

Сервер, на котором размещена база данных, публикует новую запись, только если она соответствует определенным правилам. Формирующаяся таким образом база данных называется целостной.

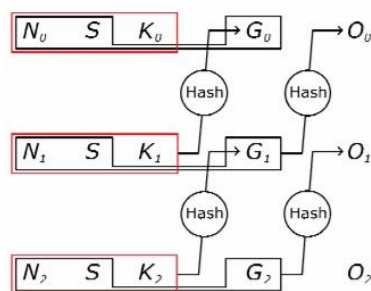


Рис. 1. Правила публикации записей (S (токен) - результат вычисления хэш-функции от цифровых данных, S представлен в виде строки шестнадцатеричных цифр; N - порядковый номер определенного S; K – Ключ; G – Генератор; O – Владелец)

Таким образом, ключ транзакции формируется, как $K_i = \text{Hash}(i, S, \text{пароль})$.

Базовая архитектура серверов hasq представляет из себя HTTP сервер специального назначения. Исходный код сервера написан на C++. Изначальная целевая платформа - Linux. Таким образом, будет продолжаться изучение алгоритмов работы идеологии цепочек блоков транзакций с применением open-source решений.

МОНИТОРИНГ СЕТЕВОЙ АКТИВНОСТИ ПЕРСОНАЛА В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

У каждой компании возникает необходимость создания единого информационного пространства. Конечной целью использования корпоративных сетей передачи данных на предприятии является повышение эффективности его работы. Использование распределенных сетей передачи данных приводит к совершенствованию коммуникаций между сотрудниками предприятия, а также его клиентами и поставщиками.

Для каждого предприятия, обладающего ценной коммерческой информацией, вопрос обеспечения информационной безопасности всегда остается актуальным. На сегодняшний день имеется широкий выбор средств ее обеспечения:

- межсетевые экраны UTM/Firewall;
- системы предотвращения вторжений IPS/IDS;
- системы защиты от распределенных атак DDoS;
- контроль доступа к сети NAC;
- виртуальные частные сети VPN;
- аутентификации и авторизации пользователей AAA;
- системы управления доступом IDM.

Все представленные варианты имеют различные особенности функционирования, решают различные спектры задач. Применяя несколько технических решений комплексно, возможно добиться достаточно большого уровня информационной защиты предприятия. Но в основном такие решения направлены на противодействие внешним угрозам.

Большинство инцидентов информационной безопасности связано с воздействием внутренних угроз – утечки и кражи информации, утечки коммерческой тайны и персональных данных клиентов организации. Ущерб информационной системе связан, как правило, с действиями сотрудников организации. Мотивы таких сотрудников могут быть различны. Они могут действовать из личных интересов, из желания заработать за счет закрытой конфиденциальной информации, либо действовать в интересах компании-конкурента. Еще вчера лояльный своему работодателю сотрудник, по тем или иным причинам, в любое время может стать причиной многих проблем компании.

На сегодняшний день существует множество программного обеспечения для мониторинга персонала. В основном они служат для учета действий пользователя на ПК, его сетевой активности в Интернет, используемого ПО. Но в основном целью такого мониторинга является выявление неоптимального использования рабочего времени персонала. К тому же, такое ПО требует денежных затрат со стороны предприятия на установку и обслуживание.

Саму концепцию мониторинга персонала возможно применить для противодействия внутренним угрозам информационной безопасности предприятия, связанными с человеческим фактором. Так как в настоящее время практически все сотрудники имеют доступ в Интернет на рабочем месте, то для каждого человека возможно проанализировать его обычную сетевую активность, его круг интересов. Если со временем этот круг интересов меняется, к примеру сотрудник маркетингового отдела почему-то начинает посещать ресурсы по тематике «Информационная безопасность», то к таким изменениям необходимо присмотреться.

Реализовать подобную систему мониторинга возможно с помощью свободно распространяемого ПО, к примеру программного пакета SQUID, реализующего функцию кэширующего прокси-сервера, а также используя свободно распространяемые базы данных URL-адресов по категориям.

РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНОГО МЕХАНИЗМА, ОСНОВАННОГО НА ДИНАМИЧЕСКОЙ СМЕНЕ НОМЕРА ПОРТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Информационные сервисы мобильных приложений все глубже проникают во все сферы человеческой деятельности. Они позволяют решить множество актуальных проблем, связанных с получением необходимой для пользователя мобильного устройства информации. С каждым годом возрастает объем информационных потоков, проходящих по сетям, неуклонно растет аудитория мобильных средств и появляется необходимость обеспечения бесперебойного доступа к информационным источникам. Вместе с этим развиваются угрозы, связанные с информационной безопасностью внутри мобильных сервисов, такие как блокирование работы сервисов. В связи с этим остро встает вопрос обеспечения безопасности информационных сервисов мобильных приложений в процессе обработки, хранения и передачи данных.

В рамках научно-исследовательской лаборатории "Информационная безопасность вычислительных систем и сетей" на кафедре "Информатики и систем управления" Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева разрабатывается универсальная платформа для мобильных сервисов, в архитектуру которой было решено включить модуль противодействия распределенным атакам типа "отказ в обслуживании" (DDoS-атакам) и перехвату данных. Планируется исследование и создание технологий и программного модуля для снижения последствий DDoS-атак, исключения возможности перехвата трафика в сетях передачи данных, защиты конфиденциальной информации.

Решением обозначенных задач может служить создание модуля с целью защиты от DDoS-атак и перехвата данных. Система защиты от DDoS-атак реализуется за счет создания защищенной сети, основанной на алгоритмах: динамической перестройки топологии сети с целью повышения ее надежности и отказоустойчивости, динамической смены номера порта данного сервиса (Port hopping).

Port hopping — это сетевой защитный механизм, действие которого основано на принципе динамической смены номера порта, привязанного к сервису по псевдослучайному алгоритму. При этом сетевой сервис, стартуя на сервере, определяет размер диапазона доступных портов и формирует на его основе пул портов, который сервис сообщает серверу авторизации. Последний является отдельным сетевым узлом и связан с защищаемым сервисом только посредством TCP-соединения. При попытке подключения клиент сначала обращается к серверу авторизации и запрашивает у него пул доступных портов и ключи авторизации. Сервер авторизации генерирует индивидуальный для клиентской сессии алгоритм смены портов и передает его защищенному сервису. Одновременно такой же алгоритм на основе ключей авторизации генерируется на стороне клиентского терминала. По окончании процедуры формирования расписаний клиент шлет синхронизационный пакет на защищенный сервис с целью определить корректность сформированного алгоритма смены портов. Если процедура синхронизации прошла успешно клиент и сервер начинают обмен сетевыми пакетами, при котором каждый UDP- или TCP-пакет отправляется на отдельный порт. При корректной настройке и синхронизации защищенный сервис открывает порт только для получения одного сетевого пакета, получив который он его закрывает и открывает новый. Клиент же при этом шлет сетевые пакеты на постоянно изменяющиеся сетевые порты и принимает ответ только с них. Данный тип защиты направлен на снижение эффективности DDoS-атак, целью которых является истощение вычислительных ресурсов сервиса и вызов внутренних ошибок.

В рамках данной исследовательской работы ставится цель разработать и реализовать программный модуль, который будет интегрироваться в универсальную платформу для мобильных сервисов на стороне клиентского и серверного приложения. Это подразумевает реализацию на стороне клиента алгоритма безопасной сертификации, целью которого является создание службы аутентификации пользователя и реализация алгоритма динамической смены портов.

УДК 004.94

МАЛЕЕВ Д.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ МОДУЛЯТОРА ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

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

Компании Gates Air и ТЕКОМ совместно разрабатывают модулятор нового поколения ХТExciter (далее – ХТЕ). Структурная схема модулятора описана в [1]. Модулятор содержит ЦП и две ПЛИС – основную и дополнительную. Основная ПЛИС выполняет операции, необходимые для модуляции, осуществляет управление периферийными устройствами и сообщает ЦП состояние компонентов.

Целью данной работы является создание модели симуляции работы HDL-кода, записываемого на основную ПЛИС, для всех поддерживаемых ХТЕ стандартов ТВЧ. Моделирование производилось в программном пакете Aldec Active-HDL. Показано, что, несмотря на относительно невысокую сложность создания модели, моделирование является мощным инструментом для отладки HDL-кода. Достоинства отладки с помощью моделирования: возможность неограниченного по времени наблюдения большого количества сигналов и пошаговой отладки исходного кода, а также возможность выполнения автоматического тестирования. Недостаток – низкая скорость моделирования. Например, для моделей, созданных в ходе данной работы, требуется затратить 20 минут реального времени для моделирования всего 10 мс работы программного кода.

Структурная схема модели модулятора состоит из следующих компонентов:

- тестируемый объект – ядро модулятора или отдельный компонент;
- виртуальный контроллер памяти – компонент, моделирующий работу контроллера памяти;
- испытательный стенд (testbench) – компонент, моделирующий работу периферийных устройств, таких как генераторы тактовой частоты;
- набор тестовых параметров – компонент, отвечающий за установку одного или нескольких параметров тестируемого объекта, а также за генерацию входного потока.

Для повышения скорости моделирования был разработан виртуальный контроллер памяти, который позволяет снизить задержку при инициализации модели, а также были предложены другие методы снижения задержки: уменьшение размера входного буфера и использование специального режима для временного переключателя.

Было реализовано автоматизированное тестирование программных компонентов несколькими способами: с помощью сигналов, значение которых зависит от того, обнаружена ли ошибка; с помощью записи группы сигналов в файл и последующего сравнения с эталонным файлом; с помощью машины состояний, которая сравнивает несколько сигналов и в случае выявления ошибки останавливает процесс симуляции; с помощью PSL, OVA и SVA выражений.

1. Малеев, Д.В. Разработка модулятора цифрового телевидения нового поколения // 18-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA-2016», Москва, Россия, доклады. Том 1.

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящий момент наиболее перспективной основой для построения систем информационной безопасности служит комплексный подход, который заключается в рациональном сочетании различных организационных и программно-технических мер и средств с учетом требований действующих нормативно-правовых и нормативно-технических документов.

При создании такой системы необходимо защищать информацию во всех фазах ее существования: как электронной (содержащейся и обрабатываемой в автоматизированных системах или на машинных носителях), так и документальной (бумажные документы). Защищать информацию необходимо не только от несанкционированного доступа к ней, но и от несанкционированного вмешательства в процесс ее обработки, хранения и передачи, попыток нарушения работоспособности программно-технических средств и т. п.

Альтернативой комплексному подходу может являться так называемый «островной» или «лоскутный» подход, при котором задачи защиты информации решаются лишь на отдельных этапах ее обработки, передачи или хранения. Примером подобного подхода может являться выделение режимных помещений, в которых расположены хранилища данных или компьютеры с конфиденциальной информацией, не подключенные к сети предприятия и общедоступным сетям. С развитием сетевых технологий этот подход утрачивает самостоятельное значение и используется как элемент комплексного подхода.

Существует следующая классификация программно-технических средств защиты информации:

- средства защиты от несанкционированного доступа (НСД),
- системы анализа и моделирования информационных потоков,
- системы мониторинга сетей,
- анализаторы протоколов,
- антивирусные средства,
- межсетевые экраны,
- криптографические средства (шифрование; цифровая подпись),
- системы резервного копирования и бесперебойного питания,
- системы аутентификации,
- средства предотвращения взлома корпусов и краж оборудования,
- средства контроля доступа в помещения.

В общем случае создание комплексной системы безопасности проводится в рамках трех направлений работ – методологическом, организационном и техническом.

Основной задачей методологического направления является разработка концепции (политики) безопасности предприятия.

В рамках организационного направления работ создается совокупность правил, регламентирующих деятельность сотрудников при обращении с информацией, независимо от форм ее представления. Эта совокупность правил отражается в руководящих документах, составляющих регламент обеспечения безопасности.

В рамках технического направления возможны два варианта по реализации комплекса программно-технических средств комплексной системы обеспечения информационной безопасности – это разработка всей информационной системы «с нуля» с учетом требований информационной безопасности или встраивание элементов защиты в уже существующую информационную систему.

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ СРЕДСТВ СВЯЗИ

ООО НПП «ПРИМА»

Современный авиационный комплекс (АК) требует возможности группового решения поставленной задачи, а также включения АК в контур автоматизированной системы управления. Реализация этого положения требует организации соответствующего обеспечения и управления авиационными комплексами на земле и в полете со стороны органов управления. В связи с этим возникает необходимость решения ряда организационных, оперативно - тактических и системотехнических задач в данной предметной области:

- построение комплекса средств автоматизации (КСА);
- реализация информационно - логического и технического взаимодействия АК с КСА соответствующих объектов управления (ПУ наземных, воздушных и морских);
- оснащение объектов управления необходимыми средствами связи и передачи данных.

Авиационные комплексы средств связи (КСС) являются технической платформой для решения указанных проблем, позволяя включить АК в контур управления КСА. При этом проектирование КСС является сложной технической задачей, решаемой при существующих ограничениях на частотный диапазон каналов связи, применяемую аппаратуру передачи и кодирования данных, средства радиосвязи.

Для включения авиационных комплексов в контур автоматизированной системы управления также используются каналы МВ2/ДМВ диапазонов при управлении в пределах прямой радиовидимости и каналы ДКМВ диапазона при нахождении объекта управления за радиогоризонтом.

Основными проблемами при проектировании КСС являются:

- ограниченная пропускная способность применяемых каналов связи в выделенном и закрепленном диапазоне частот;
- обеспечение взаимодействия АК различных производителей;
- неопределенность требований к перспективным КСС со стороны заказчика.

Решение перечисленных проблем возможно путем формирования и решения первоочередных задач, к которым можно отнести:

- формирование требований по оперативности и надежности доставки сообщений, помехо- и имитозащищенности каналов связи;
- разработку оптимальных сигнально-кодовых конструкций с целью улучшения характеристик каналов связи;
- формирование унифицированных массивов данных для обмена информацией между АК (включая разнотипные);
- разработку протоколов информационного взаимодействия;
- создание нового унифицированного стандарта аппаратуры передачи данных для авиационной техники;
- разработку алгоритмов сетевого взаимодействия абонентов из состава АК с учетом особенностей решаемых задач;
- проектирование аппаратуры средств связи для реализации выбранных инженерно-технических решений.

В докладе рассмотрены особенности и перспективы решения указанных задач на примере реальных работ по разработке комплексов средств связи, выполняемых в настоящее время ООО НПП «ПРИМА».

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СОБЫТИЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАВИГАЦИОННЫХ ДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Скопление на дороге транспортных средств, движущихся со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги принято называть дорожным затором или автомобильной пробкой. При образовании пробки значительно (до 20 раз и более) снижается пропускная способность участка дороги. Если прибывающий поток транспорта превышает пропускную способность участка дороги, затор растет лавинообразно, что сегодня является одной из главных проблем современных мегаполисов.

Негативными последствиями заторов являются: общее увеличение времени в пути и его непредсказуемость, потеря времени, опоздания на работу, деловые встречи; повышенный стресс как водителей, так и пассажиров.

Меры предотвращения заторов включают применение компьютерных моделей дорог и автоматизированного управления движением с помощью этих моделей, использование GPS-навигаторов и сервисов с функцией обновления дорожной ситуации.

Сегодня существует ряд онлайн-сервисов, позволяющих получать информацию о состоянии запланированного маршрута движения заранее. Такие сервисы агрегируют информацию о средней скорости со смартфонов водителей, у которых запущен навигатор или мобильные карты с включенным режимом «Сообщать о пробках». Сервисы автоматически собирают GPS-координаты и время, кроме того аналогичные данные могут быть получены сервисами от компаний, обладающих парком автомобилей, оборудованных GPS-приемником и модемом.

Благодаря наличию в таких сервисах API – набора готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых для использования во внешних программных продуктах, становится возможным использовать информацию о заторах для решения задач управления запланированными событиями.

Для повышения эффективности деятельности по планированию различных событий разработано приложение, позволяющее на основе текущего географического местоположения мобильного устройства пользователя и геопозиции запланированного события заранее определить возможные маршруты движения. Для каждого маршрута анализируется дорожная обстановка, информация о которой собирается по API прикладных сервисов. С учетом способа передвижения выбирается оптимальный маршрут движения и формируется оповещение пользователя об изменении времени, заданного для напоминания о запланированном событии.

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- формирование списка запланированных событий;
- ввод данных о геопозиции запланированного события;
- создание напоминания-будильника для запланированного события;
- автоматическое определение текущего местоположения пользователя;
- анализ дорожного трафика с учетом способа передвижения пользователя;
- вычисление времени выезда с учетом дорожной обстановки;
- выбор оптимального (по времени нахождения в пути) маршрута движения;
- оповещение пользователя об изменении времени заданного напоминания-будильника для запланированного события с учетом дорожной обстановки.

Для инженерной реализации приложения был выбран язык программирования Java и среда разработки Android Studio v. 1.4, базирующаяся на платформе IntelliJ IDEA.

ОЦЕНКА ДАЛЬНОСТИ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕМНЫХ ВОЛН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При функционировании сложных технических объектов часто возникает задача взаимодействия систем и устройств, удаленных на расстояния до 1000 км. Решение данной задачи с помощью радиорелейных и кабельных линий связи часто ограничено недостаточной живучестью данных систем в условиях чрезвычайных ситуаций.

Спутниковые системы связи позволяют решать задачи практически глобального территориального покрытия. Но и эти системы достаточно дороги, прежде всего, в силу отсутствия возможности покрытия Северных территорий с геостационарных орбит и необходимости использования относительно большого числа пролетных спутников.

КВ радиосвязь между радиостанциями расположенными на небольших расстояниях друг от друга (500 – 1000 км) осуществляется с большими трудностями. Дело в том, что с уменьшением длины трассы из-за малого угла отражения радиоволн от ионосферы сужается диапазон рабочих частот связи и сам диапазон смещается в низкочастотную область, где велики уровни флуктуационных и станционных помех. Все это приводит к снижению надежности и помехоустойчивости связи.

В докладе представлена теоретическая оценка дальности телеуправления техническими объектами систем телемеханики посредством земных волн средневолнового диапазона для обеспечения управления и контроля производственных процессов сложных производственных комплексов в таких отраслях промышленности, как энергетика, транспорт, нефтяная и газовая промышленность.

Подобные системы функционируют в условиях, когда факт посылки сигнала априори не известен, а приемно-декодирующая аппаратура автоматизирована и не обслуживается человеком, поэтому в них применяется статистический критерий оптимального обнаружения сигналов – критерий Неймана-Пирсона. В соответствии с критерием Неймана-Пирсона сначала должна обеспечиваться заданная и достаточно малая вероятность ложного приема управляющих сообщений ($P_{л} = \text{const}$), затем должны предприниматься все меры для получения наибольшей вероятности правильного приема сообщений $P_{пр}$.

Средневолновому диапазону присущ ряд недостатков – малый частотный ресурс, крупные габаритные размеры антенных устройств, интерференция земной и пространственных волн в области глубокой тени в ночное время. Однако есть и существенные плюсы: параметры канала связи изменяются незначительно во времени (в отличие от ДКМВ-каналов), кроме того, большая длина волны позволяет связываться на расстояниях значительно превышающих зону прямой видимости за счет явлений дифракции и рефракции. Поэтому этот диапазон радиоволн представляется наиболее привлекательным для осуществления дальней радиосвязи.

Расчеты показали, что при работе поверхностными волнами на частотах ниже 3 МГц при хорошей проводимости почвы, при наличии в системе мощных (100 – 500 Вт) передатчиков и эффективных антенн в зависимости от заданных вероятностей ложного приема сообщений ($10^{-6} - 10^{-10}$) и правильного приема сообщений (0.999 – 0.99999), их структуры и длительности потенциально могут быть получены дальности телеуправления, превышающие 300 км и более.

ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ ДИФРАКЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ В.А. ФОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Как известно, амплитудное значение напряженности поля в точке приема E_c при распространении радиоволн поверхностными волнами может быть определен по формуле идеальной радиопередачи, дополненной множителем ослабления:

$$E_c = \frac{245 \sqrt{P_n [\text{кВт}] G}}{r_{[\text{км}]} |V|}, \text{ мВ/м}$$

где P_n – мощность передатчика, кВт; G – коэффициент усиления передающей антенны; r – расстояние между передающей и приемной антеннами, км; V – множитель ослабления, учитывающий поглощение почвы.

Выражение для расчета множителя ослабления было получено В.А. Фоком в середине сороковых годов прошлого века и позволяет определить его значение при любых расстояниях между корреспондентами, высотах антенн и радиофизических параметрах земной поверхности. Однако расчеты по этой формуле достаточно трудоемки.

Существует несколько частных случаев, при которых расчеты могут быть значительно упрощены. Их классификация производится по величине параметра q , учитывающего радиофизические свойства земной поверхности, и параметра x , учитывающего расстояние между корреспондентами. Однако, в большинстве случаев в литературе рекомендации к применению тех или иных приближений в основном носят качественный характер.

В ходе численного расчета множителя ослабления с помощью дифракционной формулы В.А. Фока при произвольных значениях комплексного параметра q было выявлено следующее:

1. Для значений нормированного расстояния x менее 1 для достижения приемлемых результатов необходим учет как минимум 10 членов ряда дифракционной формулы для хорошо проводящих подстилающих поверхностей (морская вода, влажная почва) и 30 членов для плохо проводящих (лес, снег).

2. Для обеспечения приемлемой точности расчет корней характеристического уравнения приближенным методом следует производить для подстилающих поверхностей с малым значением модуля $|q|$ (морская вода) или для подстилающих поверхностей с большим значением модуля $|q|$ (лес, снег).

3. При стремлении модуля $|q|$ к нулевому значению область применимости приближения, при котором можно считать, что $|q| = 0$ крайне ограничена и не позволяет рекомендовать его для практических приложений. При стремлении же модуля $|q|$ к бесконечности с достаточной степенью точности в зависимости от значения нормированного расстояния x можно полагать $|q| = \infty$.

СРАВНЕНИЕ ВЕБ-СЕРВИСОВ ЦИФРОВОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Актуальным методом распространения программного обеспечения является цифровая дистрибуция через Интернет. Современные специализированные веб-сервисы предоставляют возможности выбора интересующих программ, обсуждения существующего контента и взаимодействия пользователей и разработчиков.

Цифровое распространение – метод дистрибуции легального электронного контента по интернет-каналам без использования материальных носителей. Преимущества цифровой дистрибуции заключаются в простом и быстром поиске, а также в возможности приобретения лицензионных копий необходимых программ. Иные же системы, распространяющие проприетарное программное обеспечение, обычно содержат технические средства защиты авторских прав, не позволяющие продавать копии одного и того же продукта несколько раз. Помимо обмена данными между разработчиками и пользователями, веб-сервисы обеспечивают возможность свободного общения, обсуждения и оценки контента. Это позволяет разработчикам получить оперативный отклик о своих продуктах, а пользователям – выбрать программу, удовлетворяющую всем необходимым требованиям.

Примерами сервисов цифровой дистрибуции компьютерных программ служат наиболее популярные интернет-платформы: Steam, Origin.

Steam – онлайн-площадка цифрового распространения компьютерных игр и программ, принадлежащая компании Valve Corporation. Steam выполняет функции службы активации лицензионных продуктов, загрузки их через Интернет, оповещения об обновлениях и новостях как организации Valve, так и сторонних разработчиков, оформивших с компанией контракт на дистрибуцию. Первоначально платформа служила только для распространения игр, трейлеров и модификаций к ним, однако в настоящее время Valve расширяет функциональные возможности своего сервиса.

Основные возможности Steam:

- обеспечивает технические средства защиты авторских прав (DRM);
- позволяет загружать цифровой контент непосредственно с серверов Valve, устраняя промежуточное звено между разработчиком и потребителем;
- содержит систему возврата денежных средств за купленные программы, при условии, что компьютер пользователя не удовлетворяет системным требованиям и т.д.

Другим веб-сервисом является Origin, принадлежащий компании Electronic Arts Inc. В Origin используются социальные функции, такие как: управление личным профилем, общение с другими пользователями в чате, интеграция с Facebook, Xbox Live и PlayStation Network. Платформа Origin в отличие от Steam имеет следующие функциональные особенности:

- наличие контента, отсутствующего у сервисов-конкурентов;
- предоставление полных бесплатных лицензионных версий программных продуктов в рамках программы лояльности;
- наличие подписки «Origin Access», позволяющей протестировать новые продукты и предоставляющей скидку при их покупке и т.д.

Метод интернет-распространения становится все более востребованным у современных пользователей. Веб-сервисы цифровой дистрибуции контента имеют широкий и разнообразный функционал. Такой метод приходит на смену распространению компьютерных программ посредством материальных носителей, что будет способствовать росту популярности информационных технологий в целом.

УДК 338.24

АНДРЕЕВА О.В.

РАСЧЕТ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕННОСТИ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Одним из перспективных направлений решения задач оперативного контроля и диагностики состояния металлоконструкций является использование изображений поверхности микроструктур металлов и сплавов. Визуальный контроль изображений микроструктуры, позволяющий без разрушающих воздействий на объект прогнозировать характеристики сопротивления усталости металлов и сплавов, представляет перспективное направление в области разработки автоматизированных систем обеспечения надежности металлоконструкций, контроля состояний и диагностики по сравнению с другими подходами.

В работе [1] было смоделировано накопление повреждений на изображениях микроструктуры поверхности металлов и сплавов посредством клеточных автоматов. В результате моделирования была получена система изображений, каждое из которых соответствует числу циклов нагружения, проведенного над объектом. Исследование динамики накопления повреждений на реальных и модельных изображениях может позволить детектировать момент усталостного разрушения, т.е. момент образования трещины критического размера, после чего дальнейшее использование объекта не представляется возможным.

С целью детектирования усталостного разрушения используем теорию перколяции. Перколяционные кластеры строим на ячейках, принадлежащих повреждениям, после чего изображения микроструктур поверхности последовательно накрываем сетками с квадратными ячейками с различным размером стороны квадрата. Проводим подсчет числа ячеек и определение процентного соотношения площадей, занятых перколяционными кластерами ($Q_{повр}$). Введем параметр степени поврежденности микроструктуры поверхности – относительную величину поврежденности V (*value of damage*):

$$V = \frac{Q_{повр}}{Q_{общ}}, \quad (1)$$

Где $Q_{общ}$ - число ячеек, попадающих на все изображение микроструктуры поверхности. Анализируя зависимости $V(\log r)$ (где r - размер каждой ячейки сетки) для каждого изображения из тестового множества, следует отметить, что независимо от числа циклов нагружения вид этих зависимостей всегда остается неизменным – они представляют собой прямую, с углом наклона α . Коэффициент достоверности аппроксимации экспериментальных результатов прямой неизменно составляет величину, практически равную единице. Была построена зависимость начальной ординаты относительной величины поврежденности V от тангенса угла наклона α . Она представляет собой практически прямолинейную зависимость (коэффициент достоверности аппроксимации составляет 0,9972), по которой можно прогнозировать остаточный ресурс образца – чем ближе точка к правому верхнему углу, тем ближе состояние с предельной поврежденностью).

В данной работе был предложен новый подход к определению степени поврежденности металлов и сплавов по изображениям, основанный на использовании относительной величины поврежденности V .

1. Андреева, О.В. Модель накопления поврежденности на изображениях микроструктуры поверхности металлов и сплавов на базе клеточных автоматов [Текст]/ О.В. Андреева // Системы управления и информационные технологии, №4.1(66), 2016. – С. 114-117.

УДК 004

БАГИРОВ М.Б., АНДРЕЕВА О.В.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ТОЧЕК МАРКЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день, одной из важнейших проблем стереозрения является калибровка камер. Процесс калибровки можно разделить на несколько последовательно выполняемых шагов:

- 1) предварительная обработка изображения;
- 2) нахождение контура шахматной доски и создание маски изображения;
- 3) нахождение узловых точек сетки;
- 4) поиск вертикальных линий;
- 5) поиск горизонтальных линий;
- 6) определение принадлежности данных точек собирающим линиям сетки;
- 7) устранение искажений;
- 8) анализ полученных результатов;

Для реализации 1-3 шагов был выбран алгоритм граничной сегментации, который позволяет точно определить границы объектов. Сегментация состоит из 4-х этапов:

Этап 1. Определение границ объектов на изображении с помощью оператора Лапласа.

Этап 2. Замыкание границ с помощью бинарных морфологических преобразований и выделение контуров объектов.

Этап 3. Выбор объекта, который наиболее соответствует шахматной доске. Рассчитываем площадь шахматной доски (S_d) на основе данных о площади массива точек (S_m) и количестве характеристических точек:

$$\begin{cases} \frac{S_d}{S_m} * 0,75 < \frac{S_{df}}{S_{mf}}; \\ \frac{S_d}{S_m} * 1,25 > \frac{S_{df}}{S_{mf}}; \end{cases}$$

где S_{pf} и S_{df} – площадь выделенной области и площадь элемента изображения соответственно. После исследования всех объектов на изображении остается только найти, какой “объект-шаблон” содержит “объектов-точек”, наиболее близкое к заданному количеству.

Этап 4. Выбор объектов, которые соответствуют характеристическим точкам. После того как найдена шахматная доска, нужно удалить не принадлежащие ей характеристические точки.

Для реализации 4-7 шагов был выбран алгоритм разделения “объектов-точек” на классы по определенным характеристикам. Использовался метод наименьших квадратов с расчетом суммы квадратов расстояний от точек до прямой, определили принадлежность точек собирающим линиям сетки. Затем проводился анализ полученных результатов для вос-

становления «потерянных» характеристических точек и выравнивания прямых по узлам сетки.

В результате проделанной работы, были созданы 2 серии изображений с шахматной доской, поворачиваемой в пространстве. Полученные результаты показывают, что алгоритм устойчиво работает: при обработке изображений с уровнем шума более 7,5% выделяются все характеристические точки при (малых углах поворота) угле поворота менее 30 градусов. При повороте шахматной доски на 30-50 градусов средняя погрешность нахождения координат характеристических точек равна 1,1 пикселей, говорит нам о том, что углы поворота слабо влияют на точность определения координат характеристических точек с помощью предложенного алгоритма.

УДК 629

БАГИЧЕВ С.А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТДЕЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ПОДПИСНЫХ ONLINE-СЕРВИСОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ УЧЕНЫХ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Любая деятельность, имеющая некоторую организацию своей работы, будь то сфера бизнеса, финансов, науки, образования, промышленности и другое не обходится в настоящее время без использования некоторых специальных программных средств (платформ) с применением которых выполняются данные работы.

Библиотеки ВУЗов совместно с другими внутренними службами университета неустанно трудятся над повышением качества научно-технических и научно-педагогических работников посредством организации доступа к сервисам оповещения ученых об актуальном состоянии их предметной области. Это могут быть платформы для работы с базами данных библиографической информации, имеющие перекрестные цитирования и позволяющие оценивать различные наукометрические показатели [1] стран (городов, организаций, вузов, их отдельных подразделений, групп ученых или их отдельных представителей, публикующих журналов). Каждый ученый, каждая организация, которая публикует труды ученых в своих журналах, имеют свои наработанные библиотеки выполненных, текущих и предстоящих работ. От качества используемых сервисов и своевременности их применения могут зависеть многие показатели ученых, в том числе их производительность изолированно от других.

Согласно проведенным автором данной работы опросам работников вузов часть опрошенных слышали о существовании упомянутых систем, но не представляют, как с такими системами работать или каким образом они могут помочь в их профессиональной деятельности. Данное мнение вызвано несколькими возможными причинами. Одной из них является отсутствие владения английским языком на должном уровне, другой - отсутствие готовности работать с компьютерными технологиями. У тех же, кто считает, что системы могут сильно помочь в их профессиональной деятельности, отсутствуют необходимые знания по профессиональному использованию этих систем. В любом случае все упомянутые причины ведут к недостаточной интегрированности систем в процесс творческой работы ученых.

Автор работы ставит на повестку дня задачу оценки степени влияния обозначенных систем на повышение производительности и качества работы ученых технического вуза с применением (интеграцией) предлагаемых систем в их деятельность.

В работе рассматриваются и анализируются в сравнении основные международные (такие как Web of Science и Scopus) и местные (eLibrary) платформы для работы с библиографией, позволяющие формировать библиометрические показатели ученых, научных журналов и организаций.

В результате проработана и усовершенствована методика и алгоритм работы ученого в своей предметной области с использованием современных технологий поиска, накопления и обмена информацией с целью повышения качества своей работы, подкрепленной визуальным стимулированием своей деятельности облачными сервисами и online научными базами данных.

1. **Акоев, М.А.** Руководство по наукометрии: Индикаторы развития науки и технологии / М.А. Акоев, В.А. Маркусова, О.В. Москалева и др. – Екатеринбург: ИПЦ УрФУ, 2014. – 250 с.

УДК 004.9

БАСМАНОВА Ю.И., ФИЛИНСКИХ А.Д.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛЕЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Модель жизненного цикла отражает различные состояния системы, начиная с момента возникновения необходимости в разработке ИС и заканчивая моментом завершения ее работоспособности. Модель жизненного цикла является структурой, содержащей процессы, действия и задачи, которые осуществляются в ходе разработки, функционирования и сопровождения программного продукта.

Следует обратить внимание, что разбиение жизненного цикла на этапы иногда способствует затухиванию некоторых важных аспектов создания программного обеспечения, особенно это проявляется по отношению к такому необходимому процессу, как итерационная реализация различных этапов жизненного цикла с целью исправления ошибок, изменения решений, которые оказались неправильными, или учета изменений в общих требованиях, предъявляемых к системе.

Пример поэтапной модели ЖЦ можно увидеть на рис. 1.



Рис. 1. Поэтапная модель ЖЦ

В настоящее время не существует единого общепринятого разбиения ЖЦ программной системы на этапы. Иногда этап выделяется как отдельный пункт, а иногда - входит в качестве составной части. Также могут варьироваться действия, производимые на том или ином этапе. Нет единообразия и в названиях этих этапов. Каждый разработчик стремится сделать максимально длительным период ЖЦ проектируемой ИС. Для большинства современных компьютерных программ и информационных систем

длительность жизненного цикла не превышает трех лет, хотя встречаются программы, существующие десять лет и более.

УДК 681.5.07

БЕРЗИН В.И.², БЕРБЕРОВА М.А.¹, СУДЕЙКИН М.И.²

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

¹Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Позиционирование мобильных роботов в закрытых помещениях с каждым днем становится все более актуальной научно-практической задачей в области транспортной робототехники. Существующие сегодня системы глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС незаменимы на открытых пространствах, но плохо или вовсе не работают в помещениях из-за сильного затухания сигнала. При этом большинство методов, которые используются для локальной навигации внутри помещений, работают так же по принципу трилатерации, используя сигналы от заранее установленных источников, что требует специально подготовленной инфраструктуры. Поэтому для работы внешних навигационных систем необходимо передавать роботу априорную информацию о расположении источников сигнала, что делает затруднительным автономное построение карты роботом.

В качестве основного решения задачи определения местоположения робота в пространстве предлагается использовать методы корреляционного экстремального регулирования. На основе данных методов были разработаны алгоритмы, с помощью которых робот, оснащенный ультразвуковым дальномером, способен без наличия априорных данных строить двухмерную карту помещения и позиционировать себя на ней с невозрастающей при перемещениях погрешностью.

УДК 371.69:004.85

ВАСИЛЬЕВА А.Л., ГУРЛОВА Н.А.

WEB-КВЕСТ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ «ВИРУСЫ»

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

В настоящее время все большую популярность приобретают интерактивные формы проведения занятий, причем круглый стол, мозговой штурм, деловая игра – в большей мере подходят для дисциплин экономического профиля, а для тем обзорного характера практически любого курса незаменимое средство – это Web-квесты [1].

Студенты в рамках каждой темы получают конкретные задания. Задания состоят в изучении теоретического материала по предложенному направлению, создании какого-либо продукта (постера, презентации в PowerPoint, Web-сайта, буклета и т.п.) и выступления с сообщением перед сокурсниками с демонстрацией данного продукта. После каждого выступления проводится оценка и дискуссия, и так несколько раз, и только потом в конце происходит подведение итогов, и затем всех ждет итоговое тестирование. Осознание того, что всех ждет еще одна проверка, помогает участникам мобилизоваться и с должным вниманием дослушать всех выступающих [2].

Авторами данной публикации был разработан один из таких Web-квестов под названием «Вирусы». Актуальность создания и использования Web-квестов обусловлена

тем, что они хорошо зарекомендовали себя для изучения тем обзорного характера, когда не требуется строго следовать определенной последовательности изучения материала. В свою очередь тема «Компьютерные вирусы» является очень важной и изучается в рамках таких дисциплин как «Информатика», «Информационные технологии», «Защита информации».

Web-квест «Вирусы» состоит из трех частей. Первая часть (теоретический блок) посвящена изучаемому материалу, а именно содержит информацию о том, что такое вирус, разновидности вирусов, классификацию по среде их обитания и историю появления, кроме того, рассказывается о вирусах последнего десятилетия.

Вторая часть (блок инструкций) содержит задание для выполнения, которое включает в себя изучение материала, прохождение тестов и подготовку презентаций, включающих устное выступление. Время на подготовку презентации и устного выполнения – приблизительно 1,5 часа.

И третья часть квеста – это тесты. Всего тестов – шесть, один из них итоговый и содержит вопросы по всему материалу. Вопросы задаются испытуемым в случайном порядке. В базе каждого варианта находится по 10 вопросов, задается испытуемому – 8.

Данный квест был разработан с помощью языков HTML, JavaScript и средства оформления CSS. Он прошел апробацию, был доработан в соответствии с замечаниями и пожеланиями и сейчас успешно используется в учебном процессе.

Web-квесты позволяют преподавателю эффективно использовать учебное время и развивать у студентов способность применять информационные технологии для решения профессиональных задач, а также умение работать в команде и навык публичных выступлений. Web-квесты развивают умение работать с новой информацией, выбирать существенную и излагать ее своими словами [2].

Библиографический список

1. Пакшина, Н.А. Потенциал веб-квестовой технологии при изучении тем обзорного характера / Н.А. Пакшина // Информатика и образование– 2013. - №4. – С. 52-55.

2. Пакшина, Н.А. Web-квесты: опыт разработки и внедрения в учебный процесс: монография / Н.А. Пакшина – Нижний Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева, 2013. – 92 с.

УДК 004.046

ВОЛКОВА Е.А., ВОЛКОВ С.С.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА АНАЛИЗА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧЛЕНОВ СТУДЕНЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время из-за введения понятия информационно-образовательной среды организаций для вузов особое значение приобретает эффективное использование телекоммуникационных технологий. В частности, актуальной проблемой высшей школы является создание и внедрение единого информационного пространства, ориентированного на развитие студенческого самоуправления и поддержку молодежи на всех уровнях студенческих общественных инициатив.

С целью решения указанной проблемы разработана методология оценки качества и эффективности деятельности членов студенческих организаций, которая представляет собой совокупность способов, методов и средств, с помощью которых может осуществляться анализ деятельности конкретного органа самоуправления, а также сравнительный анализ уже достигнутых результатов с запланированными или же с результатами проделанной работы других органов студенческого самоуправления за определенный период времени.

Использование ключевых показателей эффективности обеспечивает:

1. Анализ динамики производительности во времени. Можно видеть, растет ли эффективность членов студенческих организаций или снижается со временем. Так, например, можно увидеть признаки наступающего «выгорания», которые особенно заметны на фоне неизменной мотивации, падение или рост эффективности, связанные с частой сменой состава организации.

2. Анализ стиля работы отдельного члена студенческой организации: сопоставление разных параметров может показать зоны его эффективности и неэффективности. Из этого рождаются рекомендации для лица, принимающего решение (ЛПР): первого следует назначить на задание, где нужна скорость, а в отношении второго еще следует понять его мотивацию и интересы к решению конкретных задач.

3. Сопоставление оценок членов студенческих организаций позволяет судить об их полезности для организации в целом, а сравнение оценок ЛПР – составлять рейтинг органов студенческого самоуправления. Так, по итогам некоторого периода времени можно рассчитывать средние или суммарные годовые оценки и определять, кто более результативен, а кто менее и вследствие каких факторов. При этом содержание труда и принадлежность человека той или иной студенческой организации не играют роли.

Тем не менее, в научно-технической литературе мера оценки эффективности на настоящее время не в полной мере доработана, что лишает вузы возможности проведения качественного контроля над деятельностью членов студенческих организаций и не содействует созданию условий для развития организаций, подчиняющихся такому контролю.

Это приводит к снижению эффективности работоспособности органов студенческого самоуправления, организационной, материальной и технической несостоятельности реализации студенческих проектов, инициатив и идей, невыполнению главных задач и функций студенческих коллективов, отсутствию стимула для дальнейшего развития.

Для решения задачи повышения качества работы членов студенческих организаций, исключения ошибок и потери информации разработана автоматизированная система поддержки информационных процессов в виде веб-сервиса, которая может быть использована членами любой студенческой организации при создании списков задач, а также при формировании статистической отчетной документации, оценки эффективности собственной деятельности.

УДК 004.946

ГРОМОВ Д.И.¹, АЛЕШИН В.П.¹, БЕРБЕРОВА М.А.²

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности

Проблеме процедурного создания 3D-ландшафтов посвящено достаточно много работ, которые представлены, в основном, в виде готовых видеоматериалов, а также в виде статей на различных тематических ресурсах. Способы создания таких ландшафтов во многом зависят от программной среды, в которой будет реализовываться алгоритм, который в результате и позволит получить качественную трехмерную модель поверхности. Наиболее распространенные из таких сред:

- Unity3D- современный кросс-платформенный движок для создания игр и приложений, разработанный UnityTechnologies. Представляет из себя среду разработки, в которую интегрирован игровой движок. Написание скриптов осуществляется на наиболее популярных языках программирования;

- UnrealEngine 4 - игровой движок, разрабатываемый и поддерживаемый компанией EpicGames. Основным языком программирования -C++, но также есть возможность воспользоваться редактором визуального скриптинга-Blueprint;

- Houdini - профессиональный программный пакет для работы с трехмерной графикой, разработан компанией SideEffectsSoftware. Является средой визуального программирования. Все операции в основном выполняются с помощью нод (операторов). Но также все операции доступны и для выполнения с помощью программного кода.

Во всех указанных программных пакетах возможно создание 3D-ландшафтов при помощи различных манипуляций с уже существующей геометрией, то есть манипуляций с ее вершинами (vertex).

В данной работе предлагается рассмотреть еще один вариант создания поверхностей различного уровня сложности. В качестве вершин, необходимых для создания полигонов (polygon), выступают частицы (particles). А точнее, частицы задают координаты, в которых будут образовываться вершины.

УДК 004.9

ГУЛЯЕВА У.И.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка дизайна является важнейшим этапом проектирования и во многом влияет на потенциальный успех мобильного приложения на потребительском рынке. Разработка графического интерфейса пользователя предполагает создание интерактивных элементов мобильного приложения – экранов, то есть фоновых изображений вкладок, изображений для главного экрана, иконок, шапок для отдельных страниц, по необходимости кнопок с индивидуальным дизайном. Наиболее важной характеристикой при этом является эргономичность, которая обеспечивает интуитивно понятное и комфортное восприятие пользователем отображаемой информации, быстрое реагирование со стороны мобильного приложения на действия пользователя, позитивное восприятие цветовой гаммы.

Количество информации представленной на дисплее характеризуется экранной плотностью. Чем меньше экранная плотность, тем лучше восприятие интерфейса пользователем. При разработке дизайна следует минимизировать всю отображаемую информацию на экране, оставив только самую необходимую для эффективной работы пользователя. При этом пользователь должен знать, каким образом найти и где ожидать вывод нужной ему информации.

Именно на этом этапе проектирования у разработчиков мобильных приложений возникают трудности, т.к. существует множество базовых принципов, шаблонов и правил применения тех или иных цветовых решений, элементов навигации и взаимодействия, которые собираются в так называемые «гайдлайны» (от англ. guidelines). Существуют также различные формулировки руководящих принципов проектирования интерфейса, представленные в стандартах ISO и в ряде других документов, которые позволяют разработчикам реализовать минимальный набор обязательных правил при проектировании интерфейса.

Кроме того, для оценки эффективности графического интерфейса часто используют субъективную характеристику «юзабилити» (от англ. usability) или практичность, под которой, как правило, понимается время решения задачи.

Принцип практичности базируется на следующих характеристиках:

- простота обучения – насколько быстро адаптируется пользователь;

- легкость запоминания – насколько быстро усваивается назначение функций;
- общая удовлетворенность пользователя интерфейсом;
- функциональность интерфейса;
- вероятность ошибок пользователя при работе и их критичность.

В последнее время для оценки характеристик интерфейса пользователя используется метод игровой оценки практичности, который заключается в проектировании не конкретного интерфейса, а в реализации самой идеи (логики).

Преимущество метода заключается в его универсальности, т.к. измеряются не интерфейс, а интерфейсная схема, которая может применяться в любых параллельных проектах без дополнительного тестирования.

В результате проектирования на основе данного метода получается диаграмма состояний, которая на начальном этапе может содержать как верные, так и ошибочные сценарии решения задачи. На последующем этапе неверные сценарии исключаются, и получается итоговая диаграмма сценариев, которая подвергается обработке с использованием статистических методов анализа информации. Таким образом, метод игровой оценки практичности применим для объективной оценки эффективности интерфейса пользователя мобильного приложения.

УДК 371.69:004.85

ДЯТЛОВ А.С., ДЯТЛОВ Д.С.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «МИКРОПРОЦЕССОРЫ»

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

В настоящее время все образовательные организации переходят в систему организации учебного процесса в форме ФГОС. Основным отличием данных стандартов является возможность самостоятельно изучать и применять для решения проблемной задачи необходимый теоретический материал. Для охвата определенного курса, как правило, используется система управления обучением или виртуальная обучающая среда, а для тем обзорного характера практически любого курса незаменимым средством являются электронные учебно-методические комплексы (ЭУМК).

Студентам предлагается самостоятельное изучение теоретического материала по теме, включая дополнительный материал интернет-ресурсов по выбранному разделу. Затем им необходимо ознакомиться с информационным видео и презентацией, содержащей набор основных тезисов по теме с целью последующего выполнения итогового теста. Это позволит преподавателю оценить работу каждого студента. Кроме итогового теста, после каждой главы есть небольшие тесты для самопроверки, чтобы пользователи сами контролировали уровень своих знаний.

Нами был разработан ЭУМК «Микропроцессоры». Актуальность создания ЭУМК заключается в том, что они позволяют за короткий промежуток времени самостоятельно изучить материал за счет свойств интеграции, систематичности, последовательности и интерактивности информации. Тема микропроцессоров изучается в курсах «Информатика», «Программные и аппаратные средства ЭВМ».

ЭУМК «Микропроцессоры» имеет четкую структуру и состоит из трех разделов. Первый, теоретический, посвящен изучаемому материалу, включает в себя информацию об истории их создания, классификации, устройству, назначению, описывает основные характеристики микропроцессоров.

Второй раздел включает в себя информационное видео по теме, что позволяет реализовывать принцип наглядности, который не только помогает сократить время объяснения нового материала, но и формирует учебно-познавательные навыки [1].

Заключительный раздел представляет собой форму контроля знаний. Всего тестов шесть, один из них итоговый и содержит вопросы по всему материалу. Вопросы задаются испытуемым в случайном порядке. В базе каждого варианта находится по 10 вопросов, задается испытуемому – 5 (путем случайной выборки).

Данный комплекс был протестирован на занятиях со студентами 2 курса в рамках изучения дисциплины «Программные и аппаратные средства ЭВМ». Он был доработан в соответствии с замечаниями и предложениями.

Создание ЭУМК и их применение соответствует в тенденции использования компьютеров в процессе обучения [2].

Библиографический список

1. **Мауль, Е.В.** Многообразие средств мультимедиа на уроках Информатики и ИКТ / Е.В. Мауль // Открытый урок. Первое сентября – М.:, 2014. – 10 с.
2. **Шмелев, С.В.** Электронный учебно-методический комплекс «MSExcel»/ С.В. Шмелев, Н.А. Пакшина // Актуальные проблемы, тенденции и перспективы дистанционного образования в России – Киров, 2015. – 73 с.

УДК 004.423.2+004.432.2

ЕМЕЛЬЯНОВ А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИКИ СУПЕРКОМПИЛЯЦИИ К ПРОГРАММАМ ОБРАБОТКИ ИСХОДНЫХ КОДОВ

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Одним из средств анализа программ является техника суперкомпиляции, которая была предложена Валентином Федоровичем Турчиным почти 50 лет назад. Возможности данной техники очень обширны. Кроме различного рода анализа программы, выраженной в виде исходного кода, техника суперкомпиляции позволяет решать задачи модификации программ. Несмотря на то, что развитием идей суперкомпиляции занимаются уже несколько десятилетий во всем мире, практических результатов, которые можно применить на практике в реальной индустрии разработки программного обеспечения очень мало. Это связано с тем, что в общем случае техника суперкомпиляции сводится к решению задачи с экспоненциальной сложностью, что является практически невозможным для современного уровня развития вычислительной техники. Но такое положение вещей существует только в общем случае. В ряде конкретных частных случаев техника суперкомпиляции или ее отдельные реализации могут быть осуществлены. В общем случае при использовании техники суперкомпиляции полагается, что обрабатываемая программа оперирует данными любого размера, в том числе и бесконечными данными. Примером программы, которая оперирует бесконечным объемом входных данных является любая программа [1-2], которая в бесконечном цикле обрабатывает некоторый непрерывный поток данных.

Техника суперкомпиляции позволяет рассчитывать как область допустимых значений некоторого алгоритма, так и область его определения. При этом в отличие от общего случая техники суперкомпиляции в случае программ, реализующих алгоритмы трансляций, в качестве допустимых данных используются тексты исходных кодов программ на языках программирования. Последние обладают примечательным свойством - свойством конечности. [3-4] Это свойство позволяет сузить требования к суперкомпилятору, что в свою очередь упрощает его реализацию. Кроме того, если синтаксис языка программирования определен через контекстно-свободную грамматику, возможные последовательности символов конечного

алфавита этой грамматики строго ограничены, что ограничивает возможные последовательности входных данных для рассматриваемой суперкомпилятором программы. Благодаря указанным ограничениям применение техники суперкомпиляции для программ, реализующих алгоритмы трансляции, становится возможным даже с помощью имеющихся в настоящее время вычислительных машин.

Библиографический список

1. **Binkley D., Harman M.** Analysis and visualization of predicate dependence on formal parameters and global variables //Software Engineering, IEEE Transactions on. – 2004. – Т. 30. – №. 11. – С. 715-735.
2. **Eisenbarth T., Koschke R., Simon D.** Locating features in source code //Software Engineering, IEEE Transactions on. – 2003. – Т. 29. – №. 3. – С. 210-224.
3. **Griswold W. G., Notkin D.** Automated assistance for program restructuring //ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM). – 1993. – Т. 2. – №. 3. – С. 228-269.
4. **Harman M., Tratt L.** Pareto optimal search based refactoring at the design level //Proceedings of the 9th annual conference on Genetic and evolutionary computation.-ACM, 2007.-С.1106-1113.

УДК 004.9

ЗАРУБИН И.Б., ФИЛИНСКИХ А.Д.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ВНЕСЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ МУЛЬТИМЕДИЙНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Существующие и проектируемые мультимедийно-информационные системы современных автомобилей отличаются высочайшей сложностью и взаимозависимостью компонентов. Навигационная система, мультимедийная система, система управления мобильными устройствами, система управления функциями автомобиля, система управления функциями автомобиля голосом, предикторская и прочие системы по отдельности чрезвычайно сложны с точки зрения разработки и оценки качества. После объединения этих систем в общий интерфейс пользователя возникает большое количество взаимных связей и зависимостей, что приводит к еще большему усложнению задачи по оценке качества общего интерфейса и, соответственно, значительному повышению времени оценки качества. Внесение даже незначительных изменений в одну из подсистем при наличии высочайшей взаимосвязанности компонентов всей системы в целом не позволяет оценить качество лишь этой подсистемы - возникает необходимость оценивать качество всей совокупности систем.

Таблица 1.

Пример матрицы взаимосвязей компонентов

Элемент изменения/ компонент подсистемы	Подсистема							
	Навигация	Мультимедиа	Радио	Интернет-радио	Телефон	ВТ-мультимедиа устройства	Система извещения о дорожной обстановке	Настройки автомобиля
Вкл/откл звук	X	X	X	X	X	X	X	
Подключение дополнительно го телефона		X		X	X	X		X

В настоящее время наиболее активно применяемой методикой для оценки внесенных изменений является регрессионное тестирование (англ. Regression testing). Применение этой методики очень продуктивно для оценки изменений в сравнительно небольшой системе. Для

оценки изменений многокомпонентных систем предлагается ввести матрицу взаимосвязей компонентов (табл. 1).

Исходя из этой матрицы видно, что при оценке внесенных изменений в компонент «вкл/откл звук» в Навигации (например, для исправления обнаруженной ошибки), необходимо также выполнить сценарии оценки качества и в других подсистемах, где используется измененный компонент. Общее количество сценариев, которые необходимо проверить для оценки изменений можно приблизительно вычислить как сумму сценариев во всех подсистемах, которые были затронуты изменением:

$$S = \sum (S_{T1} + S_{T2} + S_{T3} + \dots + S_{Tn}),$$

где S – общее количество сценариев, которые необходимо выполнить для оценки внесенного изменения; S_{Tn} – количество сценариев, проверяющее элемент в подсистеме.

УДК 004.056.55

КИСЕЛЕВ М.М., СОКОЛОВА Э.С.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ В МЕДИЦИНЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В нашей стране ежегодно имплантируется более 4 тысяч искусственных клапанов пациентам, страдающим пороками сердца. Основная цель операции – улучшить качество жизни пациентов, вернуть их к нормальной физической и общественной деятельности.

Главным недостатком данной операции является высокая стоимость – 1 500 000 рублей за клапан. Высокая стоимость связана с использованием дорогого материала.

Операция по замене сердечного клапана относится к хирургическим вмешательствам открытого типа и начинается с открытия врачом грудной клетки пациента. Как только сердце больного станет видимым, специалист подключает пациента к аппарату искусственного кровообращения, который заменяет сердце пациента до тех пор, пока хирург не убедится, что шов после операции на сердце выполнен правильно. После того, как кровеносная система больного подключена к искусственному «сердцу», врач начинает удаление пораженного клапана, подбирая клапан необходимого размера. При этом, если клапан не подошел, подбирают следующий. Именно от такого подбора операция имеет высокую стоимость. Когда новый клапан подсоединен к сердцу больного, отключают аппарат искусственного кровообращения и закрывают грудную клетку.

В связи с данной проблемой, поставлена задача разработки программного обеспечения, которое будет позволять подбирать клапан виртуально. На основе данных с медицинских процедур, а именно МРТ (магниторезонансная томография), КТ (компьютерная томография) и ПЭТ (позитронная эмиссионная томография), будет построена 3D модель сердца пациента. С помощью специальных инструментов врач сможет виртуально подобрать клапан необходимого размера и при проведении операции точно подобрать его. В связи с этим стоимость операции станет ниже.

В результате изучения данной области выявлена достаточно серьезная проблема хранения и передачи медицинских изображений. Эти изображения имеют специфичный формат DICOM, который, в свою очередь, имеет большой размер (в среднем около 1,5 Гб одно изображение). Решение проблемы хранения и передачи медицинских изображений возможно разными путями: оснащение медицинских учреждений более мощным оборудованием, для дальнейшего хранения моделей сердца; построение виртуальной 3D модели без дальнейшего хранения моделей сердца; после построения 3D модели печать сердца и клапана на 3D принтере, для подбора клапана физическим способом.

Для решения данной задачи перспективен следующий алгоритм реализации:

1. Для создания 3D модели необходимо распознать результат работы магниторезонансной томографии (МРТ), компьютерной томографии (КТ) и позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ):

- взять несколько кадров (не менее 2-х изображений);
- вместе с параметрами МРТ, КТ, ПЭТ обработать эти изображения функцией, которая выпрямит (ректифицирует) эти кадры. Это преобразование должно исказить изображение так, чтобы точка и ее смещение оказались на одной горизонтальной прямой;
- к ректифицированным кадрам применить функцию для получения карты смещений – картинку в оттенках серого, в которой, чем пиксель ярче, тем большее смещение он выражает;
- полученную карту смещений преобразовать в 3D модель.

2. После создания 3D модели подбирается необходимый клапан из спектра, который предложен в программе. Подбор осуществляется по вычисленному диаметру и с учетом индивидуальных особенностей строения сердца человека.

3. Можно проводить операцию, зная какой клапан, какого диаметра использовать.

УДК 004

КОТКОВ М.А., КОРЕЛИН О.Н.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ФОРМАТЕ PDF

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алгоритм JBIG2 используется в формате PDF для составления символьной модели сопоставления образцов. Вместо того, чтобы закодировать все пиксели каждого попавшегося символа, происходит кодирование растрового изображения символа и помещается в словарь, и в дальнейшем при нахождении иного «представителя» этого символа кодируются только координаты. Этот алгоритм имеет некоторые недостатки, главным из которых является ошибка замены при сканировании одних символов на другие. Также алгоритм кодирует два одинаковых по смыслу символа, но отличающихся некоторыми пикселями как совершенно разные символы. Такое происходит при среднем и выше среднего качестве сжатия. Для решения этой проблемы может быть использовано скелетное представление символов.

Разработка эффективных методов скелетной сегментации формы многоугольных фигур, имеющих формальные показатели сегментации, позволяющие их сравнивать и классифицировать, по форме до сих пор является актуальной задачей. Скелетное представление дает полное описание фигуры, то есть по нему можно полностью восстановить фигуру. Существующие методы сегментации, в том числе использующие скелетное представление, основываются на эвристических правилах. Для оценки качества сегментации используются экспертные критерии на базе визуальных оценок. Это не позволяет оптимизировать сегментацию формы, а также сравнивать между собой различные методы сегментации. Небольшие нерегулярности в границе фигуры могут привести к появлению шумовых ветвей скелета, что соответственно может привести к ошибке повторного кодирования одинаковых по смыслу символов.

Для решения данной задачи помимо скелетного представления фигуры может быть использовано циркулярное представление фигуры, которое можно выразить в виде циркулярного графа, в то время как скелетное представление фигуры можно представить в виде скелетного графа. Скелетный и циркулярный графы сравниваются для нахождения общих ветвей, результирующий геометрический граф представляет собой сегментированное представление фигуры с меньшим количеством шумовых ветвей. Для устранения ошибок, происходящих при составлении словаря, может быть использована нейронная сеть, которая будет составлять словарь на основе геометрического графа, описанного выше.

Предлагаемые методы предположительно могут улучшить степень оптимизации сжатия изображения в формате PDF.

УДК 004.93'12

КРУПНОВА Д.С., СОКОЛОВА Э.С., САФРОНОВА И.А.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИНИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью исследования является анализ и проектирование системы для распознавания разнообразных типов линий на изображении.

В настоящее время системы компьютерного зрения обильно применяются в повседневной жизни современного общества. В самом начале такие системы планировалось применять только в медицинских и военных целях, но сейчас с помощью новейших разработок такие системы могут оперативно решать сложные задачи управления и оповещения. На начальных этапах часто требуется найти графические шаблоны (окружности, эллипсы, прямоугольники, кривые, прямые и другие) на многомерном зашумленном изображении и сформировать систему графических примитивов.

На этапе автоматизированного анализа цифровых изображений зачастую появляется проблема идентификации простых фигур. В большинстве случаев применяется способ поиска границ в качестве первичной обработки для получения точек, лежащих на кривой в изображении. Несоввершенство алгоритма при обнаружении границ, а также зашумленность изображений являются причинами возникновения «потерянных» точек на кривой и отклонения от действительной формы шаблонов (прямой, круга или эллипса). Для обнаружения графических шаблонов на изображении используется ряд методов и алгоритмов.

Для исследования было выбрано преобразование Хафа. Основное назначение метода Хафа состоит в разрешении проблемы группировки граничных точек с помощью применения определенной процедуры к набору параметризованных объектов изображения.

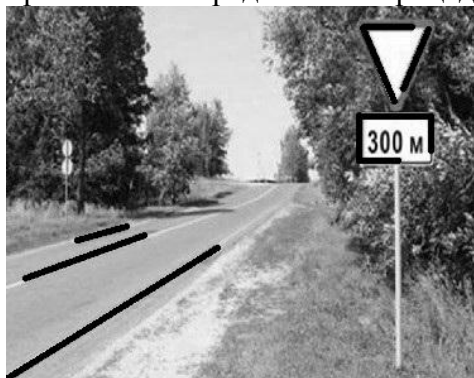


Рис. 1. Распознавание дорожных примитивов на изображении

Преобразование Хафа осуществляется за счет применения аккумуляторного массива, размерность которого равна числу неизвестных параметров уравнения искомым линий (комплекс предварительно собранных данных). Массив применяется для исследования каждого пиксела изображения и его окружения. Если в пикселе имеется четкий предел, то производится расчет параметров данной кривой, которая пролегает через этот пиксел, и значение массива возрастает. После прохождения всех пикселей осуществляется поиск локальных максимумов в аккумуляторном массиве. Точки этих локальных максимумов соответствуют параметрам

наиболее вероятных прямых на изображении (рис. 1).

Комбинируя различные функции и изменяя параметры исследуемого алгоритма, можно добиться достаточно хороших результатов в распознавании линий и простых объектов на изображениях.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРАКТИКУМ «ВОЗМОЖНОСТИ CSS»

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

С развитием информационных технологий возникло множество способов подачи учебного материала в электронном виде. К активным формам обучения, который делает учебный процесс интересным и результативным, относится лабораторный практикум. Технология электронно-лабораторного практикума предполагает разделение обучающихся на небольшие группы, каждая из которых изучает предоставленный теоретический материал и выполняет задание. В конце каждый студент обязан пройти тестирование по пройденной теме, чтобы преподаватель смог оценить полученные знания.

Нами был разработан лабораторный практикум по теме «Каскадные таблицы стилей» для курсов «Компьютерные технологии обучения» и «Компьютерные технологии в науке и образовании». Цель создания лабораторного практикума – оказание помощи студентам в освоении разделов курса, в приобретении навыков ориентироваться в значительном по объему и сложности материалу. Практикум состоит из семи электронных методических указаний.

Работа над электронным лабораторным практикумом состоит из трех этапов. На начальном этапе учащиеся знакомятся с основными аспектами темы. В практикуме прописаны четкие указания, что освобождает преподавателя от рутинных действий во время занятия. Используя справочники по HTML и CSS, студент должен максимально подготовиться к следующему этапу.

На основном этапе студенты делятся на команды и выполняют свой вариант лабораторной работы. Так как конечная цель работы не соревновательная, то в процессе работы с электронным лабораторным практикумом происходит взаимное обучение членов команды, развивается умение работать с компьютерными программами и осуществлять поиск нужной информации в справочниках. Команда совместно выполняет все задания, предложенные в соответствии с темой лабораторной работы, и производит ее оформление в документе MicrosoftWord. Образец оформления приложен.

Заключительный этап – тесты. Тестирование происходит с помощью встроенной в электронный лабораторный практикум тестирующей системы. После тестирования преподаватель оглашает окончательную оценку, которая состоит из качества выполненного лабораторного задания и баллов, набранных при прохождении теста.

Данный электронный лабораторный практикум был создан с помощью языков HTML, JavaScript, каскадных таблиц стилей CSS. При разработке данной системы были учтены принципы и рекомендации построения средств обучения, изложенные в [1].

Электронный практикум дает возможность более эффективно использовать учебное время. Эти проекты помогают получить отфильтрованную информацию. Электронный лабораторный практикум можно использовать на лабораторных и практических занятиях.

-
1. **Пакшина, Н.А.** Введение в компьютерные технологии обучения: учеб. пособие / Н.А. Пакшина – Нижний Новгород: Изд. Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева, 2011. – 199 с.

**ВЫДЕЛЕНИЕ ОВАЛА ЛИЦА НА ИЗОБРАЖЕНИИ С ПОМОЩЬЮ
БИБЛИОТЕКИ STASM**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Распознавание по чертам лица – самый первый и самый естественный способ распознавания, применяемый людьми. Такой метод имеет преимущества: распознавание является бесконтактным, не подразумевает сложного сценария (человеку не требуется позиционировать себя перед считывающим устройством, направлять взгляд и искать глазами маркеры в камере либо располагать на устройстве палец или ладонь), не требуется дополнительное сканирование биометрических признаков человека и дорогостоящего оборудования. Тем не менее, есть и недостатки. К ним прежде всего относится точность распознавания. 2D-системы хорошо работают в "лабораторных" условиях, с постоянным и правильно подобранным уровнем освещенности. Изображение лица должно быть строго фронтальным, выражение лица нейтральным. Очки, борода, некоторые элементы прически, изменения мимики лица – все это влияет на результат распознавания в худшую сторону [2].

Для качественного распознавания необходимо провести правильную предобработку изображения. Например, убрать лишние элементы с него, оставив только лицо человека. Другими словами, вырезать овал лица и установить нейтральный фон. Для решения этой задачи было написано программное обеспечение с использованием библиотеки Stasm. С ее помощью были получены ключевые точки лица, по которым производится вырезка.

Stasm работает методом Active Shape Models. Суть метода ASM заключается в учете статистических связей между расположением антропометрических точек. Цель алгоритма ASMs - сопоставить модель с новым изображением. Алгоритм состоит из двух чередуемых действий:

- поиск на изображении вокруг каждой точки лучшей позиции для данной точки;
- обновление параметров модели путем наилучшего соответствия с новыми найденными позициями.

Чтобы найти лучшую позицию для каждой точки, можно искать четкие края, а можно совместить статистическую модель с тем, что ожидается для данной точки [3].

С помощью метода `stasm_search_single` находятся 77 точек на лице. Первые 16 – это точки контура лица. По ним и будет происходить вырезка уже методами OpenCV. А именно формируется новое изображение, полная копия входного (с уже отмеченными точками) и заливается белым цветом часть вне этих точек. Для корректного распознавания фотографии должны быть строго фронтальными.

Данная программа была протестирована на базе изображений, подготовленной в Йельском университете, состоящей из фронтальных изображений лиц. Каждый человек представлен серией изображений при разных вариантах освещения, в очках и без очков, с различными выражениями лица. Распознано и вырезано 100% выборки.

Библиографический список

1. **Дмитриев, Д.В., Капранов, С.Н., Марков, Е.В.** Исследование алгоритмов предварительной обработки биометрических образов для целей верификации // Журнал Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014. №3. – С.52-55.
2. **Болл, Р.М., Коннел, Д.Х., Панканти, Ш., Ратха, Н.К., Сеньор, Э.У.** Руководство по биометрии // Учебное пособие. 2007.
3. Анализ существующих подходов к распознаванию лиц [Электронный ресурс] // Блог компании Синезис. 25 сентября. 2014. URL:-<https://habrahabr.ru/company/synesis/blog/238129/>

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля»,
г. Луганск, ЛНР

Для проведения анализа регионального развития существует необходимость в разработке специализированной экспертной системы, которая сделала бы процесс анализа развития регионов более объективным, четким и автоматизированным. Разрабатываемая система должна соответствовать следующим требованиям: проводить анализ согласно функциональному методу региональной диагностики [1]; быть гибкой; полученные результаты должны интерпретироваться в конкретные, понятные каждому ЛПР, выводы.

Для достижения поставленных требований при разработке системы было решено использовать многослойную архитектуру. Многослойная архитектура обеспечивает группировку связанной функциональности приложения в разных слоях, выстраиваемых вертикально, поверх друг друга [2].

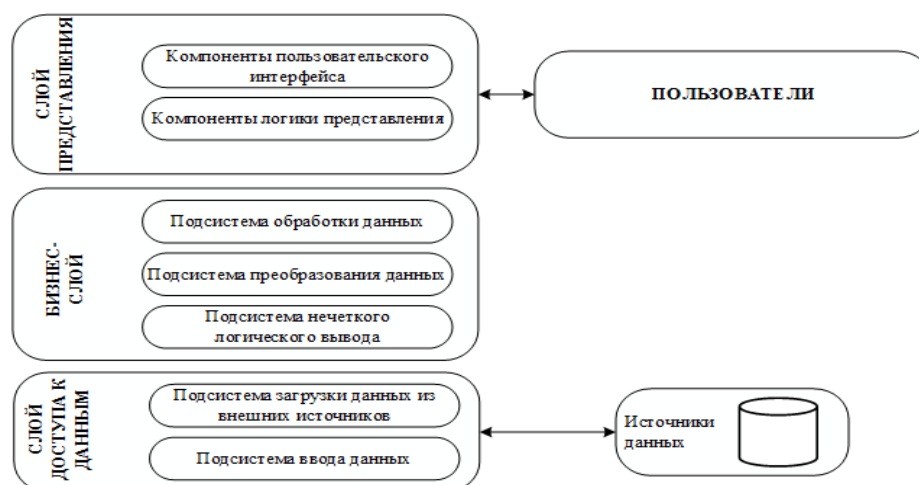


Рис. 1. Архитектура экспертной системы

Слой представления состоит из компонентов пользовательского интерфейса и компонентов логики представления. Бизнес-слой состоит из следующих компонентов: подсистема обработки данных, подсистема преобразования данных и подсистема нечеткого логического вывода [3]. Слой доступа к данным включает в себя подсистему загрузки данных из внешних источников и подсистему ввода данных.

Разработанная система отвечает всем поставленным требованиям: позволяет адекватно оценить социально-экономическое развитие региона; работает быстро и надежно; имеет интуитивно понятный интерфейс. Ее работоспособность была проверена и оценена на примере Луганской области и результаты обсуждались на конференциях [4].

Библиографический список

1. **Рязанцева Н.А.** Функциональная модель анализа эколого социально-экономического развития региона / Н.А. Рязанцева // Инновационные инструменты маркетинг-менеджмента: монография — Луганск: «Ноулидж», 2016. — С. 26-52.
2. **Сомасегар С.** Руководство Microsoft по проектированию архитектуры приложений. 2е издание / С. Сомасегар, С. Гатри, Д. Хилл. — 2009. — 529 с.

3. **Штовба С.Д.** Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс] / С.Д. Штовба. — 2007. — Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/>.
4. **Рязанцева Н.А.** Функциональная модель региональной диагностики. Материалы II Международной научно-практической конференции "Экономика и финансы: теория и практика" 10 марта 2016 г. С. 296-301.

УДК 004.05+004.45

ПЕРЕБЕРИНА А.А., КОСТЮШКО А.В.

СИСТЕМА СБОРА СТАТИСТИКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭФФЕКТИВНОСТИ И КОРРЕКТНОСТИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ЭМУЛЯЦИИ УСТРОЙСТВ В ВИРТУАЛЬНОЙ МАШИНЕ С ГИПЕРВИЗОРОМ QEMU-KVM

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Виртуальные машины разделяют аппаратные ресурсы физической машины (хоста), и каждая виртуальная машина исполняется лишь часть времени, конкурируя с приложениями и другими виртуальными машинами, запущенными на хосте [1].

Операционные системы для отслеживания времени считывают счетчики таймерных устройств или подсчитывают прерывания от них. Гостевая операционная система внутри виртуальной машины работает в предположении, что время течет равномерно. Однако во время простоя виртуальная машина не получает прерываний и не выполняет инструкции, что может вызывать проблемы в коде, высоко чувствительном ко времени (например, видеоплеер). Таким образом возникает противоречие: за один период виртуальная машина должна «увидеть» либо как время своего исполнения, так и время, в течение которого она не исполнялась (украденное время [3]), либо только время своего исполнения, при этом время простоя будет потеряно. В последнем случае возникает проблема с согласованием времени внутри виртуальной машины и календарного времени пробрасываемых с хоста устройств или сетевых протоколов. Виртуальные машины используют различные методы, чтобы разрешить существующие противоречия ([1, 2]).

Другая проблема с прерываниями по таймеру состоит в том, что они вызывают проблему масштабируемости, когда все большее количество виртуальных машин исполняются на одной физической машине. Если виртуальная машина запрашивает 100 прерываний в секунду, то N виртуальных машин создают фоновую нагрузку 100*N переключений контекста в секунду, даже если все виртуальные машины бездействуют.

Важным является вопрос о согласованности времени работы эмуляции устройств и гостевой системы, запущенной в виртуальной машине. Потенциальные проблемы связаны с расхождением частот работы гостевого процессора и эмуляции девайсов при высокой нагрузке. Если эмуляция устройств занимает много времени, гость может не успевать выполнять полезную работу, в том числе работать с этими устройствами, получать от них какие-либо данные - и тогда эмуляция устройств делает лишнюю работу.

В данной работе рассматривается виртуализация времени в гипервизоре qemu-kvm. В qemu по таймерам вызываются обработчики эмуляции устройств, таких как usb. В настоящее время в qemu-kvm нет средств для мониторинга событий, связанных с течением времени, например, нельзя ответить на вопрос, какой процент времени занимает эмуляция. Для этого необходимо логирование событий и подсчет времени, которое занимают обработчики эмуляции в qemu, дополнительные расходы на виртуализацию гостевого процессора в kvm, исполнение низкоуровневого кода гостевой операционной системы.

Для детектирования описанных проблем нужен сбор статистики как на стороне хоста, так и на стороне гостя. Имея статистику с точки зрения хоста и гостя, можно оценить рассо-

гласование этих точек зрения и эффективность и корректность работы эмуляции устройств и виртуальной машины в целом.

Библиографический список

1. VMware. Timekeeping in VMware Virtual Machines VMware vSphere 5.0, Workstation 8.0, Fusion 4.0 INFORMATION GUIDE [Электронный ресурс], 2011.
2. Armstrong B. Time Synchronization in Hyper-V [Электронный ресурс], 2010.
3. Red Hat Enterprise Linux. Virtualization Host Configuration and Guest Installation Guide [Электронный ресурс], 2016.

УДК 629.113

ПРОНИН П.И., КУРКИН А.А., КУЗИН В.Д., ЗАРУБИН Д.Н., ПРОНИН М.И.,
ПОЛУХИНА Е.Н., ЗИНИН М.Д., ШИРШИН К.А., ЛОВЦОВА К.А.

РАЗРАБОТКА 3D МАКЕТА АМФИБИЙНОГО МОДУЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
МБОУ СОШ №30, МАОУ Лицей №38, МАОУ СОШ №118, МАОУ Школа №187,
МБОУ СОШ №121

Изучение и мониторинг среды морского дна как в шельфовой зоне, так и в зоне приобоя всегда были сложной задачей для ученых и исследователей.

Передвижение в прибрежной зоне имеет значительные отличия от передвижений в условиях твердых грунтов суши или акватории. При всем имеющемся разнообразии робототехнических систем в настоящее время они сильно ограничены для использования в условиях прибрежной зоны. Наблюдение за динамикой волн и исследование прибрежной зоны зависят от текущих погодных условий, влияющих на безопасность условий полета, и могут быть распространены только на динамику волн и батиметрию. Использование же плавучих робототехнических систем возможно только при относительно спокойной динамике моря или океана. Чрезвычайную важность имеют данные, полученные при непосредственном передвижении по мелким водам и позволяющие проводить оценку конкретной прибрежной среды, в том числе волновой динамики в зонах приобоя и общей экологической ситуации.

В рамках данной работы был создан 3D макет мобильного исследовательского комплекса. На основе изучения уже существующих конструкций аналогичных комплексов была создана 3D модель. Данная конструкция предоставляет возможность регулировки положения центра тяжести для повышения устойчивости при движении по крутым склонам морского дна и при значительном гидродинамическом воздействии. Регулировка в вертикальной плоскости производится за счет уменьшения-увеличения длин каждого из опорных рычагов. В горизонтальной плоскости регулировка производится за счет изменения угла между опорными рычагами ведущих колес.

Блоком управления является микрокомпьютер RaspberryPi 2. В движение АМТС приводится двумя сервоприводами SM-S4315R. На платформе так же установлена камера LogitechC920, отображающая видео непосредственно на интерфейс управления. Установлены датчики акселерометр и гироскоп для определения модели в пространстве. Связь с управляющим устройством осуществляется через Ethernet-провод.

Основной причиной создания 3D модели амфибийного модульного транспортного средства является отработка алгоритмов управления и системы потери связи, которая играет существенную роль в безопасности эксплуатации.

ПЛАНИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА РАСХОДОВ КРУПНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПРОГНОЗА СРЕДСТВАМИ ПЛАТФОРМЫ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Организационная структура предприятия АО «ФНПЦ «ННИИРТ» включает в себя автотранспортный отдел, деятельность которого невозможно представить без использования информационных технологий. Существуют готовые программные продукты для транспортного учета, однако их общим недостатком является сложная адаптация в рамках небольшого транспортного подразделения. Поэтому была разработана новая информационная система для учета горюче-смазочных материалов в транспортном и бухгалтерском отделах предприятия. В качестве среды для создания новой информационной системы была выбрана платформа 1С: Предприятие 8.3 [1].

Была поставлена задача спрогнозировать бюджет расходов предприятия на покупку горюче-смазочных материалов на 2017 год, исходя из расходов в предыдущие годы. Необходимо создать такую модель прогноза, которая будет описывать ежемесячные расходы предприятия на покупку горюче-смазочных материалов по различным видам топлива. Встроенный механизм прогнозирования данных платформы 1С: Предприятие 8.3 не позволяет произвести подобные вычисления, поэтому необходимо создать новую модель, которая будет отвечать поставленным требованиям.

Данные для прогноза были взяты из информационной системы по учету горюче-смазочных материалов за последние несколько лет. В общем виде входные данные представляют собой таблицы пар значений «Сумма расхода на бензин, руб. – Год, месяц» для каждого вида топлива. Проведя анализ данных, можно заметить, что расходы предприятия на покупку горюче-смазочных материалов с каждым годом увеличиваются, однако, сложно разглядеть какую-либо тенденцию роста.

Существуют несколько типов прогнозирования. Для рассматриваемой задачи наиболее подходящим является поисковое прогнозирование, которое имеет два различных подхода. Экстраполятивный подход предполагает, что развитие показателей происходит гладко и непрерывно, поэтому прогноз может быть простой проекцией прошлого в будущее. Альтернативный подход исходит из того, что внешняя и внутренняя среда подвержена постоянным изменениям, и вследствие этого развитие показателей происходит не только гладко и непрерывно, но и скачкообразно и прерывисто [2]. Оба вида поискового прогнозирования опираются на количественные методы прогнозирования. Эти методы реализуются с помощью математических моделей, базирующихся на предыстории. Наиболее часто применяются следующие количественные модели прогнозирования: линейная регрессия, методы скользящего среднего, метод взвешенного скользящего среднего, экспоненциальное сглаживание. Эти модели, использующие временные ряды, дают неплохой результат для краткосрочных прогнозов. Поэтому необходимо построить новую модель прогноза для решения прикладной задачи планирования бюджета расходов на основе одной из этих моделей. Эффективность модели можно рассчитать посредством сравнения прогностических и фактических данных. Если точность модели недостаточна, то метод можно модифицировать или заменить.

Библиографический список

1. Профессиональная разработка в системе 1С:Предприятие 8 / Под ред. М. Г. Радченко. – М.: 1С-Паблишинг; СПб.: Питер, 2006. – 808 с.
2. Головань, С. И. Бизнес-планирование и инвестирование / С. И. Головань, М. А. Спиридонов. – Ростов н/Д, Феникс, 2008. – 302 с.

ОБЗОР ИНСТРУМЕНТОВ ТРЕХМЕРНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Компьютерное молекулярное моделирование – это сформировавшаяся на стыке теоретической физики, прикладной вычислительной математики и химии область знаний, на базе которой становится возможным проводить научные исследования структуры и свойств молекул вычислительными методами с последующей трехмерной визуализацией результатов на основе заданных при расчете условиях.

Расчеты простейших систем при молекулярном моделировании могут быть выполнены и вручную, но при моделировании систем, представляющих практический интерес, особенно при исследовании молекулярной динамики, объемы вычислений становятся весьма значительными, поэтому целесообразно применять компьютерные методы расчета и трехмерной визуализации.

В настоящее время в Институте биомедицинской химии уже разработана оригинальная система DockSearch для моделирования и дизайна методом докинга. Программа реализует процедуры геометрической стыковки двух молекул и работает с базой данных трехмерных структур малых молекул (низкомолекулярных органических соединений).

Среди коммерческих инструментов трехмерного моделирования можно выделить программные продукты компаний Wavefunction и Tripos.

SPARTAN – программный продукт для молекулярного моделирования фирмы Wavefunction. Версии SPARTAN применяют в промышленных и академических химических исследованиях, а отдельные вычислительные модули доступны в версиях для суперкомпьютеров (фирм Fujitsu и Cray). SPARTAN также имеет интерфейс для организации распределенных сетевых вычислений.

Alchemy 2000 – пакет молекулярного моделирования и трехмерной визуализации, разработанный компанией Tripos. Программа обладает удобным графическим интерфейсом пользователя, мощными средствами 3D-визуализации, позволяет рассчитывать энергетические параметры, искать структурные конформации и выполнять исследования молекулярной динамики. Alchemy 2000 работает не только с молекулами белков, но и с другими молекулярными объектами, например, полимерами, малыми молекулами.

VMD – инструмент, который разработан специально для визуализации и анализа таких биологических систем, как белки, нуклеиновые кислоты, молекулярные системы на основе липидов (например, компоненты клеточных мембран). Программа понимает формат Protein Data Bank (PDB) и позволяет использовать различные варианты и методы трехмерной визуализации молекул. VMD пригоден для анимации и анализа фазовой траектории, полученной в результате исследований молекулярной динамики.

Общей чертой программных продуктов является атомистический уровень описания молекулярных систем – наименьшими частицами являются атомы или небольшие группы атомов.

В целом, компьютерное моделирование требует абстрагирования от конкретной природы явлений, построения сначала качественной, а затем и количественной модели. После серии вычислительных экспериментов на компьютере, интерпретации результатов, сопоставления результатов моделирования с поведением исследуемого объекта, следует уточнение модели и ее трехмерная визуализация.

Механизм компьютерного моделирования, общий для всех молекулярных систем, а также трехмерная визуализация конечного результатов будут способствовать лучшему пониманию физико-химических свойств различных типов веществ.

ЭЛЕКТРОННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ «СОЗДАНИЕ МАКРОСОВ В MS EXCEL»

Арзамасский политехнический институт, филиал НГТУ им. Р.Е.Алексеева

MS Excel - это единственный полностью русифицированный современный табличный процессор, интерфейс программы прост [1]. Особо широкое применение этой программы нашлось в кругу бухгалтеров, экономистов и людей других специальностей, чья работа связана с обработкой больших массивов данных.

MS Excel обладает широким спектром функций, которые могут пригодиться как начинающему пользователю, так и профессионалу. Например, информационные функции, которые используются для работы с макросами [2].

Макрос – это запрограммированная последовательность действий (программа, процедура), записанная на языке программирования Visual Basic for Applications (VBA) [3].

Использование макросов в Microsoft Excel во многом облегчает жизнь пользователя и позволяет экономить время, которое обычно тратится на выполнение рутинных действий [4].

Несмотря на то, что компания Microsoft постаралась максимально облегчить пользователям работу с макросами, без специальной подготовки студентам будет трудно обойтись. С этой целью были созданы электронные методические указания по работе с макросами. В них приведены теоретические сведения о функции макросов и встроенном языке программирования VBA, даны конкретные примеры макросов, приведены варианты заданий, которые позволят закрепить полученные знания. На случай возникновения проблем с решением заданий приведено подробное решение типового задания. После работы с методическими указаниями и выполнения заданий студент может пройти тест, который проверит уровень усвоения новой информации.

Созданные методические указания предназначены для студентов младших курсов, изучающих такие дисциплины как «Информатика» и «Информационные технологии».

Была проведена апробация продукта в группах специальности «Прикладная математика» и «Информационные системы и технологии». Изучение теории и выполнение заданий заняло чуть более 2 академических часов. Созданные методические указания можно использовать для оснащения института и выполнения по ним лабораторных работ на различных компьютерных дисциплинах.

Библиографический список

1. **Сергеев, А.П.** Самоучитель MS Office 2007. – М.: – Вильямс, 2007. – 432 с.
2. **Уокенбах, Джон.** Microsoft Office Excel 2007. Библия пользователя. – М.: Вильямс, 2008. – 816 с.
3. **Уокенбах, Джон.** Microsoft Office Excel 2007: профессиональное программирование на VBA – Диалектика, 2012. – 944 с.
4. **Мюррей, К.** Новые возможности системы Microsoft Office 2007 – М.: ЭКОМ, 2007. – 248 с.

ТРУДНОСТИ ПРИ ГРАФИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБСТОЯТЕЛЬСТВ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

За последние несколько лет автопарк российских дорог заметно вырос. Так, на 1 июля 2016 года количество легковых автомобилей на территории России составляло 44,1 млн. Вместе с тем число дорожно-транспортных происшествий (ДТП) снизилось, но по-прежнему остается высоким. За 9 месяцев 2016 года было зарегистрировано 125,6 тысячи ДТП. Из них 28,3 % - это наезд на пешехода.

Именно эта категория ДТП является одной из самых трудных с точки зрения выяснения обстоятельств, а также выявления виновного лица. Это могут быть: пешеход, водитель машины, иные участники дорожного движения.

Зачастую провести расследование, а впоследствии и смоделировать ситуацию для выяснения причин наезда затруднительно. Если моделирование столкновения двух и более машин сводится к установлению нескольких параметров автомобилей, многие из которых стандартизированы, и нескольких внешних факторов, то моделирование наезда на пешехода является более сложным.

Для детального моделирования и анимации дорожного происшествия в первую очередь учитывается тяжесть самого происшествия. Таким образом, моделирование удара при фронтальном столкновении человека о бампер усложняется. Так, в случае легкого ДТП при имитации поведения пешехода, а также системы костей, корректируются только ноги. При таком ударе кость в системе скелета персонажа-пешехода делится на две (при переломе легкой тяжести) и более (при сложном переломе), и анимируется уже как отдельные части.

При этом усложняется и моделирование наружной части тела, мышц, кожи и одежды пешехода. С точки зрения открытого/закрытого перелома существует несколько вариантов поведения. Соответственно при открытом переломе дополнительно моделируется разрыв кожного покрова и мышечной ткани, а значит и утяжеляется сама модель и анимация человека. Таким образом, при легком фронтальном столкновении между автомобилем и пешеходом на сцену накладываются дополнительные слои анимации и дополнительные системы костей и моделей мышц.

При серьезном ДТП происходит выброс пешехода на капот машины. При такой аварии страдают ноги, кости таза, руки и иногда нижняя часть спины, и это только при ударе о капот. В дальнейшем также человек может получить травмы при ударе о землю/асфальт. Наиболее трудным при создании анимации подобной аварии является воссоздание травмы костей таза.

Как правило, модель костей таза значительно упрощается, что и составляет главную трудность графической реконструкции обстоятельств ДТП. Поэтому для создания анимации тазовые кости заменяют на две отдельные, более мелкие и анимируют по одной. При этом зачастую открытых переломов не происходит. Вследствии этого нет необходимости в создании отдельных слоев модели.

Также при аварии средней тяжести наиболее трудной задачей является общая анимация поведения пешехода во время удара. Положение тела при фронтальном столкновении может быть лицом к автомобилю или же боком. При этом моделирование положения тела разительно отличается. В первом случае при подобном ударе ладони пешехода рефлексивно упираются в капот машин, принимая на себя больший удар, чем спина и таз. Во втором случае тело человека может отбросить на капот боком, спиной или лицом.

Таким образом, трудность анимации ДТП в ситуации машина-пешеход напрямую связана с тяжестью аварии, а соответственно, и скоростью автомобиля.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ГЕНЕРАЦИИ SQL-ЗАПРОСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время ни одна организация, даже небольшая, не обходится без построения базы данных (далее БД). В каждой отрасли есть информация, которую необходимо структурировать. Основные действия любого пользователя с любым скоплением информации – осуществлять поиск и редактировать данные. При работе с базой данных любого размера и любой структуры, человек сталкивается с проблемой построения запросов, которые принято называть выборками.

Предлагается создать модель классификации построения запросов. Ее основная цель – максимально упростить поиск нужной информации. Для решения этой задачи необходимо произвести классификацию запросов, выявить признаки, различия и сгруппировать их по типу.

Был проведен анализ различных СУБД для выявления наиболее распространенных видов выборок. Все запросы делятся на две группы: запросы-выборки и запросы действия. По данным видам была создана классификация, для дальнейшего проектирования системы автоматической генерации запросов.

Самой частой командой обращения к БД является SELECT – оператор DML языка SQL, возвращающий набор данных (выборку) из базы данных, удовлетворяющих заданному условию. Это и есть описанная выше функция «Выборки»

Проанализировав около 100 запросов, принимаем решение, что классифицировать выборки SELECT можно по следующим критериям: Запрос в пределах одной таблицы или нескольких; Запрос из одного конкретного поля или из списка полей.

Плюс к этим основным параметрам запросов добавляются разграничения по: Запрос с условиями для вывода (сортировка, неповторяемость, ограничить кол-во вывода и т.д.); Запрос с условиями для значений (>0, =”значение”); Вложенный запрос; Объединенный запрос; И их возможные комбинации.

Была создана подробная классификация запросов на языке SQL и их конкретные примеры. Можно выделить 2 большие группы: Запросы в пределах одной таблицы и Запросы из списка таблиц.

Планируется на основании построенной классификации запросов логического уровня создать интеллектуальную систему поддержки генераторов кода. Подразумевается автоматическое построение выборок к любой базе данных при минимальных манипуляциях пользователя.

Библиографический список

1. Проектирование баз данных. СУБД MicrosoftAccess. Учебное пособие. Н. Н. Гринченко, Е. В. Гусев, Н. П. Макаров
2. SQL Полное руководство. Третье издание. Грофф Дж. Р., Вайнберг П.Н.
3. Системы баз данных. Теория и практика использования в Internet и среде Java. Грег Риккарди

МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦИИ SQL-ЗАПРОСА НА ОСНОВАНИИ ПОСТРОЕННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПРОСОВ ЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время ни одна организация не обходится без построения базы данных (далее БД). В каждой отрасли есть информация, которую необходимо структурировать. Для построения баз данных существует множество систем управления. Самые известные примеры - это MicrosoftAccess, OracleDatabase, IBMDB2, VisualFoxPro и многие другие.

Любая СУБД предназначена для конкретной цели. Они делятся по модели данных:

- иерархические,
- сетевые,
- реляционные,
- объектно-ориентированные,
- объектно-реляционные.

Так же делятся по способу доступа к базе данных:

- файл-серверные,
- клиент-серверные.

Данный доклад сделан с целью обоснования главной проблемы при работе с любой БД. Основные действия любого пользователя с любым скоплением информации – осуществлять поиск и редактировать данные. При работе с базой данных любого размера и любой структуры человек сталкивается с проблемой построения запросов, которые принято называть выборками.

Предлагается создать модель классификации построения запросов. Ее основная цель - максимально упростить поиск нужной информации. Для решения этой задачи необходимо произвести классификацию запросов, выявить признаки, различия и сгруппировать их по типу. Был проведен анализ различных СУБД для выявления наиболее распространенных видов выборки.

Все запросы делятся на две группы.

1. Запросы-выборки – это выбор данных из таблиц (одной или нескольких) с заданными параметрами поиска.

Они делятся на:

- Простой запрос - создает простой запрос из конкретных полей.
- Запрос к связанным таблицам — позволяет производить выборку данных из связанных таблиц.
- Перекрестный запрос — отображает итоговые данные с группировкой их по горизонтали и вертикали, выводя результаты их обработки в виде таблиц.
- Объединение таблиц с одинаковой структурой. Результат— общая таблица: сначала первая, затем вторая (конкатенация).
- Запрос с параметром — позволяет пользователю задать критерий отбора, введя нужный параметр при вызове запроса.
- Запрос с вычисляемым полем — позволяет рассчитать данные на основе других полей из той же строки запроса.
- Запрос с критерием поиска — позволяет производить отбор записей в соответствии с заданным критерием поиска.
- Запрос с итогами — производит математические вычисления и выдает результат.
- Повторяющиеся записи – создает запрос, выбирающий повторяющиеся записи из таблицы или простого запроса.

- Записи без подчиненных - создает запрос, выбирающий из таблицы записи, не связанные с записями из другой таблицы.
 - Вычитание таблиц с одинаковой структурой — выбираются те записи, которых нет в вычитаемом.
 - Проекция (вертикальное подмножество) — отношение, содержащее часть полей из исходных таблиц.
 - Декартово произведение двух таблиц - Записи результирующей таблицы получаются путем объединения каждой записи первой таблицы с каждой записью другой таблицы
2. Запросы-действия – это изменение данных в таблицах: удаление, обновление или добавление записей.

Они делятся на:

- Запросы на создание таблицы - создают таблицы на основании данных, содержащихся в результирующем множестве запроса.
- Запросы на добавление записей - позволяют добавлять в таблицу записи, создаваемые запросом.
- Запросы на обновление - изменяют значения существующих полей в соответствии с заданным критерием.
- Запросы на удаление - удаляют записи из одной или нескольких таблиц одновременно.

Далее приведена подробная классификация запросов на языке SQL и их конкретные примеры.

- Запросы в пределах одной таблицы:
 - 1) простой запрос на определенный столбец из одной таблицы,
 - 2) запрос на одно поле с условиями на значения,
 - 3) запрос на одно поле с усложненным условием на значения,
 - 4) запрос на несколько полей с усложненными условиями вывода,
 - 5) запрос на несколько полей с условиями на значения,
 - 6) запрос на несколько полей с усложненным условием на значения,
 - 7) запрос на несколько полей с условиями на значения и вывод,
 - 8) вложенный запрос.
- Запросы из списка таблиц:
 - 1) простой запрос из нескольких таблиц,
 - 2) объединенный запрос,
 - 3) объединенный запрос с условиями на значения,
 - 4) объединенный запрос с условиями на вывод,
 - 5) запрос конкретного поля с условиями на значения,
 - 6) запрос конкретного поля с условиями на вывод и поиск значений,
 - 7) запрос на несколько значений с переименованием из списка таблиц с условиями на значения.

Библиографический список

1. Проектирование баз данных. СУБД MicrosoftAccess. Учебное пособие. Н. Н. Гринченко, Е. В. Гусев, Н. П. Макаров
2. SQL Полное руководство. Третье издание. Грофф Дж. Р., Вайнберг П.Н.
3. Системы баз данных. Теория и практика использования в Internet и среде Java. Грег Риккарди

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЯМ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Программно-аппаратные комплексы помощи водителям автомобилей (AdvancedDriverAssistanceSystems) разрабатываются для автоматизации, адаптации и улучшения систем автомобиля для безопасности управления автомобилем. Меры безопасности проектируются таким образом, чтобы предоставлять необходимую для водителя информацию для избегания столкновений и аварий, предупреждая о потенциальных проблемах, или избегания столкновений путем разработки защитных мер и перехвата управления автомобилем. Водитель не способен долгое время сохранять концентрацию и внимание, с увеличением усталости положение усугубляется, а электронные помощники всегда максимально внимательны и не устают. Создание подобных систем является первым шагом к созданию полностью беспилотных транспортных средств. Меры адаптации могут включать адаптивное управление дальностью света фар, круиз-контроль, автоматическое торможение, предупреждения касательно траффика, а также анализа и предупреждения о препятствиях, находящихся в слепой зоне водителя.

Одной из актуальных задач системы помощи водителю с целью повышения безопасности движения является построение изображения окружающей автомобиль среды, в том числе в слепых зонах. Система кругового обзора должна получать данные с 4-х широкоугольных камер, расположенных по периметру автомобиля, а далее при помощи специальных алгоритмов видеообработки корректировать и совмещать их таким образом, чтобы водитель видел свой автомобиль как бы сверху. Для решения этой задачи была исследована элементная база с целью поиска решений, которые позволили бы с минимальной задержкой снимать изображения окружающей среды вокруг автомобиля, с последующей подготовкой последовательности изображений и их обработки в режиме реального времени.

В качестве начальной элементной базы были выбраны аналоговые камеры, подключенные к специальной плате видеозахвата PCIDVR. Данный подход использования аналоговых камер обусловлен тем, что более популярные IP камеры не подходят по следующим причинам: они достаточно громоздки, имеют большую временную задержку и проблемы с синхронизацией, чувствительны к температуре и вибрации, сильно нагружают сетевую кабель, по которому передается информация, что критично в условиях real-time обработки информации. Кроме того, поскольку картинка, записываемая IP камерами, имеет высокое качество, потребуется очень много свободной памяти на жестком диске для хранения информации. Так, например, единственная 2-х мегапиксельная IP камера, записывающая видео с частотой 30 кадров в секунду со сжатием формата MPEG4, потребует приблизительно 67 гигабайт свободного места на жестком диске в течение дня непрерывной съемки.

Чип платы – Fusion 878A – эффективно использует доступный на плате 132 мегабитный разъем PCI, подавая на него 32-битные DWORD, содержащие информацию об изображении под управлением DMA канала. Разъем способен выдержать нагрузку до 44 мегабит в секунду полноразмерного 768 * 576 пикселей видео формата PALRGB32, до 4,6 мегабит в секунду видео формата NTSCCIF 320*240 RGB16, либо до 0,14 мегабит в секунду видео 8-битного режима формата NTSCICON 80*60. В дополнение к этому, чип Fusion 878A предоставляет механизм разрешения узких мест, возникающих в течение передачи изображения, в режиме реального времени, а также встроенное интерпретирование изображения в цветовую субдискретизацию YCbCr.

УДК 539.1

ХУДЯКОВ И.С., БАСОВ А.А., КАЙНОВА А.В.,
ЛАПТЕВ Б.А., ЛОБУРЕВА А.М., ЯШИНА А.Н.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО НЕЙТРОННОГО ИСТОЧНИКА И ИЗУЧЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ ЯДЕР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование современных технологий в процессе обучения особенно актуально для курса атомной и ядерной физики в связи с повышенной опасностью во время проведения лабораторных работ. При выполнении экспериментов с радиоактивными источниками мощности выше средней и при большом количестве обучающихся необходимо строго выполнять требования НРБ.

Также вычисления, связанные с подобными опытами, являются весьма трудоемкими. Например, для нахождения энергии нейтронов, получаемых с помощью облучения α -частицами (γ -квантами), чаще всего используется метод импульсных диаграмм. Для него необходимо множество начальных данных, кроме того, его точность ограничена точностью построения диаграммы. Следовательно, для вычислений с высокой степенью надежности данный метод неприменим. Поэтому в разработанной программе используется аналитический метод нахождения энергии нейтронов. Вычисления, произведенные с помощью этого метода вручную, получаются очень громоздкими, кроме того, нужно использовать множество справочных величин. Реализация данного метода на ПК позволяет повысить точность получаемых результатов и значительно сократить время расчета.

В результате взаимодействия α -частиц или γ -квантов (по выбору пользователя) с выбранным изотопом получаем поток нейтронов. Программа позволяет построить спектр энергии полученного потока нейтронов в зависимости от угла вылета и энергии падающих частиц. Затем выбирается изотоп, который необходимо облучить потоком нейтронов. Результатом этого является получение компаунд-ядра, для которого строится график активации и график распада.

Достоинствами данной программы являются: высокая наглядность представляемого материала, его доступность и интерактивность, большая дифференциация и индивидуализация процесса образования, а также возможность исследовать многопараметрические задачи, используемые в атомной и ядерной физике и энергетике. Программы являются мультиплатформенными и имеют интуитивно понятный интерфейс. Для корректной работы необходимо только наличие браузера. Данные программы написаны с помощью языков программирования Java и ActionScripts с использованием компиляторной платформы FlashDeveloper.

УДК 51-74

ШИРОКОВА К.А.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

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

Одно из направлений современного образовательного процесса – использование компьютерных средств для получения новых знаний. Элементом такого обучения являются электронные учебные пособия (ЭУП), под которыми понимают методический комплекс для самостоятельного изучения материала. В переходе от печатных книг к электронным есть свои плюсы и минусы. Так в чем же их преимущество?

В отличие от книжных учебников, в электронном учебном пособии легко обновлять, исправлять или добавлять нужную информацию. Можно добавлять звуки, анимации, картинки – это делает комплекс более наглядным. ЭУП являются более удобными в обращении и доступными. Можно быстро найти нужную информацию, щелкнув по гиперссылке в пункте меню. В методическом комплексе в основном представлена самая нужная информация, разделенная на отдельные страницы в зависимости от параграфа. Так она более проста к восприятию, чем сплошной текст книг. Не всегда учебных книг хватает на количество студентов больших вузов. ЭУП позволяет охватить 100% учащихся, в отличие от учебников. При необходимости из электронного учебника легко распечатать нужный материал. Пособие можно использовать как в автономном режиме, так и для дистанционного обучения, что сейчас тоже не редкость. Но есть и минусы.

Для использования электронного пособия необходимо специальное оборудование, такое как планшет или компьютер, но не у каждого есть возможность приобрести его. Также глаза от электронного пособия устанут намного быстрее, чем от обычной печатной книги. Что же представляет собою ЭУП? В настоящее время существует большое количество программ для создания и разработки учебных пособий. Более удобной я считаю программу Dreamweaver.

ЭУП имеет специализированную информационную базу. Оно, как правило, состоит из главной страницы, на которой располагается название учебника и меню; второстепенных страниц – на них расположена вся нужная информация по тому или иному параграфу и изображения; теста для самопроверки, который чаще всего располагается в конце электронного комплекса; справочника с основными терминами.

Перед автором была поставлена задача разработать ЭУП «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» для учебного центра ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» г. Арзамаса. В этом центре проходят обучение и повышение квалификации работники данной организации.

Пособие состоит из введения, 14 глав, теста и списка литературы. Одним из основных преимуществ является применение раскрывающихся списков, что делает более удобным процесс обучения. Главы включают в себя информацию о государственном регулировании промышленной безопасности, регистрации опасных производственных объектов, об основных требованиях промышленной безопасности и др. После изучения теоретического материала для лучшего усвоения информации необходимо пройти тестирование. Обучение по этому ЭУП может производиться как в лекционной форме, так и дистанционно. Оно дает возможность более наглядно объяснить обучающимся изучаемый материал, необходимый им для работы в дальнейшем.

УДК 681.3

ИЛЬИН В.Ю.

3D ИНТЕРФЕЙС ВВОДА НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

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

Трехмерные модели наиболее точно отображают реальные объекты. В процессе моделирования объекта или системы обычно возникает проблема управления созданной моделью, ее анимацией или симуляцией. Для решения данной проблемы было предложено создать трехмерный ручной интерфейс для управления устройствами при помощи жестов.

Одним из условий было соблюдение баланса между функциональностью и простотой изготовления. Сам проект представляет из себя 3D интерфейс взаимодействия с компьютером при помощи руки: вы двигаете рукой в трех измерениях, в приемном кубе, а ваши действия переносятся в компьютер и повторяются уже там.

Каждый контур приемного куба состоит всего лишь из двух резисторов и алюминиевой пластины. Согласно теории датчиков емкостного сопротивления, меньшее время считывания показаний повышает их точность. Таким образом, номинал сопротивления, через которое сенсор (контур) подключен к Arduino, определяет время разрядки конденсатора, во время чего и производится расчёт положения руки. Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что реальный алгоритм работы выглядит следующим образом:

- 1) выставляем порт на режим вывода;
- 2) происходит зарядка пластин конденсатора до некоторой величины, условно равной уровню «логическая единица»;
- 3) переводим порт на режим ввода;
- 4) подаем на порт сигнал «логический ноль», что приводит к разряду конденсатора; одновременно отключается цепь напряжения +5 В.

Подсчитываем время, необходимое для разряда конденсатора до уровня «логический ноль». Эта переменная зависит от номинального сопротивления резисторов и емкости конденсатора (алюминиевой пластины). Номиналы резисторов неизменны, что дает нам возможность измерить емкость конденсатора. Основной переменной для таких расчетов является расстояние «земли» (вашей руки) от пластины конденсатора.

Варианты дальнейшего развития данного предложения:

- 1) создать большие по площади сенсоры;
- 2) подобрать номиналы резисторов и оптимизировать код для обработки вибраций более высокой частоты;
- 3) найти способ уменьшения электромагнитных наводок от сети переменного тока.
- 4) В настоящий момент проект был реализован на плате Arduino, а также протестирован в виртуальной среде Processing. В дальнейшем с помощью данного интерфейса планируется управлять реальными моделями, например, манипулятором с функцией захвата объекта.

УДК 004.942

АБРАМОВА К.А.¹, БЕРБЕРОВА М.А.², КАРЕЛИНА Е.В.³, ПРОТАСОВ В.И.⁴**ИЕРАРХИЧЕСКИЕ САМОУПРАВЛЯЕМЫЕ СИСТЕМЫ
КОЛЛЕКТИВНОГО ИНТЕЛЛЕКТА**¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности
³ООО «СИНДЕКС»⁴Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Как показывают исследования, в большинстве случаев люди лучше оценивают чужие решения, чем создают собственные. Благодаря этому, коллектив может справляться с некоторыми задачами значительно лучше отдельных людей. Внедрение самоуправляемых систем коллективного интеллекта позволит достаточно быстро решать большой спектр задач, используя только интеллектуальные ресурсы группы инициативных участников (акторов).

В настоящей работе, исходя из информационной технологии эволюционного согласования решений [1], предложены правила взаимодействия между большим числом акторов, позволяющие построить иерархическую самоуправляемую систему, в которой акторы взаимодействуют в параллельно работающих небольших группах, выполняя общий проект. После окончания первой стадии по итогам работы лучшие акторы продвигаются на следующие уровни иерархии, принося с собой лучшие идеи, выделенные группой. Процесс продолжается до тех пор, пока не будет выделена единственная группа лучших акторов из всех, принимающих участие в проекте, и лучших решений.

Для оценки применимости различных подходов и выбора эффективных методик применялось компьютерное моделирование процесса решения задач виртуальными акторами с использованием метода эволюционного согласования решений [2] и модели Раша [3]. Оценка результативности метода производилась на основе многократных проведений экспериментов на модели с различным количеством акторов.

В результате проведенной работы удалось разработать и испытать в компьютерных экспериментах основные принципы коллективной системы, позволяющей за небольшое число итераций выделять лучшие решения и акторов-экспертов. По сравнению с существующими платформами краудсорсинга [4] наша система значительно экономичнее, поскольку в ней не требуется использование большого количества фасилитаторов. Система может быть применена для выполнения массовых социологических проектов, а также малым и средним бизнесом для решения своих задач с использованием интеллектуального потенциала как своих сотрудников, так и клиентов.

Работа выполнена по гранту РФФИ №16-07-0076 «Исследование и разработка семантических методов построения «Индекса контекстного научного цитирования».

Библиографический список

1. Протасов В.И. Конструирование метасистемных переходов. - М., изд. Института физико-технической информатики, 2009. 186 с.
2. Протасов В.И. Применение сетевого метода эволюционного согласования решений в управлении проектами. Управление проектами и программами. –М., изд. Grebennikov, 2011, т. 1(25). с. 22-35.

3. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests /Expanded Edition, with Foreword and Afterword by B.D. Wright. Chicago: University of Chicago Press, 1980.
4. <http://www.tadviser.ru/index.php/Witology>.

УДК 338

АВДОШИНА М.Е., СТЕПАНЕНКО М.А.

ПОИСК МИНИМАЛЬНОГО РАЗРЕЗА СВЯЗНОГО ГРАФА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важнейших инженерно–оптимизационных задач является поиск минимального разреза связного графа. Эта задача имеет прикладное применение в расчетах надежности компьютерных и телефонных сетей, расчетах кратчайшего пути железнодорожных и автомобильных дорог, определения коммуникаций и разделения различных социальных групп, и даже сегментации изображений.

В работе предлагается рассмотреть два алгоритма поиска минимального разреза связного графа и сравнить их по критериям быстродействия и точности поиска кратчайшего пути.

Рассмотренный алгоритм Каргера выполним для неориентированных связных графов с количеством вершин, не превышающим 10^3 . В основе алгоритма лежит процедура стягивания ребра, во время которой происходит объединение пары вершин в одну, и, соответственно, происходит уменьшение общего количества вершин на единицу. Алгоритм предполагает случайную выборку ребер для стягивания вершин, которое выполняется до тех пор, пока не останется две вершины. Разрез этих вершин и будет соответствовать разрезу исходного графа. К недостаткам данного алгоритма отнесем то, что ребра для стягивания выбираются случайным образом, что не гарантирует высокой вероятности нахождения минимального разреза графа. Экспериментально показано, что вероятность нахождения минимального разреза графа, после выполнения алгоритма один раз, составляет 50%, отсюда следует и малое время его выполнения:

$$O(T) = O(n^2) \quad (1)$$

где n – количество ребер рассматриваемого графа.

В случае достижения 100% вероятности нахождения минимального разреза графа, время выполнения алгоритма составит:

$$O(T) = O(n^4 \log n) \quad (2)$$

Это отрицательно скажется на быстродействии выполнения алгоритма.

Среднее время работы алгоритма Каргера, для поиска минимального разреза графа, с высокой вероятностью, около 80%:

$$O(T) = O(n^2 \log n) \quad (3)$$

Алгоритм Штор–Вагнера применим для неориентированных взвешенных связных графов. Для исходного графа G с n вершинами и m ребрами формируется некоторое множество вершин A , в котором первоначально содержится одна произвольная вершина исходного графа. Следующим шагом выполняется поиск вершины y , наиболее связанной с вершиной, вошедшей в множество A .

$$\sum_{i \in A} W_{iy} = \max_{j \notin A} \sum_{i \in A} w_{ij} \quad (4)$$

где w – вес ребер.

После чего найденная вершина y добавляется, в множество A . Далее пересчитываются веса оставшихся вершин в исходном графе:

$$W = \sum_{i \in A} \sum_{j \notin A} W_{ij} \quad (5)$$

После чего вновь начинается поиск некоторой вершины y . Процесс завершится только тогда, когда все вершины перейдут в множество A , то есть через $n-1$ итерацию. Далее

объединяются пары вершин, добавленные в множество A последними, при этом удаляются ребра между ними и записывается их вес в новое множество. Данный процесс происходит до тех пор, пока не останется одна вершина. После этого сравниваем записанные веса и находим минимальный среди них. Среднее время работы алгоритма Штор–Вагнера вычисляется по формуле:

$$O(Tm) = O(nm + n^2 \log n) \quad (6)$$

Рассмотрев описанные алгоритмы, можно сделать следующие выводы. Алгоритм Каргера имеет ограничение по количеству вершин рассматриваемого графа, в то время как алгоритм Штор–Вагнера применим к графам с любым количеством вершин, но граф должен быть обязательно взвешенным. Алгоритм Каргера является вариативным алгоритмом в отношении вероятности нахождения минимального разреза к затратам по времени на реализацию алгоритма, в то время как алгоритм Штор–Вагнера позволяет найти минимальный разрез графа со 100% вероятностью по формуле (6).

УДК 004.021

БРУК А.Г. , СИДОРОВА Е.В.

ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ НАРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТОВ ДО ОТКАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача определения закона распределения времени наработки элементов до отказа – это ключевой шаг алгоритма расчета надежности элементов. Согласно ГОСТ 27.410-87 «Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность» существует 16 планов контрольных испытаний на надежность, из которых наиболее доступными для реализации можно считать четыре плана: [NUT], [NUr], [NU(T,r)], [NUz]. Результатом работы по каждому из первых трех планов является выборка из времен отказов элементов, а результатом работы по четвертому – выборка из отказов и выборка из времен окончания испытаний для исправных элементов. Но все эти результаты объединяет то, что практически все выборки результатов наблюдения за функционированием объектов так или иначе получаются усеченными (цензурированными). Цензурированной выборкой называется выборка, элементами которой являются полные наработки и наработки до цензурирования (неполные наработки) или только значения наработки до цензурирования.

Проведенные ранее исследования показали, что для определения закона распределения цензурированных выборок традиционный критерий хи-квадрат не применим. Другие, такие как критерий Колмогорова, лишаются своих полезных свойств, становясь зависимыми от типа цензурирования. Это происходит из-за больших участков повышенной неопределенности эмпирической функции распределения, возникающих в следствии цензурирования.

В данной работе рассмотрен наиболее применимый в условиях цензурирования критерий, коим является критерий Мозеса.

Для проверки гипотезы о законе распределения цензурируемой выборки на уровне доверия α выработан следующий алгоритм:

- 1) рассчитать значения теоретической функции распределения $F(t_i)$, исходя из предполагаемого закона распределения;
- 2) рассчитать статистику критерия Мозеса по формуле:

$$w = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F(t_i),$$

где $F(t_i)$ – теоретическое значение функции распределения в точке t_i , n – объем выборки, t_1, t_2, \dots, t_n – совокупность зарегистрированных полных наработок до отказа.

3) проверить полученную статистику на попадание в область принятия гипотезы о соот-

ветствие закону распределения, если $n \geq \frac{u(1-\frac{\alpha}{2})}{\alpha}$,

$$0,5 - 12 * n - 0,5 * u(1 - \frac{\alpha}{2}) \leq w \leq 0,5 + 12 * n - 0,5 * u(1 - \frac{\alpha}{2}),$$

где $u(1-\alpha/2)$ – квантиль уровня $(1-\alpha/2)$ стандартного нормального распределения.

Иначе, область принятия гипотезы является интервал

$$0,5 - t_{кр} \leq w \leq 0,5 + t_{кр},$$

где $t_{кр}$ – значение критической точки, взятое из соответствующей таблицы на уровне доверия α и объеме выборки n .

УДК 681.518.2

ВАЛЯЕВ А.В., ЛУКИНА Е.А., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ ПРИ УГРОЗЕ СКОРОТЕЧНОГО ЗАТОПЛЕНИЯ СУДНА

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Решение задачи по обеспечению безопасности движения на внутренних водных путях становится более актуальным в связи с развитием туризма и оптимизацией расходов на грузоперевозки. Происшествия на водном транспорте приводят к повреждениям судов, потере грузов, кораблекрушениям и, в худших случаях, к человеческим жертвам.

Огромную роль при авариях малых речных и круизных пассажирских отечественных судов, приводящих к значительным повреждениям судна (или к его гибели) и человеческим жертвам, играют затопления (71,4% случаев) и повреждение корпуса (23,8%) [1, 122].

Как определено международными и отечественными нормативными актами по организации безопасного судоходства [2], при аварийном происшествии или кораблекрушении судно можно оставить лишь тогда, когда ему «грозит неминуемая гибель». Только капитан имеет право определить в соответствии с фактически складывающейся ситуацией момент оставления судна и отдать распоряжения об эвакуации пассажиров и членов экипажа, а также о порядке ее реализации. Вместе с тем, как показывают материалы расследований аварийных происшествий и кораблекрушений [3], возникающая на судне в таких экстремальных ситуациях паника не способствует принятию и осуществлению капитаном своевременных и оптимальных решений по эвакуации пассажиров и членов экипажа.

В докладе представлено описание разрабатываемой и исследуемой авторами масштабируемой программно-аппаратной системы поддержки принятия капитаном транспортного судна внутреннего плавания решения о готовности к использованию штатных технических средств спасения пассажиров и экипажа при угрозе скоротечного затопления судна.

Для достижения поставленной цели авторами решается целый ряд задач, в числе которых разработка адекватной математической модели состояния судна и создание алгоритма упреждающего мониторинга потенциальных затоплений речных водоизмещающих судов. Математическая модель, включающая в себя уравнения динамики судна, в качестве параметров предполагает принимать целый ряд измеряемых в реальном времени характеристик посадки судна; наличие и изменение уровня жидкости во всех танках и сухих отсеках; состояние водонепроницаемых дверей в переборках корпуса судна; состояние люковых закрытий и

крышек водонепроницаемых отсеков; наличие спасательных средств на штатных местах, а также ветроволновые характеристики.

Библиографический список

1. **Егоров, Г.В., Егоров А.Г.** Исследование надежности и риска эксплуатации отечественных речных пассажирских судов. Вестник Одесского национального морского университета, № (1)37, 2013г.
2. Российский Речной Регистр [Электронный ресурс]/ Правила РРР// Режим доступа: <http://ssl.rivreg.ru/publication/pravila/> (дата обращения: 20.11.2016).
3. РИА Новости [Электронный ресурс]/ Крупные аварии на пассажирских судах и паромах в мире // Режим доступа: <https://ria.ru/spravka/20120710/695063119.html> (дата обращения: 20.11.2016).

УДК 004.02

ГОРБАЧЕВА А.Ю., СМИРНОВА А.А.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из достаточно распространенных классов задач принятия решений являются задачи многокритериального выбора, в которых рассматривается малое число объектов (систем, вариантов, альтернатив), при этом число признаков, характеризующих свойства объектов, достаточно велико и может достигать десятков и сотен. Примером таких задач служит выбор конфигурации сложной технической системы/объекта.

Сложный технический объект (СТО), например, бортовой вычислительный комплекс, представляет собой развитую иерархическую структуру с большим числом элементов и внутренних связей.

Для обеспечения поддержки принятия решений необходима разработка методологии, ориентированной на описание объектных структур СТО, позволяющая идентифицировать, анализировать (включая наглядное представление) и манипулировать всем многообразием отношений, связывающих объекты СТО.

Применение онтологического подхода позволяет представить данные процесса проектирования в виде упорядоченной структуры с четко определенными связями между различными составляющими процесса проектирования, объединить между собой различные проектные данные, и организовать связь между всеми этапами и задачами проектирования.

Первоначально, при участии лица, принимающего решение (ЛПР), и/или эксперта формируется набор исходных (требуемых) характеристик анализируемых объектов. При постановке задачи выбора включают в число исходных признаков такие показатели, которые отражают основные свойства объектов. Для каждого исходного показателя строится шкала, которая может иметь числовые (точечные, интервальные) или вербальные градации оценок. Шкалы исходных показателей могут совпадать с обычно используемыми на практике, либо конструироваться специально.

В качестве множества альтернатив выступает некоторый набор объектов, задаваемых определенными характеристиками, в котором требуется выбрать лучший. Примером может служить выбор процессорного модуля бортового вычислителя, задаваемого следующими характеристиками: ОЗУ (ГБ), Flash-память (ГБ), частота микропроцессора (Гц), мезонин формата РМС (шт.), сетевой канал и т.д.

Проектирование СТО – задача, разбиваемая на подзадачи, соответствующие разным уровням проектирования. Упрощенная задача оптимального выбора варианта построения объекта сводится к следующим начальным условиям:

- задано исходное множество однородных объектов, характеризующихся рядом свойств;
- заданы требуемые значения свойств (признаков), которыми должен обладать эталонный объект.

Задачу выбора подмножества элементов, свойства которых минимально отклоняются от требуемых значений, рассматриваемую как задачу многокритериальной оптимизации, можно сформулировать следующим образом: мера включения (несимметричная мера сходства) требуемого набора свойств в существующий объект, то есть значение, характеризующее степень соответствия данного объекта конкретному требованию, должна стремиться к единице.

Методика оптимального многокритериального выбора на основе предварительно сформулированных требований позволит значительно сократить время проектирования СТО, а также уменьшить число проектных ошибок.

УДК 658.5.011

ГРАБ Н.Ю.

ЗАДАЧА РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Устойчивой тенденцией в деятельности промышленных предприятий является постепенное изменение типа производства от массового к мелкосерийному. Управление производством при этом осуществляется как управление проектами [1]. Второй характерной особенностью производственных процессов является одновременное изготовление нескольких партий разнородной продукции из ее модельного ряда, освоенного на предприятии, – осуществляется многопроектная (мультипроектная) деятельность. В этих условиях решение вопроса о наиболее эффективном распределении имеющихся производственных ресурсов разного типа между несколькими проектами является одним из ключевых факторов получения предприятием максимальной прибыли. Наиболее остро эта задача возникает при управлении невозобновляемыми ресурсами – парком производственного оборудования и соответствующих операторов, а критерием эффективности их использования принимается отсутствие (сокращение) простоя.

Для решения такой задачи предлагается разработать информационную систему поддержки принятия решений (ППР) о распределении (и перераспределении) возобновляемых ресурсов. При решении подобных задач – задач производственного планирования, применяются методы линейного программирования. Так как, зачастую, расходы и доходы линейно зависят от количества затраченных ресурсов (в том числе – от времени использования производственных мощностей).

При формировании системы ППР целесообразно применить обобщенную характеристику производственного оборудования - мощность ресурса, определяемую как трудоемкость работ, выполняемых им за единицу времени (за один час). Типичным является случай, когда мощность возобновляемых ресурсов соответствует скорости их потребления при одновременном выполнении нескольких проектов (но не всех проектов, составляющих годовую производственную программу) [2].

При выборе модели оптимизационной задачи – целевой функции и ограничений на нее - было решено выбрать минимизацию времени простоя оборудования. Такую задачу минимизации целесообразно решать симплекс-методом, так как он наиболее универсален и

не накладывает дополнительных ограничений, а также достаточно легко поддается автоматизации. Нельзя считать, что все зависимости в задачах такого типа линейны, но можно утверждать, что многие зависимости близки к линейным, а значит, задачу можно решить, как минимум, в приближенном варианте.

Таким образом, поставленная задача решается как задача оптимального распределения мощности возобновляемого ресурса между одновременно выполняемыми производственными проектами. Следующим шагом разработки системы ППР является разработка специализированного программного продукта, назначением которого является автоматизация решения сформулированной задачи.

Библиографический список

1. **Ивлев, М.А.** Анализ подходов к управлению производственной организацией в задачах проектирования и развития инновационной продукции / М.А. Ивлев // Современные наукоемкие технологии. 2015. №9. С. 29-34.
2. **Ивлев, М.А.** Парадигма производства-потребления дифференцированной продукции / М.А. Ивлев // Перспективы науки.- 2010.- №5(07). –С. 109-113.

УДК 681.5.013

ГУРЛОВА Н.А.

СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИНЕАРИЗАЦИИ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

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

Современная автоматизация производственных процессов привела к активному использованию различного рода гибких роботов и манипуляторов в отдельных областях промышленности. Так как на практике подобные механизмы имеют нелинейную динамику поведения, довольно трудно управлять ими, используя стандартные линейные методы управления. В связи с этим управление нелинейными системами является актуальным направлением в современной теории управления.

Применение линейных законов управления к нелинейным системам значительно упрощает задачу синтеза. Но линеаризация исходной нелинейной модели объекта в малой окрестности какой-то точки не охватывает всю рабочую область объекта, что ограничивает возможности управления. Решением этой проблемы является линеаризация обратной связью. Суть ее заключается в нахождении такого нелинейного управления, что замкнутая система будет вести себя по линейным законам. Тогда, применяя методы синтеза для линейных систем, удастся добиться необходимого качества переходных процессов в большей области, нежели чем при обычной линеаризации [1,С68].

В данной статье рассматриваемая нелинейная система, которая является аффинной по управлению и линеаризуется с помощью обратной связи по состоянию. На основе применения полученных теоретических результатов в работе приведен практический пример стабилизации управления одноканального робота-манипулятора с гибким приводом, который выполняет операции в вертикальной плоскости [2,С10].

Полученные результаты моделирования представлены далее. В итоге, при использовании предложенного алгоритма управления и метода линеаризации обратной связью желаемая траектория, которая представляет собой синусоидальный сигнал, достигнута. На рис. 1 изображены графики соответственно входного и выходного сигналов, а также ошибки, где во втором окне полученный выходной сигнал построен совместно с заданной траекторией.

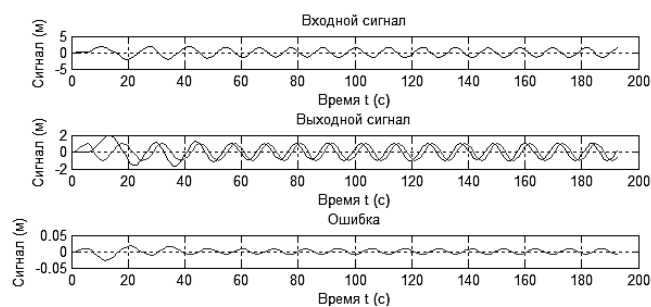


Рис. 1. Боковая проекция на плоскость $OyOz$

Таким образом, предложенный подход позволил эффективно решить поставленную задачу. В перспективе планируется распространить его на решение задачи синтеза управления с итеративным обучением.

Библиографический список

1. **Воевода, А.А., Филюшов, В.Ю.** Линеаризация обратной связи: перевернутый маятник //Сборник научных трудов НГТУ, 2016. – № 2(84). С.68–76.
2. **Groves K. and Serrani A.** Modeling and nonlinear control of a single-link flexible joint manipulator, 2004. Pp. 1–13. URL: <http://www2.ece.ohio-state.edu/~passino/lab5prelabn1c.pdf>

УДК 004.93'1

ДОМНИНА П.А., ТИМОФЕЕВА О.П., КАДИЛЕНКО Е.С.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОНВОЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование роботизированных технических средств стало широко востребованным для проведения работ в сложных условиях местности, например, при освоении и исследовании Арктики. Специфический рельеф местности, сложности визуального наблюдения – важные проблемы, возникающие на этапе проектирования соответствующих технических средств.

Для повышения эффективности решения задач в сложных условиях предлагается использование робототехнических комплексов, состоящих из группы автоматизированных транспортных средств, действующих как единая система для достижения групповых целей. Это повышает надежность системы, т.к. она способна сохранять полную работоспособность в случае отказа какой-либо составляющей системы путем перераспределения ролей и самоорганизацией группы.

В рамках данного исследования была сформулирована задача конвоя, суть которой заключается в обеспечении совместного движения группы роботизированных транспортных средств друг за другом. Главное транспортное средство управляется водителем, остальные повторяют траекторию впереди идущих транспортных средств, сохраняя между собой безопасную дистанцию. Для обеспечения движения группы планируется использование визуального наблюдения за впереди идущим транспортным средством. Транспортное средство, движущееся сзади, будет получать информацию об окружающей обстановке с камеры, установленной на нем, и планировать собственное движение, стремясь повторить траекторию впереди идущего транспортного средства.

В первую очередь необходимо решить задачу взаимодействия двух роботов: один из которых является ведущим транспортным средством, в его задачу входит формирование тра-

ектории движения; а другой - ведомым, его задача - при помощи изображения с камеры определить положение ведущего транспортного средства в пространстве и следовать за ним. Анализ работ в области технических систем визуального наблюдения показал, что распознавание объекта проходит в несколько этапов:

– Предварительная фильтрация и подготовка изображения. На данном этапе происходит выделение интересующих областей кадра без их анализа. Преобразование осуществляется с помощью алгоритмов бинаризации и применения фильтров нижних и верхних частот. Затем, для перехода от работы с изображением к работе с объектами, выполняется фильтрация контуров и границ. Когда объект хорошо выделяем на кадре, прибегают к выделению его контуров.

– Логическая обработка результатов фильтрации. На этом этапе используются методы, позволяющие убрать шумы из изображения, выделить контуры объекта на основе границ, полученных на первом этапе. На этом шаге происходит переход от изображения к определению свойств объекта.

– Обучение и принятие решений. Получив некоторую информацию об объекте, находящемся в кадре, система определяет последовательность действий, в зависимости от условий задачи.

Таким образом, была поставлена задача конвоя и выделен частный случай этой задачи (движение двух роботов). Для дальнейшей работы над задачей конвоя необходимо программно реализовать систему, способную распознавать главное транспортное средство по его очертаниям.

УДК 004.9

ДУБОВ М.С.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В СТАНКАХ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент происходит глобальная популяризация технологий 3D печати. Станки с числовым программным управлением – 3D принтеры, печатающие пластиком, становятся доступными для домашнего применения. Современные станки позволяют печатать не только пластиком, но и металлом, производить лазерную, фрезерную, токарную, термическую обработку в автоматизированном режиме.

Программный комплекс станка с ЧПУ выполняет операции позиционирования рабочего инструмента по определенным координатам относительно нулевой базовой точки с максимальной точностью. Базовая точка выставляется каждым оператором станка вручную. Фактически именно проблема точности выставления базовой точки мешает свободно перемещать изделие между различными станками либо на поле самого станка. После выставления базовой точки происходит перемещение рабочего инструмента по заранее подготовленной траектории. Подготовка осуществляется в сторонних программных пакетах Computer-aided manufacturing (CAM). После подготовки траекторий становится невозможным их изменение в программном комплексе станка. Возможными остаются только паузы для смены инструмента, корректировка высоты инструмента по каким-либо параметрам обратной связи.

Обратная связь в станках не применяется комплексно. Производители предпочитают пользоваться отдельными блоками обратной связи. Во-первых, как правило каждая ось станка управляется программно либо при помощи step dir интерфейса либо servo position интерфейса. В этом случае обратная связь работает внутри драйвера мотора, который с ее помощью максимально быстро производит перемещение оси. Однако сам программный

комплекс станка не учитывает эти показатели, как максимум он может ожидать сигнала конца позиционирования для перехода к следующему шагу программы. Вторым случаем применения обратной связи является обратная связь с рабочим инструментом. Наиболее часто это применяется в станках лазерной и плазменной резки для контроля высоты инструмента над материалом. Как правило, применяются индукционные датчики или обратная связь по напряжению дуги. При помощи нее производится корректировка инструмента по одной оси (Z) .

На данный момент не применяется обратная связь по средствам анализа изображений, однако с развитием технологий она может предоставлять гораздо большие возможности. Применяться такой вид обратной связи может как с уже существующими программными комплексами управления станками за счет так называемых макросов, так и модуля для разрабатываемых программных комплексов.

Применение обратной связи на основе технологии анализа изображений позволит существенно расширить информацию, получаемую от станка о режиме работы инструмента.

Наиболее интересен такой вид обратной связи при применении к сварочному процессу. Если факт успешного зажигания дуги и ее процесс ее стабильного горения можно отследить, то вот результат наплавки в тяжелых условиях, где капля расплавленного металла может упасть с заготовки, отследить по обратной связи, предоставляемой сварочным аппаратом, невозможно. Эта проблема является ключевой при применении полуавтоматической сварки в системах с ЧПУ. Обратная связь на основе анализа изображения позволит применить обычный полуавтоматический сварочный аппарат без изменений в его конструкции для 3х мерной печати металлоконструкций в положении горизонтальной, вертикальной, потолочной наплавки.

УДК 517.8

ИЛЬИН И.Э.², БЕРБЕРОВА М.А.¹, ОРЛОВ Ю.Н.²

АНАЛИЗ МОДЕЛИ ВРЕМЕННОГО РЯДА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДИКИ ДС ОПРЕДЕЛЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ

¹Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности,
²Московский физико-технический институт (ГУ)

Цель работы - определить модель временного ряда в виде динамической системы и выявить функциональную зависимость этого ряда.

У работы очень много вариантов практического применения. Например: котировка какого-то ресурса на мировом рынке может зависеть от стоимости доллара, котировок других ресурсов. Метод, описанный в работе, может позволить предсказать стоимость того или иного ресурса через какое-то время в будущем.

Для решения задачи надо построить выборочную плотность многомерной функции распределения временного ряда, разбив множество принимаемых им значений на количество ячеек в соответствии с оптимальным разбиением гистограммы. Тем самым мы определим самую размерность ДС, а затем перейдем к задаче определения конкретной функциональной зависимости.

Для каждого промежутка разбиения Δx_n оси x_n находим тот $k-1$ -мерный куб, на котором значение совместной k -мерной ВПФР максимально. Гиперплоскости, соединяющие центры отобранных k -мерных кубов, представляют собой линейную интерполяцию зависимости $x_n = g(x_{n-k+1}, \dots, x_{n-1})$. Доверительная вероятность того, что связь между последовательными

значениями ряда имеет вид именно $x_n = g(x_{n-k+1}, \dots, x_{n-1})$, дается интегралом от $f_N(x_{n-k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n)$ по отмеченным k -мерным кубам, а ошибка интерполяции равна доле суммарного объема отмеченных k -мерных кубов в объеме носителя совместного распределения. Если доверительная вероятность слишком мала, то надо расширить k -мерную «полосу» объемов, взяв все соседние по граням кубы к отмеченным ранее. Это повысит доверительную вероятность, но ухудшит точность интерполяции. Этот метод позволяет определить модель временного ряда в виде ДС, насколько это вообще возможно.

УДК 004.35+004.42

УДК 681

КАНДЗЮБА Н.К.

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РЕСУРСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Данная работа реализована в рамках ресурсного подхода к управлению производственной организацией (ПО), в соответствии с которым именно конкурентоспособные ресурсы (КР), будучи вовлеченными в производственную деятельность, обеспечивают продукции необходимое качество и, следовательно, ее востребованность на рынке, а предприятию – преимущества перед конкурентами [1]. По терминологии микроэкономики ресурсы называются факторами производства и включают человеческие ресурсы (ЧР), основные и оборотные производственные фонды, капитал и др. Анализ опыта успешных ПО показал, что к КР, в первую очередь, относятся неприродные возобновляемые ресурсы: ЧР и основные фонды (здания, оборудование, инфраструктура ПО), которые и выбраны объектами исследования. Проблема обеспечения конкурентоспособности ресурсов ПО требует решения задач оценок качества и стоимости ресурсов, которые целесообразно сформировать в двух аспектах: материальном и моральном. Первый аспект реализуется через понятия и оценки физического износа – абсолютным снижением технических характеристик ресурса с течением «производственного» времени и оценки морального износа – относительного (к уровню новых ресурсов) снижения качества ресурса. Качество – совокупность свойств ресурса, обуславливающих удовлетворение требованиям его заказчика. Применение категории качества предполагает наличие потребителя ресурса и рынка ресурсов, т.е. потребителя и поставщика ресурса.

Потребителем ресурса является изготовитель конечного продукта, производство которого требует наличие указанного ресурса. К таким ресурсам относятся: оборудование, помещения, специалисты, целевые группы специалистов. В случае с (ЧР) – это компетенции специалистов, в оборудовании – режимы, функции и т.п., в производственных помещениях – это климатическая и организационная техника, технологическое оборудование и инфраструктура.

Для оценки качества ресурса как продукта предлагается ввести два вида лица принимающего решения (ЛПР): заказчика, который рассчитывает приобрести ресурсы для выпуска конечного продукта, и формирователя (владельца) ресурса. Чтобы целенаправленно обеспечить качество ресурса, необходимо перейти от эвристического подхода к управлению качеством ресурса – к формализованному, для реализации которого необходима математическая модель ресурса [2]. Особенности категории «качество ресурса» и формальное сходство рассматриваемого КР с товарным дифференцированным продуктом позволяют определить модель ресурса как конечный цепочечный оргграф с потоками [3]. При этом термин «требование к состоянию потребителя» принимает смысл совокупности задач, решаемых на основное применения КР при производстве конечного продукта, а переключающая вершина графа моделирует действия лица, принимающего решения о структуре КР.

Библиографический список

1. **Ивлев, М.А.** Концепция конкурентоспособных ресурсов в контексте развития социально-экономической системы // Экономика и управление, 2009, №3(41).- С.86-90.
2. **Ивлев, М.А.** Системная модель интерактивного управления / М.А. Ивлев // Экономика и менеджмент систем управления. 2015. №2(16). С. 30–36.
3. **Ивлев, М.А.** Методология и технологии управления социально-экономическими системами при проектировании и развитии инновационного продукта: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Уфа, 2014. 32 с.

УДК 004.04

КАНЕВ О.К.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ МНОГОМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ ЗАДАНИЯ ЭТАЛОННОЙ БАЗЫ В ДИАГНОСТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Кластерный анализ многомерных объектов на сегодняшний день является одним из наиболее перспективных направлений в области машинного обучения. Актуальность исследований в данной области обусловлена необходимостью обрабатывать большие массивы информации в режиме реального времени, подчас не имея никаких априорных сведений о ее природе. Второй причиной, по которой кластеризация актуальна сегодня, является тенденция к автоматизации вычислительных процессов и снижению влияния субъективного фактора при обработке данных. Рынок IT-технологий уже наполнился различными диагностическими и экспертными системами, активно используемыми на производстве и в сфере оказания услуг, частично заменяя специалистов по заданным предметным областям. Однако в них влияние субъективного фактора остается до сих пор высоким, так как основной процедурой, осуществляющейся в диагностических и экспертных системах, является оценка состояния объекта, описанного рядом свойств. А для этого, в свою очередь, требуется эталонная база, содержащая прототипы состояний, которая заполняется человеком. При устаревании эталонной базы или необходимости в ее корректировке приходится задавать значения вручную. Нет никаких проблем, если она имеет небольшой размер. Но если эталонная база имеет значительный размер, то риск задания неверных значений эталона существенно возрастает.

Каким образом кластерный анализ способен решить данную проблему? Сначала обратимся к постановке задачи кластеризации, которая звучит следующим образом: пусть нам дано множество X , состоящее из D объектов ($X = \{x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(D)}\}$), каждому из которых соответствует вектор в N -мерном признаковом пространстве. Необходимо разбить предоставленное множество на заданное число кластеров, получив на выходе векторы их центров-прототипов.

Таким образом, получаемый на выходе набор центроидов можно использовать, как эталонную базу, получив его на основе заданной обучающей выборки, что заметно снижает время, затрачиваемое на корректировку прототипов, и влияние субъективного фактора на работу системы.

Тем не менее, кластерный анализ данных также остается достаточно проблемной предметной областью в виду того, что до сих пор не обеспечен механизм корректного разбиения множества объектов на подгруппы. Это обусловлено наличием двух проблем кластерного анализа, а именно:

- 1) выбор способа нормировки исходных данных;
- 2) выделение кластеров конкретной формы.

Первая проблема связана со стремлением привести все значения свойств объекта к единому числовому интервалу, т.к. если мы находимся в условиях неопределенности, то мы не можем знать о реальном диапазоне значений этих свойств. Следовательно, проводя нормировку, мы вносим искажения в исходные данные, обеспечивая снижение качественных характеристик работы алгоритмов (рост числа ошибок отнесения объекта не в тот кластер).

Вторая проблема связана с выбором метрики для оценки расстояния от объекта до центра, что подразумевает минимизацию расстояния, приводящую к выделению кластеров, как правило, сферической формы, что также приводит к росту числа ошибок отнесения объекта не в тот кластер.

Таким образом, ярко обозначается необходимость разработки такого метода кластерного анализа, который позволит решить описанные проблемы.

УДК 004.81+ 004.853+ 004.855

КОЖЕВНИКОВ А.Г.², БЕРБЕРОВА М.А.¹,
ДУНИН-БАРКОВСКИЙ В.Л.², СЛОБОДЮК Е.А.²

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ, ОСНОВАННОЙ НА ПРИНЦИПАХ РАБОТЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО МОЗГА

¹Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Люди имеют исключительную способность адаптироваться к своему окружению. В частности, наша моторная система способна компенсировать силы крутящих моментов и инерционные эффекты на организм. Например, когда мы пользуемся молотком, вес молотка будет влиять на силу удара. Динамические свойства руки и ее движения изменяются, и моторная система способна легко компенсировать эти изменения. Даже если мы никогда не сталкивались с этим объектом, человек способен легко компенсировать эти изменения и точно контролировать движение объекта. Возможность мозга прогнозировать, наряду с нервной пластичностью двигательной системы помогают создавать сложные модели поведения. Эта способность к быстрой и легкой адаптации к новым динамическим свойствам системы широко используется в робототехнике. В данной работе используются те методы контроля, которые были разработаны эволюцией.

Сейчас требования к роботизированным системам намного выросли. Теперь они все чаще используются в более сложных ситуациях, требующих тщательного контроля, таких как поисково-спасательные работы, проведение медицинских процедур, а также оказание помощи пожилым людям. Когда среда, в которой приходится действовать, не полностью известна, единственным эффективным методом является обучение.

Еще одно преимущество нашего мозга в том, что он потребляет очень мало мощности. Аппаратные средства, вдохновленные мозгом, разрабатывались с учетом этой парадигмы. Этот подход к аппаратному обеспечению известен как нейроморфный, обычно обеспечивается массовыми параллельными потоками и потребляет гораздо меньше энергии, чем другие.

Целью работы является создание компьютерной модели обучения сложному целесообразному поведению в рекуррентных сетях головного мозга млекопитающих, связывающих неокортекс с базальными ганглиями, таламусом и допаминовой системой. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Симуляция полета квадрокоптера в виртуальной среде.
2. Интеграция различных систем управления квадрокоптером.
3. Оценка эффективности нейроадаптивного управления.

Результаты моделирования могут быть использованы для:

- оценки эффективности нейроадаптивного контроллера;
- понимания преимуществ нейронных сетей в частности и мозга в целом при решении сложных задач;
- экономии ресурсов на разработку аппаратного за счет интеграции контроллеров в среде.

УДК 51-74

КОНОВАЛОВА М.И.

УПРАВЛЕНИЕ С ИТЕРАТИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ НА ОСНОВЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ПО ПРОФИЛЮ ПОВТОРЕНИЯ

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

Управление с итеративным обучением заключается в том, что закон управления формирует входное управление на текущем шаге, используя результаты предыдущего шага [1]. Оно применяется для систем, работающих в режиме повторения, в ходе которого управление обеспечивает воспроизведение заданной траектории с указанной точностью на определенном интервале времени. Большая часть производственных систем множество раз выполняет конкретную операцию с одинаковой продолжительностью. Такую операцию называют циклом или повторением. По завершении цикла система принимает стартовое состояние, прежде чем начать новый цикл. Полученная выходная переменная называется профилем повторения.

В работе рассматривается однозвенный манипулятор с жестким приводом, описываемый дифференциальным уравнением

$$J\ddot{\theta} = -(0.5mgl + Mgl)\sin\theta + u. \quad (1)$$

Вводятся переменные, с помощью которых записываются уравнения состояния. Закон управления с итеративным обучением на текущем шаге обычно выбирается как сумма управления на предыдущем шаге и дополнительной корректирующей составляющей, т.е., в отличие от обычного управления с обратной связью, дополнительно использует память.

Система (1) нелинейная, но характер нелинейности позволяет включить ее во множество систем с неопределенными параметрами. Если будет найдено решение задачи управления с итеративным обучением в этом множестве, то оно будет верным и для исходной системы. При этом для решения задачи стабилизации можно использовать обратную связь либо по оценке вектора состояния, либо непосредственно обратную связь по выходу. Рассматривается случай нахождения стабилизирующей обратной связи по выходу (профилю повторения).

Модель процесса управления с итеративным обучением может быть записана в виде дифференциального линейного повторяющегося процесса с неопределенными параметрами на ограниченном интервале времени [1]:

$$\begin{aligned} \dot{v}_{k+1}(t) &= (A(\delta) + BK_1)v_{k+1}(t) + BK_2\varepsilon_k(t), \\ \varepsilon_{k+1}(t) &= -(CA^2(\delta) + CA(\delta)BK_1)v_{k+1}(t) + (I - CA(\delta)BK_2)\varepsilon_k(t). \end{aligned} \quad (2)$$

Модель (2) будет аффинной и задача синтеза управления с итеративным обучением сводится к решению системы линейных матричных неравенств. Данная модель строится на основе уравнений состояния и уравнения, описывающего динамику однозвенного манипулятора с жестким приводом. В ходе решения находим матрицы усиления K_1 и K_2 , при которых закон управления стабилизирует рассмотренную систему, что обеспечивает сходимость к нулю ошибки обучения.

Для решения задачи используется техника линейных матричных неравенств. Здесь разработаны мощные оптимизационные процедуры, эффективно реализованные в различных

программных средах, в том числе в системе MATLAB. При этом используются свободно распространяемые программные пакеты YALMIP и SeDuMi.

1. **Галковский К., Емельянов М. А., Пакшин П. В., Роджерс Э.** Векторные функции Ляпунова в задачах устойчивости и стабилизации дифференциальных повторяющихся процессов // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2016. №4. С. 5 – 17.

УДК 51-74

КОПОСОВ А.С.

СЕТЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ С ИТЕРАТИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ ГРУППЫ МАНИПУЛЯТОРОВ

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

Сетевые системы представляют собой совокупность подсистем, соединенных физическими или информационными связями. К ним можно отнести многопроцессорные системы передачи и обработки информации, транспортные и логистические сети, высокотехнологичные производственные сети, нейронные сети, системы координированного управления групповым движением летательных, подводных аппаратов и подвижных роботов.

Повсеместное распространение сетевых систем привело к появлению целого ряда новых задач теории управления. Значительный рост научных работ в этом направлении говорит об его актуальности. Публикуются обзорные статьи, отчеты, специальные выпуски журналов, организуются конференции и семинары, специально посвященные управлению в сетевых системах. Причем за последние 5-6 лет количество подобных работ увеличилось в 2 раза.

Сетевые системы управления отличаются от классических как структурой объекта управления, так и структурой алгоритмов управления, в сетевой теории также часто называемых протоколами. Объект управления разбивается на отдельные подсистемы, которые, как правило, принимают и реализуют решения самостоятельно на основе доступной им информации. Такой способ поведения называется агентным, узлы подсистемы – агентами, а вся система – мультиагентной [1].

В данной работе была рассмотрена задача сетевого управления с итеративным обучением. Преимущество такого управления заключается в том, что с каждым повторением заданной операции её точность повышается на основе информации, полученной с предыдущего повторения. В этом случае рассматриваются два динамических процесса: процесс выполнения отдельной операции и процесс перехода от одного повторения к другому [2].

Управление с итеративным обучением нашло своё применение во многих областях науки и техники. Например, оно эффективно применяется в системах, функционирующих в повторяющемся режиме. В качестве такой системы в работе была рассмотрена группа манипуляторов Rotary Flexible Link фирмы Quanser. Данные манипуляторы широко используются для исследования различных концепций управления.

Для решения задачи был задействован пакет прикладных программ MATLAB. Он включает в себя удобные средства для разработки алгоритмов, а также большое количество функций для построения графиков и визуального анализа данных. Также было использовано приложение Simulink, являющееся подсистемой MATLAB. Оно позволяет использовать уже готовые библиотеки блоков для моделирования и тестирования систем.

Библиографический список

1. **Амелина, Н.О.**, Ананьевский, М.С., Андриевский, Б.Р., Граничин, О.Н., Джунусов, И.А., Матвеев, А.С., Проскурников, А.В., Пчёлкина, И.В., Селиванов, А.А., Фрадков, А.Л., Фридман, Э.М., Фуртат, И.Б. Проблемы сетевого управления / Под ред. А.Л.Фрадкова. — М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. — 392 с.
2. **Емельянова, Ю.П.** Устойчивость и стабилизация нелинейных 2D систем: дис. ... к. физ.-мат. наук/ Ю.П. Емельянова. — Нижний Новгород, 2014. — 100 с.

УДК 004.89

ПЛЕТНЕВА М.В.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТОВ НА ОСНОВЕ СЛОВАРНОГО ПОДХОДА

ВятГУ

Анализ тональности текстов – это молодой и активно развивающийся раздел компьютерной лингвистики. Его развитие связано с ростом объема открытых текстовых источников, в которых пользователи делятся своим мнением. Поскольку учет информации о мнениях потребителей продуктов или услуг имеет ценность как для пользователей, так и для производителей, то задача анализа тональности текстов является актуальной.

Для автоматического анализа тональности текстов в работе предлагается программная система, состоящая из нескольких подсистем:

– *подсистема первичного анализа текстов* предназначена для обработки поступающих в систему текстовых документов (обучающей и тестовой коллекций) и осуществляет графематический и морфологический анализ;

– *подсистема формирования словаря* необходима для создания словаря оценочной лексики. Для этого на основе обучающей коллекции вычисляются веса оценочных слов по методу RF [1] и слова с наибольшим весом после дополнительной проверки экспертами отбираются в словарь;

– *подсистема определения параметров словаря* предназначена для нахождения оптимальных весовых значений оценочных слов. Для сокращения пространства поиска применяется алгоритм совместной кластеризации слов и документов, далее осуществляется поиск весовых значений внутри каждого кластера с помощью генетического алгоритма. Таким образом формируется компактный и эффективно взвешенный словарь;

– *подсистема классификации* отвечает за распознавание тональности текстов. Работа подсистемы выполняется в два этапа. На первом этапе на основе обучающей коллекции и словаря оценочных слов вычисляются веса документов и строится бинарная классифицирующая функция. На втором – вычисляются веса тестовых документов, и определяется их тональность на основе классифицирующей функции.

Оценка качества работы системы проводилась на общедоступных текстовых коллекциях РОМИП-2011 [2]. Для оценки качества классификации использовалась F_1 -мера, для повышения достоверности результатов применялась процедура скользящего контроля. В процессе работы был построен словарь оценочной лексики, состоящий из 317 негативных и 251 позитивных слов. На основе словаря система классифицировала тексты тестовой части со значением F_1 -меры равным 66,1%, что на 4,1% превышает качество классификатора на основе метода SVM.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, государственное задание ВятГУ № 34.2092.2017/ПЧ, проект «Разработка и исследование словарей оценочной лексики для анализа тональности текстов» (2017-2019 гг.).

Библиографический список:

1. **Lan M., Tan C. L., Su J., Lu Y.** Supervised and Traditional Term Weighting Methods for Automatic Text Categorization // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2009. Vol. 31. No. 4. – P. 721–735.
2. **Chetviorkin I., Loukachevitch N.** Sentiment Analysis Track at ROMIP 2012 // Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference “Dialog 2013”, Bekasovo. 2013. No. 12(19). Vol. 2. – P. 40–50.

УДК 004.05

СМИРНОВА А.А., ГОРБАЧЕВА А.Ю., ЕГОРОВ Ю.С.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ТЕСТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По мере увеличения сложности и расширения области применения современных информационных систем (ИС) при одновременном росте количества выполняемых функций повышались и требования к качеству программного обеспечения (ПО). В настоящее время в некоторых критических сферах человеческой деятельности применение некачественного ПО может нанести значительный и непоправимый ущерб. В связи с этим одной из важнейших составляющих жизненного цикла разработки ИС становится обеспечение требуемого качества программ и данных.

Качественный программный продукт практически невозможно создать, если на предприятии или в его подразделении не внедрена система качества. Даже в неполном объеме внедренная система качества позволяет значительно более эффективно управлять процессами разработки и сопровождения ПО. Система качества – это, во-первых, пакет разработанных и утвержденных нормативно-методических документов (инструкций, методик, директив и т.д.) на каждый выделенный этап разработки программного продукта; во-вторых, контроль выполнения каждого этапа разработки ИС в соответствии с утвержденным планом.

Стоит отметить, что обеспечение качества ПО на этапе тестирования (после выполнения всех других этапов разработки) обходится дорого и подвергает большому риску весь проект, т.к. на этом этапе разработчики в авральном режиме делают все возможное, чтобы в их коде было минимальное количество дефектов. Однако существующие на сегодняшний день методы тестирования не позволяют однозначно выявить все дефекты и установить корректность функционирования анализируемой программы, поэтому все они действуют в рамках формального процесса проверки, который позволяет доказать, что дефекты отсутствуют с точки зрения используемого метода, но не позволяет точно установить или гарантировать отсутствие дефектов в программном продукте с учетом человеческого фактора, присутствующего на всех этапах жизненного цикла ПО.

С целью снижения проектных рисков, повышения качества разрабатываемого ПО, а также для поддержки принятия решений инженеров по тестированию при управлении процессом тестирования информационных систем предлагается осуществить моделирование процесса тестирования ПО на основе методов «черного ящика», которые обеспечивают эквивалентное разбиение, анализ граничных значений и применение функциональных диаграмм. В соединении с реверсивным анализом это даст достаточно полную информацию о функционировании тестируемой программы.

В качестве входных данных предлагается использовать релиз выпускаемого программного обеспечения и список задач для проверки, включенных в данный релиз. Выходные данные могут быть оформлены в виде отчета об ошибках, полученных после тестирования релиза. Управляемыми параметрами моделируемого объекта являются время и челове-

ские ресурсы, а к неуправляемым ресурсам можно отнести требования заказчика и доступность тестовой среды. На основе проведенного анализа для инженера по тестированию могут быть сформированы рекомендации по выпуску готового ПО с учетом его качества.

Поддержка принятия решений при управлении процессом тестирования информационных систем позволит повысить эффективность процесса тестирования в целом и как следствие качество разрабатываемого ПО.

УДК 519.24

ТОПЧИЙ А.А.², БЕРБЕРОВА М.А.¹, ОРЛОВ Ю.Н.²

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСИИ НЕЛИНЕЙНОГО ФУНКЦИОНАЛА НА АНСАМБЛЕ ТРАЕКТОРИЙ НЕСТАЦИОНАРНОГО СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

¹Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности,
²Московский физико-технический институт (ГУ)

Целью работы является изучение надежности устройств беспроводной связи между приемо-передающими устройствами связи 5G.

Индикатором надежности связи считается signal-to-interference-ratio (SIR), среднее значение которого не должно быть меньше заданного уровня. В предположении, что траектория движения устройств является нестационарным случайным блужданием, функция распределения которого задается уравнением Лиувилля, получено уравнение для дисперсии индикатора SIR.

$$\frac{\partial f(x,t)}{\partial t} + \text{div}(\vec{u}(x,t) \cdot f(x,t)) = 0$$

$$S(x,t) = \frac{1}{(x^2 + a^2) \cdot U(x,t)}$$

$$U(x,t) = \int \frac{f(x',t)}{(x' - x)^2 + a^2} dx$$

$$\frac{d\sigma^2}{dt} = \frac{d\bar{s}^2}{dt} - 2q \frac{dq}{dt}, \quad \bar{s}^2 = \int S^2(x,t) f(x,t) dx$$

В настоящей работе получено уравнение для описания изменения среднего квадрата SIR. В итоговой формуле использовано значение dq/dt , полученное в [1].

1. Ю.Н. Орлов, С.Л. Федоров «Моделирование распределений функционалов на ансамбле траекторий нестационарного случайного процесса» Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2016, 110, 20 с.

**СИНТЕЗ РАСПИСАНИЙ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ДВУХСТАДИЙНЫХ
ЗАДАЧ ОБСЛУЖИВАНИЯ С ДИРЕКТИВНЫМИ СРОКАМИ**

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет»
ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Рассматривается задача логистики, математическая модель которой формулируется следующим образом.

Имеется процессор H , предназначенный для грузовой обработки (обслуживания) совокупности $O_n = \{1, 2, \dots, n\}$ поступающих транспортных средств (объектов). Для каждого объекта i считается заданным момент $t(i)$ его прибытия (готовности к обслуживанию; считается, что $0 = t(1) \leq t(2) \leq \dots \leq t(n)$).

Полагается, что процессор не может обслуживать несколько (более одного) объектов одновременно; обслуживание каждого объекта реализуется без прерываний; необходимости в переналадках нет. Объекты, прошедшие обслуживание, далее направляются к удаленным от процессора потребителям, образующим совокупность $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$.

В адрес каждого потребителя должен быть направлен ровно один объект, каждому объекту должен быть назначен ровно один потребитель.

Транспортные средства сгруппированы по типам T_1, T_2, \dots, T_k . Считаем, что транспортных средств типа T_i имеется n_i единиц, $i = 1, 2, \dots, k$.

Для каждого потребителя p_j известно, какими типами транспортных средств он может быть обслужен; если транспортное средство типа T_i может обслужить потребителя p_j , то считается заданной константа $t(i, j)$ – время, необходимое соответствующему транспортному средству на перемещение от места расположения процессора H до потребителя и на последующую разгрузку. Время, требуемое на грузовую обработку транспортного средства типа T_i процессором H обозначаем $\tau(i)$.

Для каждого потребителя p_j , считается предписанным директивный срок D_j , $j = \overline{1, n}$ не позднее которого разгрузка должна быть завершена.

Приводятся условия существования расписания обслуживания с заданными директивными сроками D_1, D_2, \dots, D_n и конструируется решающий алгоритм динамического программирования [1-3] с полиномиальной оценкой вычислительной сложности [4].

Библиографический список

1. Коган, Д.И., Куимова А.С., Федосенко Ю.С. Задачи обслуживания бинарного потока объектов в системе с накопительно-расходным компонентом // Автоматика и телемеханика. 2014. № 7. С. 122–135.
2. Беллман, Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. М.: Наука, 1965. 457 с.
3. Коган, Д.И., Федосенко Ю.С. Общая схема реализации алгоритмов динамического программирования в задачах синтеза стратегий однопроцессорного обслуживания потока объектов // Сб. «Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике». М.: МИРЭА, 2016. С. 154-157.
4. Гэри, М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М.: Мир, 1982. 416 с.

**МОДИФИКАЦИИ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ В ПРИЛОЖЕНИИ
К МОДЕЛЯМ ТРАНСПОРТНЫХ СОСТАВОВ ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ»**

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет»
ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Целый ряд возникающих на практике эксплуатационных ситуаций, возникающих при оперативном планировании перевозок, обуславливает необходимость построения тех или иных модификаций стандартной задачи о назначениях [1–3], которые, в свою очередь, требуют конструирования соответствующих решающих алгоритмов с последующим исследованием вопросов их вычислительной сложности. В докладе приводится пять модификаций стандартной задачи о назначениях, отражающих специфику доформирования транспортных составов.

Пусть $S = \{s_{ij}\}$ – матриц размера $(n \times n)$, каждый элемент s_{ij} которой есть расстояние от ближайшей к пункту назначения объекта r_j сортировочного пункта, входящего в маршрут следования транспортного состава i , $i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, n$.

Задача 1. Полагается, что объект r_j может быть присоединен к транспортному составу i , если маршрут данного транспортного состава проходит через пункт назначения объекта r_j . Требуется найти конфигурацию прикрепления объектов за транспортными составами, при котором число отправленных объектов максимально.

Задача 2. К прибывающим транспортным составам $1, 2, \dots, n$ следует присоединить все объекты совокупности R (к каждому транспортному составу присоединяется один объект) таким образом, чтобы суммарная длина расстояний от пунктов их отцепления до пунктов назначения оказалась минимально возможной.

Задача 3. К транспортным составам $1, 2, \dots, n$ следует присоединить все объекты совокупности R (к транспортному каждому составу присоединяется один объект) таким образом, чтобы максимальное из расстояний от пункта отцепления каждого объекта до пункта его назначения оказалось максимально возможным.

Задача 4. Предположим, что из общего числа m следующих транзитом транспортных составов можно остановить не более k ($k < m$), а число ожидающих отправления отдельных объектов равно n ($n > m > k$). Известна $(m \times n)$ матрица численных оценок A , элемент a_{ij} которой характеризует закрепление объекта r_j за транспортным составом i . Требуется максимизировать суммарную оценку закрепления k из имеющихся объектов за k транспортными составами из числа проходящих транзитом.

Задача 5. Полагается, что объект r_j может быть присоединен к транспортному составу i , если маршрут данного транспортного состава проходит через пункт назначения объекта r_j . Требуется найти конфигурацию прикрепления объектов за транспортными составами, при котором число отправленных объектов максимально. При этом в дополнение к условию задачи 1 устанавливается, что не менее k объектов специально выделенного подмножества M , $M \subseteq \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, должны быть отправлены.

В докладе приводятся результаты конструирования алгоритмов решения всех вышеперечисленных задач и оценки их вычислительной сложности.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-07-03141).

Библиографический список

1. Гейл, Д. Теория линейных экономических моделей. М.: ИЛ, 1963. 418 с.
2. Вагнер, Г. Основы исследования операций. Т. 1. М.: Мир, 1972. 335 с.
3. Коган, Д.И. Динамическое программирование и дискретная многокритериальная оптимизация. Н.Новгород: Изд. ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2005. 260 с.

СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ С ИТЕРАТИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ПАССИВНОСТИ

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

В основу управления с итеративным обучением заложена идея о том, что характеристики системы, которая выполняет одни и те же действия раз за разом, могут быть улучшены за счет обучения на основе результатов предыдущих повторений.

Теория пассивности показала себя как один из продуктивных методов синтеза управления при исследовании 1D-систем. В данной работе ставится задача нахождения закона управления с итеративным обучением на основе этой теории.

Пусть $x_k(p) \in \mathfrak{R}^n$ – вектор состояния, $u_k(p) \in \mathfrak{R}^l$ – входное управляющее воздействие, $y_k(p) \in \mathfrak{R}^m$ – вектор выходных переменных, A, B, C – матрицы коэффициентов системы, p – время, k – номер повторения. Тогда уравнения

$$\begin{aligned} x_k(p+1) &= Ax_k(p) + Bu_k(p) \\ y_k(p) &= Cx_k(p) \end{aligned} \quad (1)$$

описывают дискретную модель системы с граничными условиями

$$u_0(p) = 0, 0 \leq p \leq T, x_k(0) = x_0 \text{ для всех } k.$$

Обозначив корректирующую добавку к управлению $\Delta u_{k+1}(p)$, управление на $k+1$ -м шаге зададим в виде: $u_{k+1}(p) = u_k(p) + \Delta u_{k+1}(p)$.

Введем в рассмотрение ошибку обучения $e_k(p) = y_{ref}(p) - y_k(p)$. Условие ее монотонной сходимости при $k \rightarrow \infty$ будет обеспечивать повышение точности от шага к шагу.

Для нахождения закона управления, обеспечивающего это условие, воспользуемся методом векторных функций Ляпунова. Введем функцию

$$\bar{V}(\eta_{k+1}(p), e_k(p)) = [V_1(\eta_{k+1}(p)) \quad V_2(e_k(p))]^T, \quad (2)$$

где $V_1(\eta_{k+1}(p)) = \eta_{k+1}^T(p) P_1 \eta_{k+1}(p) \succ 0, V_2(e_k(p)) = e_k^T(p) P_2 e_k(p) \succ 0, P = \text{diag}[P_1 \ P_2] \succ 0, \eta_{k+1}(p+1) = x_{k+1}(p) - x_k(p)$.

Если функция (2) обеспечивает пассивность системы (1) относительно выхода

$$z = 2\bar{B}^T P \bar{A} \bar{x} + \bar{B}^T P \bar{B} v, \quad \text{где} \quad \bar{x} = \begin{bmatrix} \eta_{k+1}(p) \\ e_k(p) \end{bmatrix}, \bar{A} = \begin{bmatrix} A & 0 \\ -CA & I \end{bmatrix}, \bar{B} = \begin{bmatrix} B \\ -CB \end{bmatrix}, v = \Delta u - K\bar{x}, \quad \text{то}$$

$\Delta u = (I + G\bar{B}^T P \bar{B})^{-1} ((I - G\bar{B}^T P \bar{B})K - 2G^T \bar{B}^T P \bar{A}) \bar{x}$ обеспечивает сходимость ошибки. Матрицы K и P удовлетворяют системе линейных матричных неравенств

$$\begin{bmatrix} X & (\bar{A}X + \bar{B}Y)^T & X & Y^T \\ \bar{A}X + \bar{B}Y & X & 0 & 0 \\ X & 0 & Q^{-1} & 0 \\ Y & 0 & 0 & R^{-1} \end{bmatrix} \succ 0, X \succ 0,$$

где $Q \succ 0, R \succ 0$ – весовые матрицы $X = P^{-1}, Y = KX$.

Результаты моделирования показали, что найденное управление обеспечивает монотонную сходимость ошибки обучения к нулю и позволяет повысить скорость сходимости ошибки обучения, относительно других законов управления с итеративным обучением.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Компьютерная информация играет важную роль в нашей жизни, и все большую актуальность стали приобретать проблемы ее защиты. Изучением подходов к защите информации занимается криптография. Криптография – это искусство так маскировать сообщение, чтобы понять его мог только адресат.

Процесс шифрования (кодирования), как и его обратная операция – расшифрование (декодирование), является весьма трудоемким. Для сокращения времени, затрачиваемого на эти операции, необходимо разработать программное обеспечение, реализующее заданный алгоритм шифрования (и расшифрования) для сообщения, введенного пользователем.

Основным направлением использования криптографических алгоритмов шифрования является передача конфиденциальной информации по каналам связи. В качестве информации, подлежащей шифрованию (и расшифрованию) в криптосистеме, будет рассматриваться текст, построенный на некотором алфавите, где алфавит – это конечное множество используемых для кодирования информации знаков, а текст – это упорядоченный набор из элементов алфавита.

Криптосистемы подразделяются на симметричные и асимметричные (или с открытым (публичным) ключом). В симметричных криптосистемах для шифрования и для дешифрования используется один и тот же ключ. В системах с открытым ключом используются два ключа открытый (публичный) и закрытый (секретный), которые математически связаны друг с другом. Информация зашифровывается с помощью открытого ключа, который доступен всем желающим, а расшифровывается с помощью закрытого ключа, известного только получателю сообщения.

Симметричные алгоритмы шифрования подразделяются на блочные и потоковые.

Блочные шифры представляют собой семейство обратимых преобразований блоков (частей фиксированной длины) исходного текста. Фактически блочный шифр – это система подстановки на алфавите блоков.

Потоковые шифры представляют собой разновидность гаммирования и преобразуют открытый текст в зашифрованный последовательно по 1 биту.

Асимметричные криптосистемы характеризуются тем, что для шифрования и расшифрования используются разные ключи, связанные между собой некоторой зависимостью. При этом эта зависимость такова, что установить один ключ, зная другой, с вычислительной точки зрения очень трудно.

Для дальнейшего исследования было выбрано три алгоритма шифрования: два алгоритма симметричных криптосистем (один блочный и один потоковый) и один алгоритм асимметричных криптосистем.

Среди блочных симметричных алгоритмов шифрования был выбран Российский стандарт шифрования ГОСТ 28147-89, в связи с тем, что в нашей стране он носит обязательный характер для учреждений, чья деятельность связана с обеспечением информационной безопасности государства. В плане стойкости он значительно превосходит американский стандарт шифрования, использующийся ранее.

Среди потоковых симметричных алгоритмов шифрования был выбран алгоритм SEAL. Этот алгоритм представляет собой семейство псевдослучайных функций, что позволяет получить простой доступ к любому элементу ключевой последовательности.

Среди асимметричных алгоритмов шифрования была выбрана криптосистема Ривеста-Шамира-Адлемана (RSA), так как ее криптостойкость базируется на факторизации больших чисел, а эту задачу принято считать достаточно сложной.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ ДВИЖЕНИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА БАЗЕ ANYLOGIC**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Решение задачи поиска оптимального пути движения позволяет свести к минимуму все возможные задержки, что крайне положительно может сказаться на транспортной ситуации в городе в целом.

На сегодняшний день создана модель реального участка города Нижнего Новгорода, построенная в среде имитационного моделирования AnyLogic. В качестве исследуемого участка была выбрана часть дорожной сети от ул. Ватутина до пр. Октября и от ул. Раевского до пр. Молодежного. Реальная площадь рассматриваемого участка составляет примерно 2,5 км². Модель дорожной сети содержит 41 перекресток, 14 из которых регулируются с помощью классического трехсекционного транспортного светофора. Дороги в рассматриваемой модели характеризуются наличием от 1 до 3 полос движения, существуют участки с односторонним движением. На модель была наложена схема реализации дорожного движения, заполняющая ее автомобилями, в которой исключено закливание транспортных средств. Интенсивность движения автомобилей изменяется со временем (например, в утреннее время суток с некоторых входов достигается максимальная интенсивность прибытия) и регулируется вручную для более удобного тестирования. Также для наглядности в созданной модели можно оценить текущую транспортную обстановку - наиболее затрудненные участки обозначены красным цветом, а свободные - зеленым.

В имитационную модель участка дорожной сети был внедрен алгоритм поиска оптимального пути движения. Алгоритм предполагает использование тестирующего транспорта, предназначенного для расчета времени проезда через модель от установленной начальной точки до конечной по всем возможным маршрутам. На каждый маршрут запускается по 5 тестирующих машин с интервалом 500 секунд. По мере проезда тестирующих машин через модель рассчитывается среднее время проезда по каждому маршруту. Этот показатель будет фактической характеристикой маршрута в данное время суток. После их сравнения выбирается оптимальный маршрут с минимальным значением показателя - этот маршрут является наилучшим в текущей дорожной ситуации.

Выбор в качестве показателя именно среднего времени проезда через модель исключает различные крайние ситуации, например, когда определенная машина проедет полный путь, не тратя время на светофоры, или, наоборот, будет простаивать по пути следования на каждом светофоре.

Недостатком предложенного алгоритма является то, что все маршруты, по которым запускается тестирующий транспорт, прописываются в модели вручную, что делает проблематичным поиск оптимального маршрута для других начальных данных (начальной и конечной точек следования). Эту проблему планируется решить в ближайшее время.

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ОМНИФОНТОВОГО ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ СТАРИННЫХ ТЕКСТОВ

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует достаточно большое количество омнифонтовых систем оптического распознавания текстов, например, широко распространена OCR-система ABBYY FineReader. В целом технологии распознавания текстов давно применяются в различных проектах по оцифровке библиотек и внедряются в крупных организациях. Однако, если существует потребность оцифровать старинные тексты (в различном виде, например, написанные готическим шрифтом либо написанные, например, на церковно-славянском) в непромышленном масштабе, то придется их сначала перевести на современный языковой аналог (при необходимости) или заново набрать в текстовом редакторе.

Таким образом, целесообразно изучить существующие методы распознавания, которые могут быть применены для решения задачи распознавания старинных текстов.

Известен способ распознавания символов печатного текста, использующий многошрифтовой (омнифонтовый) классификатор (патент США №5805747, 08.09.1998). Недостатком способа является значительное время обращения к омнифонтовому классификатору и значительные требуемые компьютерные ресурсы.

Для распознавания текста иногда используют динамически настраиваемый растровый классификатор как основной инструмент для распознавания, и омнифонтовый предварительно настроенный классификатор для настройки (патент США №6038342, 14.03.2000). Недостатком способа является чувствительность к ошибкам омнифонтового классификатора.

Общими недостатками описанных способов является низкое быстродействие и недостаточная надежность распознавания, что значительно ограничивает возможности их применения для распознавания информации, содержащейся в старинных текстах, и делают их непригодными для достижения заявленного технического результата.

Для решения поставленной задачи предлагается способ, в котором для распознавания символов печатного текста из растрового изображения используется настраиваемый растровый классификатор совместно с алгоритмом контекстного анализа как основной инструмент для распознавания, и омнифонтовый предварительно настроенный классификатор совместно с алгоритмом контекстного анализа – как вспомогательный инструмент распознавания, а также для настройки растрового классификатора (патент РФ на изобретение № 2234126, 09.09.2002).

При этом в системе потребуются организовать растровый классификатор, настраиваемый в процессе распознавания и, следовательно, более приспособленный к параметрам текущего текста и имеющий меньшее время обращения.

Уровень надежности может быть выражен через число сеансов настройки изображения. Эталонные изображения с надежностью ниже предварительно установленного уровня не участвуют в распознавании. Результатом распознавания растрового изображения в классификаторах является одна или несколько пар значений символов вместе с соответствующей вероятностью правильного распознавания. В случае, если вероятность правильного распознавания слова ниже предварительно заданного уровня, слово помечается для повторного распознавания.

Реализация указанного способа позволит повысить качество распознавания текстов, быстродействие распознавания, уменьшить чувствительность к ошибкам омнифонтового классификатора, снизить требования к компьютерным ресурсам.

СЕКЦИЯ 2

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Секция 2.1

Автоматизация систем электрооборудования

УДК 621.314

ВАРЫГИН И.А., ДАРЬЕНКОВ А.Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТРИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ НА ПИТАЮЩУЮ СЕТЬ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Несинусоидальность потребляемого преобразователем частоты (ПЧ) тока приводит к появлению высших гармоник напряжения в электрической сети, питающей преобразователь. Следствием этого являются возможные нарушения в работе устройств, получающих питание от той же сети, что и ПЧ. Вероятность появления таких нарушений и возможный ущерб от них определяются степенью несинусоидальности напряжения и в той или другой степени касаются большинства электротехнических устройств.

Ранее проведенные теоретические исследования матричного преобразователя частоты (МПЧ) показали, что подобный тип преобразователей может иметь существенные искажения гармонического состава как выходного напряжения, так и сетевого тока [1], оказывая отрицательное влияние на нагрузку и питающую сеть.

Исследования гармонического состава потребляемого тока и входного напряжения МПЧ проводились с помощью имитационной модели (рис.1), подробное описание которой приведено в [2].

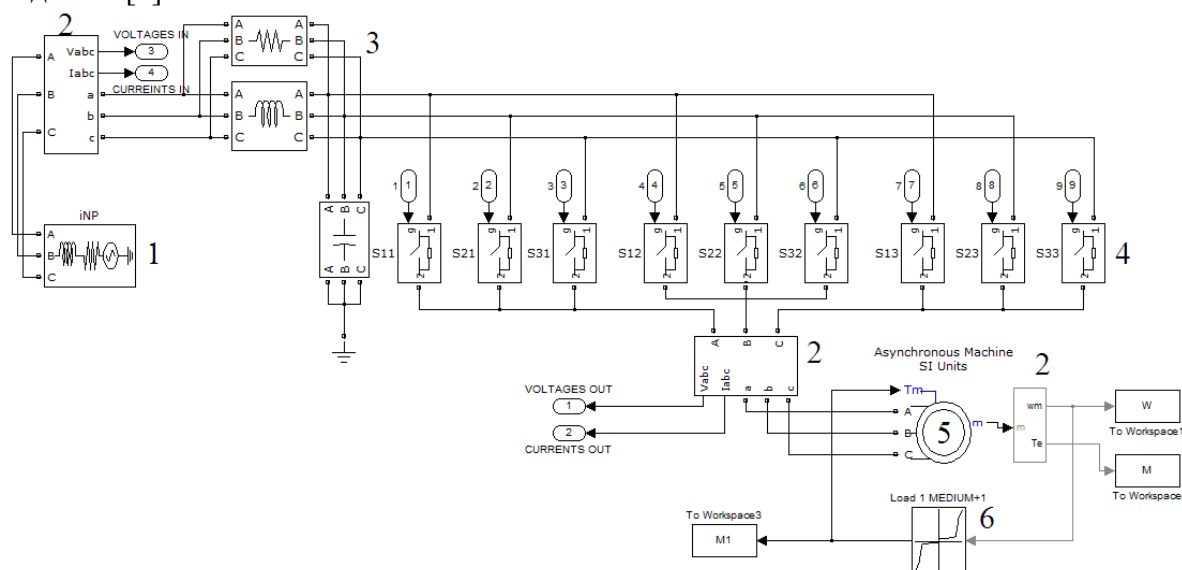


Рис. 1. Модель силовой части МПЧ с подключенной нагрузкой

1 – источник питания, 2 – средства измерения, 3 – входной фильтр, 4 – силовая матрица двунаправленных ключей МПЧ, 5 – нагрузка, 6 – вентилятор

Результаты моделирования показывают, что при скалярном управлении МПЧ по классическому алгоритму [3] обеспечиваются значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения $K_U\Sigma$ на стороне источника питания, не превышающие предельных значений, установленных в [4]. Следует отметить, что значения $K_U\Sigma$ изменяются нелинейно, и при регулировании частоты выходного напряжения МПЧ вниз от номинальной достигают максимума при амплитуде модулирующей функции $k_m=0,55$, что приближенно соответствует границе перехода от режима линейной модуляции к перемодуляции. При регулировании частоты вверх от номинальной наблюдается практически линейный рост $K_U\Sigma(k_m)$ до достижения максимума при $k_m=0,7$. При последующем увеличении величины k_m значение $K_U\Sigma(k_m)$ изменяется незначительно, максимум значений $K_U\Sigma(k_m)$ отмечается при $k_m=0,4$ при регулировании выходной частоты $f_{\text{вых}}$ вниз от номинальной.

Библиографический список

1. **Чаплыгин, Е.Е.** Анализ искажений сетевого напряжения и выходного тока матричного преобразователя частоты // *Электричество*. 2007. №11.
2. Имитационная модель электропривода на базе матричного преобразователя частоты / Дарьенков А.Б., Воротынцев И.В., Варыгин И.А. // *Труды НГТУ*, №4, 2014
3. **Сидоров, С.Н., Поляков, А.Е.** Способ скалярного управления (3×3)-фазным матричным преобразователем частоты. Патент РФ 2414800. Патентообладатель: Ульяновский государственный технический университет. Дата подачи заявки: 19.03.2010, Дата начала действия: 19.03.2010, Дата публикации патента: 20.03.2011.
4. **ГОСТ Р 32144-2013.** Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

УДК 621

ГУЗЕВ С.А., ДАРЬЕНКОВ А.Б.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА АВТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ МНОГООБМОТОЧНОГО ГЕНЕРАТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Исследуемая электростанция построена на основе многообмоточного синхронного генератора (СГ) 2, обмотки которого переключаются полупроводниковым коммутатором 3 (рис. 1). При снижении нагрузки на электростанцию, частота вращения вала ДВС уменьшается, уменьшая потребление топлива. Коммутатор 3 переключает обмотки для увеличения числа витков обмоток статора, сохраняя выходное напряжение генератора на прежнем уровне. Дополнительная стабилизация выходного напряжения осуществляется по каналу возбуждения генератора.

Использование многообмоточного синхронного генератора вкупе с коммутатором позволяет улучшить массо-габаритные показатели электростанции и увеличить ее КПД по сравнению с автономной электростанцией переменной частоты вращения на базе стандартного синхронного генератора, имеющей в своем составе повышающий трансформатор [1, 2].

Для подтверждения теории и анализа переходных процессов при переключении коммутатора была создана экспериментальная установка (рис. 2). В экспериментальной установке вместо дизель-генератора использован асинхронный частотно-регулируемый

привод ПЧ 1, АД, в качестве генератора – однофазный многообмоточный синхронный генератор СГ, а коммутатор К выполнен на базе твердотельных реле.

Экспериментальная установка позволяет не только исследовать динамические режимы работы автономной электростанции, но и оценить эффект от использования многообмоточного синхронного генератора в автономной электростанции по сравнению с электростанцией на базе стандартного синхронного генератора.

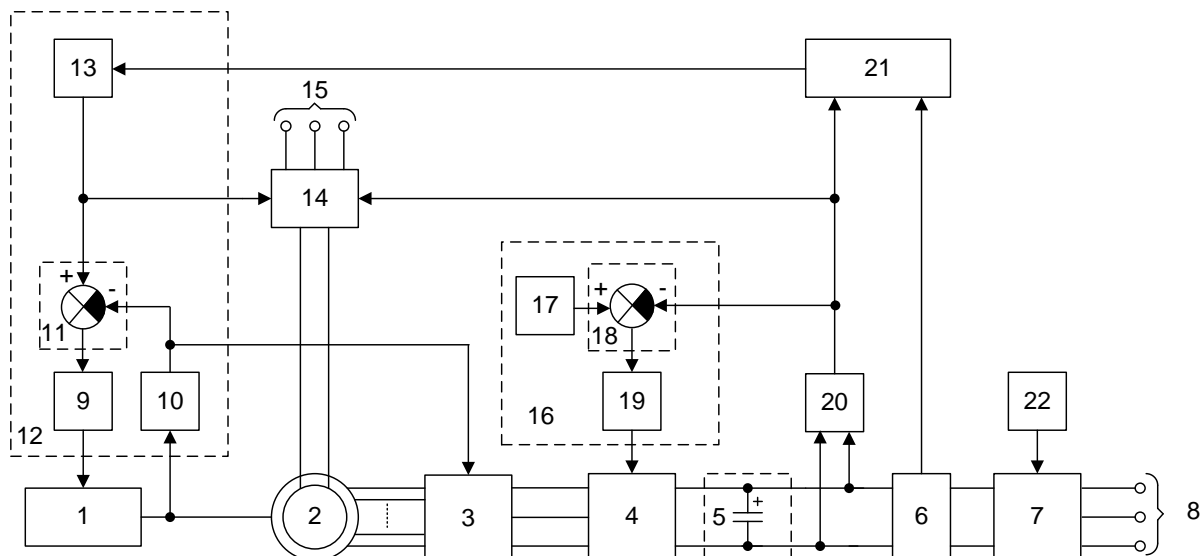


Рис. 1. Функциональная схема автономной электростанции переменной частоты вращения на основе многообмоточного генератора

1 – ДВС; 2 – многообмоточный синхронный генератор; 3 – коммутатор; 4 – управляемый выпрямитель; 5 – конденсаторная батарея; 6 – датчик тока; 7 – инвертор напряжения; 8 – выходные выводы; 9 – регулятор частоты вращения вала ДВС; 10 – датчик частоты вращения вала ДВС; 11, 18 – сумматоры; 12 – блок формирования оптимальной частоты вращения вала ДВС; 13 – блок задания экономичной частоты вращения вала ДВС; 14 – блок возбуждения многообмоточного синхронного генератора; 15 – выводы подключения питания блока возбуждения многообмоточного синхронного генератора; 16 – блок стабилизации напряжения; 17 – задатчик напряжения; 19 – регулятор напряжения; 20 – датчик напряжения; 21 – блок вычисления мощности нагрузки; 22 – задатчик частоты выходного напряжения

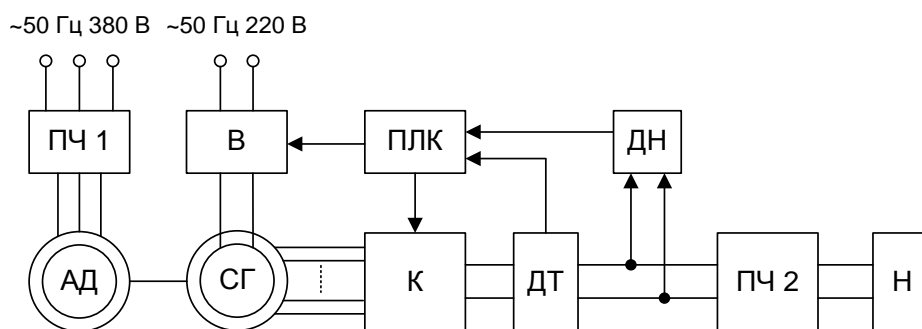


Рис. 2. Функциональная схема экспериментальной установки

ПЧ 1, ПЧ 2 – преобразователи частоты; АД – асинхронный двигатель; В – возбудитель синхронного генератора; СГ – многообмоточный синхронный генератор; ПЛК – программируемый логический контроллер; К – коммутатор; ДТ – датчик тока; ДН – датчик напряжения; Н – нагрузка

Библиографический список

1. Хватов, О.С., Дарьенков, А.Б. Электростанция на базе дизель-генератора переменной частоты вращения. Электротехника, №3, 2014, с. 28-32.
2. Поляков, И.С. Дизель-генераторная установка переменной частоты вращения: дисс. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / И.С. Поляков, ВГАВТ. – Н. Новгород, 2013. – 155 с.

РАЗРАБОТКА АКТИВНЫХ ВИБРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РОБОТОВ, МАНИПУЛЯТОРОВ И МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Комплексная автоматизация в машиностроении требует точности позиционирования механизмов роботов и манипуляторов, быстрых бесколебательных переходных процессов при смене их позиций, а также минимальных вибраций в стационарных режимах. В свою очередь, элементы конструкций и механизмы станков подвергаются высоким механическим нагрузкам, приводящим к возникновению вибраций и шума. Эти механические колебания приводят к уменьшению точности выполнения технологических операций, снижению ресурса элементов станка (подшипников, крепежа, инструмента), а также к увеличению энергетических потерь.

Например, колебания в токарных станках возникают при движении рабочих органов и при выполнении резания металла. На рисунке 1,а представлена упрощенная модель процесса вибрации при резании, а на рисунке 1,б сам процесс. Ввиду изменения толщины стружки по весьма сложному закону изменяется и усилие в месте контакта резца с деталью.

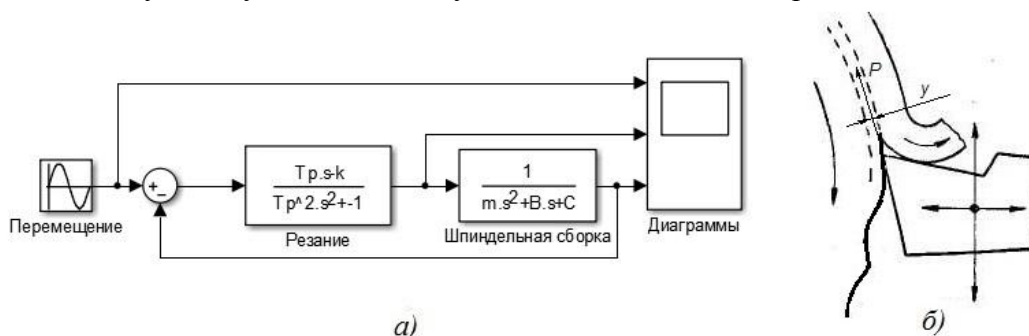


Рис. 1. Процесс резания на токарном станке:

а) – структурная схема резания, б) – система резец-деталь-стружка

Частотный диапазон вибраций указанных механизмов находится в пределах от 0,1 до 10000 Гц.

Продукт предлагаемого проекта непосредственно предназначен для гашения низкочастотных колебаний в подвижных механизмах позиционирования в целях повышения точности их работы, в том числе, обеспечения заданной частоты обработки металлов.

Автор использует методы идентификации параметров колебательных процессов в механизмах позиционирования, спектрального анализа для синтеза моделей управляемых гидравлических амортизаторов с магнитореологическими трансформаторами.

Благодаря новому способу управления изменением вязкости магнитореологической жидкости удастся существенно ограничить вибрации в данной колебательной системе, что значительно повысит точность позиционирования подвижных элементов вышеуказанных механизмов. Работоспособность магнитореологических амортизаторов обеспечивается применением автоматических адаптивных систем управления, построенных на основе программируемых логических интегральных схем. Разрабатываемая система виброзащиты кардинально отличается от существующих на данный момент аналогов.

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ТРАНСФОРМАТОРА ГИДРООПОРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Магнитореологический трансформатор (МРТ) является одним из основных компонентов управляемой гидропоры, применяемой для гашения вибрации и шума. Управляемые магнитным полем демпферы находят широкое применение от демпфирования низкочастотных колебаний до гашения ударных импульсов.

Основной задачей проектирования виброзащитных систем для мобильных электромеханических комплексов и энергетических установок является согласование частотных характеристик системы активной виброзащиты и источников вибросигнала, что позволяет избегать нежелательных резонансных колебаний.

На рис. 1 представлена конструкция гидропоры с МРТ и кольцевой электромагнитной системой возбуждающих электромагнитов (ВЭ). На рис. 1 показано 1 – эластичная обечайка; 2 – опорная плата; 3 – общий корпус; 4 – рабочая и компенсационная камеры; 5 – мембрана; 6 – поддон; 7,8,9 – ферромагнитная перегородка; 8 – дроссельные каналы; 10 – ферромагнитные сердечники; 11 – внешнее ферромагнитное ярмо; 12, 13 – возбуждающие электромагниты; 14 – защитные фланцы электромагнитной системы

Гидропора с МРТ (рис. 1,а) содержит герметично закрытые рабочую и компенсационную камеры 4. Камеры 4 ограничены общим корпусом 3, к которому закреплена разделительная ферромагнитная перегородка 7, 8, 9. В этой перегородке есть диамагнитные тангенциальные дроссельные каналы малого внутреннего диаметра 8, порядка 1,5-2,0 мм. Эти каналы расположены в поверхностном слое перегородки по ее образующей между полюсами ВЭ 12. Полюса ВЭ 12 расположены поочередно (рис. 1,б), т.е. чередуются между собой на полюса S и N. Катушки 13 ВЭ соединяются параллельно так, чтобы соседние полюса имели разную полярность и подключаются к источнику намагничивающего тока ВЭ.

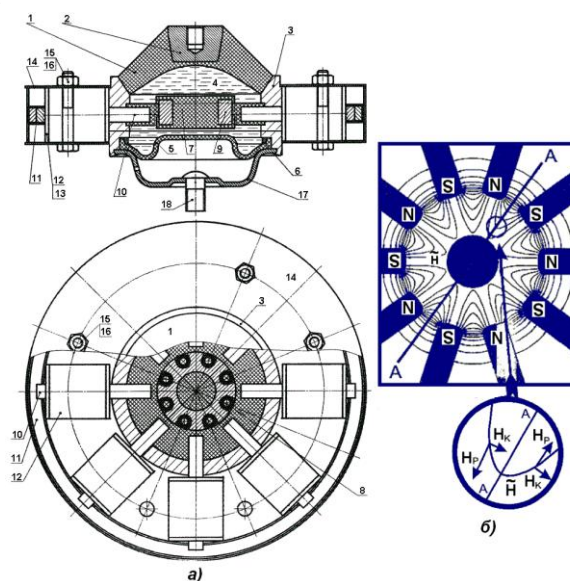


Рис. 1. Гидропора с МРТ и электромагнитной системой возбуждающих электромагнитов: а) общий вид; б) распределение магнитного поля в дроссельных каналах

ИЛЬИЧЕВ К.В.¹, МАКСИМОВ В.Ю.², МАНЦЕРОВ С.А.¹, СИНИЧКИН С.Г.¹

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ПОВЕРИТЕЛЯ ОДНОЗНАЧНЫХ МЕР ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Нижегородский центр стандартизации и сертификации²

Современные IT-технологии позволяют оптимизировать работы специалистов благодаря возможности автоматизации ряда повторяющихся операций труда. На предприятии «Нижегородский центр стандартизации и метрологии» внедрение автоматизированного рабочего места поверки однозначных мер электрического сопротивления приобретает особое значение, так как подготовка к проведению поверки и сам процесс предусматривает выполнение большой работы по настройке и калибровке оборудования, расчету необходимых значений величин, а также разработку большого объема сопутствующей документации.

Применяемая концепция при создании автоматизированного рабочего места (АРМ) предполагает, что основные операции по накоплению, хранению и переработке информации возлагаются на вычислительную технику, а поверитель выполняет часть ручных операций и операций, требующих творческого подхода при подготовке управленческих решений. Персональная техника применяется поверителем для контроля процесса поверки однозначных мер сопротивления, изменения значений отдельных параметров в ходе решения задачи, а также ввода исходных данных в систему для решения текущих задач и анализа функций управления [1].

В настоящее время самый доступный и распространенный вариант автоматизированного рабочего места для пользователей сферы организационного управления - это АРМ на базе персональных компьютеров. Такой вариант является определенной системой, которая, работая в интерактивном режиме, предоставляет работнику доступ ко всем видам обеспечения монопольно на протяжении всего сеанса работы. В соответствии с известным подходом к проектированию такого компонента АРМ, как внутреннее информационное обеспечение, информационный фонд записанный на магнитных носителях конкретного АРМ обязан находиться в монопольном распоряжении пользователя АРМ. При этом выполнение всеми функциональными обязанностями по преобразованию информации остается за пользователем. В данной работе для поверки однозначных мер электрического сопротивления было разработано автоматизированное рабочее место, включающий в себя такое оборудование как камера термостатирующая КТС-20, калибратор КМ300С, компаратор КМ300К. Главной целью поверки ОМЭС является автоматизация всего процесса с момента осмотра состояния приборов и их связующих до момента выдачи результатов поверки.

Создание и внедрение в практику работы автоматизированного рабочего места поверителя АРМ-П является значительным вкладом в автоматизацию такого трудоемкого процесса как поверка однозначных мер электрического сопротивления ОМЭС. АРМ-П обеспечивает хранение в памяти исходных данных о всех типах поверяемых ОМЭС, а также обеспечивает печать свидетельств и протоколов о поверке.

1. Серов, А.С., Манцеров, С.А., Синичкин, С.Г., Максимов, В.Ю. Автоматизированное рабочее место поверителя многозначных мер электрического сопротивления. // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.- Н. Новгород, 2014. -№5 (107)

ПРОТОТИП ГИБРИДНОЙ СОЛНЕЧНО-ВЕТРО-ДИЗЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эффективное использование возобновляемых ресурсов является одним из приоритетных направлений развития энергетики Российской Федерации. Для достижения целей ресурсо- и энергосбережения необходима разработка устройств генерации, передачи и распределения электроэнергии с использованием современной компонентной базы и адаптивных алгоритмов управления [1].

Прототип разрабатываемой электростанции представляет собой систему из нескольких источников электроэнергии, включенных на параллельную работу. Структурно устройство включает в свой состав четыре силовых канала, обеспечивающих нагрузку электроэнергией: канал преобразования тепловой энергии на основе дизель-генератора, канал преобразования ветровой энергии на основе ветрогенератора, канал преобразования солнечной энергии на основе солнечной фотоэлектрической панели, канал накопителя электроэнергии на основе аккумуляторной батареи (АКБ).

Канал преобразования тепловой энергии способен полностью обеспечить нужды потребителя в электроэнергии, но используется на полную мощность лишь в случае значительного уменьшения количества энергии, поступающей по остальным каналам. Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) в составе генераторной установки имеет модифицированную систему топливоподачи, позволяющую обеспечить работу ДВС с наиболее оптимальным потреблением топлива. Адаптивный алгоритм управления системой топливоподачи позволяет добиться экономии топлива порядка 25-30% при работе в условиях изменчивой температуры, влажности и давления атмосферного воздуха. Для поддержания постоянной частоты питающего напряжения, на выходе синхронного генератора установлен матричный преобразователь частоты (МПЧ). Использование алгоритма на основе векторной широтно-импульсной модуляции позволяет МПЧ обеспечивать на выходе коэффициент искажения тока менее 0.5 и коэффициент мощности порядка 96%. Для поддержания постоянной амплитуды генерируемого напряжения на выходе МПЧ устанавливается повышающий трансформатор, посредством которого обеспечивается согласование выхода данного канала с общей трехфазной шиной переменного тока.

Постоянство амплитуды и частоты выходного напряжения канала преобразования ветровой энергии обеспечивается преобразователем стабилизирующего типа. Стабилизация выходного напряжения канала преобразования солнечной энергии обеспечивается инвертором и повышающим трансформатором.

Избыток энергии, вырабатываемой каналами преобразования ветровой и солнечной энергии, сохраняется в АКБ через зарядное устройство.

Управление всей системой осуществляется посредством программируемого логического контроллера *Unitronics*. Адаптивная система управления топливоподачей дизель-генератора и система управления МПЧ построены на основе 32-разрядных микроконтроллеров с высокопроизводительным ядром *ARM*.

-
1. **Филиппов, С.П.** Малая энергетика в России // Теплоэнергетика, 2009, № 8, с. 38-44.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ПОДШИПНИКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным элементом многих энергетических машин является ротор, вращающийся в подшипниковых опорах. Повышение эксплуатационных требований, предъявляемых к роторным машинам, требует разработки таких подшипниковых опор, которые позволили бы обеспечить долговечность и надежность работы в условиях высоких скоростей и динамических нагрузок. Наибольший практический интерес представляет применение электромагнитных подшипников (ЭМП) [1].

Большинство известных работ, посвященных синтезу систем управления электромагнитным подвесом ротора, рассматривают применение одноконтурных систем управления, что приводит к синтезу сложных регуляторов и вызывает проблемы технической реализации. В связи с этим, актуальным становится вопрос реализации систем управления электромагнитными подшипниками, построенных по принципам многоконтурных систем. Также большинство современных разработок систем управления электромагнитными подшипниками ориентированы на цифровую техническую реализацию.

В работе, на примере газового нагнетателя мощностью 16 мВт, рассматриваются вопросы построения импульсной системы управления. Рабочие зазоры между статором и ротором нагнетателя составляют 0,1 мм при весе ротора около одной тонны. В разомкнутом состоянии система является неустойчивой, требует большой форсировки источника питания и обладает рядом особенностей, которые необходимо учитывать при синтезе регуляторов. На начальном этапе в соответствии с математической моделью ЭМП [2] и соответствующими ей структурными схемами построены имитационные модели в программном комплексе Matlab Simulink. Авторами предложена трехконтурная система управления ЭМП и подробно рассмотрены различные варианты построения внутреннего контура тока [3]. Принимая во внимание, что регулирование тока в электромагнитном подшипнике обеспечивается широтно-импульсным регулятором, представляет особый интерес рассмотрение объекта управления как импульсного. Для расчета параметров регуляторов использовались метод передаточных функций и метод z-преобразования. Анализ показывает, что наиболее рациональным является построение контура тока ЭМП с релейным регулятором, работающим в скользящем режиме. Режим скольжения обеспечивается гибкой обратной связью по регулируемому параметру, при этом обеспечивается наилучшее быстродействие и минимальная ошибка регулирования (практически апериодический характер изменения тока).

В результате компьютерного моделирования импульсной системы управления электромагнитным подшипником в среде Matlab Simulink получены переходные процессы по управляющему и возмущающему воздействиям. Исследование системы управления ЭМП как импульсной позволяет учесть импульсный режим работы полупроводникового преобразователя. Анализ переходных процессов при моделировании показал, что электромагнитные подшипники, оснащенные трехконтурной системой управления, обладают большой статической жесткостью и высоким быстродействием. Полученные результаты могут служить теоретической основой для решения актуальных на сегодняшний день задач, связанных с движением роторов в АМП, таких как исследование устойчивости движения ротора в АМП; учет динамики переходных режимов. В частности, полученные результаты использованы при построении системы управления электромагнитным подшипником газового нагнетателя компрессорной станции «Помарская».

Библиографический список

1. **Журавлев, Ю.Н.** Активные магнитные подшипники: теория, расчет, применение. СПб.: Политехника, 2003. 206 с.
2. **Сарычев, А. П.** Математическая модель ротора для анализа управления магнитными подшипниками / А. П. Сарычев, И. Г. Руковицын // Тр. НПП ВНИИЭМ. 2008. Т.107.С.11–15.
3. **Кузменков, А.Н., Титов, В.Г., Шахов, А.В.** Разработка и моделирование трехконтурной системы управления электромагнитным подшипником // Вестник АГТУ. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика, №4 (2015)

УДК 621.3.01

ЛОГАЧЕВ А.Е., ГАРДИН А.И.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТЕНД ПО ИЗУЧЕНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Федеральный закон РФ № 261 «Об энергосбережении» от 23.11.2009. обусловил кардинальное изменение отношения к организации энергоучета в промышленности и других энергоемких отраслях. С этого момента как поставщики, так и потребители создают на своих объектах автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии – АСКУЭ [3], [5].

АСКУЭ – это многоуровневая автоматизированная система учета электроэнергии, обеспечивающая автоматизированный сбор и передачу результатов измерений по физическим или беспроводным каналам связи на верхний уровень, с последующим ее хранением и использованием [1]. В общем случае АСКУЭ состоит из трех уровней [4].

Первый уровень – счетчик электроэнергии, измерительные трансформаторы тока и напряжения, вторичные измерительные цепи. Второй уровень – устройства сбора и передачи данных (УСПД) и каналообразующую аппаратуру. Третий уровень включает в себя технические средства приема-передачи данных, серверы опроса и баз данных, технические средства для организации локальной вычислительной сети и средства информационной безопасности. Система обеспечения единого времени (СОЕВ) выполняет функцию измерения времени и обеспечивает синхронизацию времени при проведении измерений количества электроэнергии с точностью не более $\pm 5,0$ с/сутки [4].

На кафедре «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» (ЭССЭ) существует лабораторный стенд по изучению автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии, выполненный на базе оборудования ООО «НПК «Инкотекс». Он обеспечивает испытание отдельных технических и программных средств, входящих в АСКУЭ, демонстрирует способы сбора и передачи информации между ее уровнями.

Лабораторный стенд представляет собой набор блоков, вставленных в раму специального лабораторного стола. Часть блоков представляет собой физические модели элементов электрической сети низкого напряжения, другая служит для измерения потребляемой электроэнергии. Часть блоков необходима для обработки, структурирования и передачи полученной информации. В качестве программного обеспечения (ПО), для опроса счетчиков, используются две программы «Конфигуратор счетчиков Меркурий» и «BQuark».

Лабораторный стенд «АСКУЭ» является универсальным, потому что может дополняться техническими и программными средствами других производителей.

Библиографический список

1. Правила учета электрической энергии: утв. Минтопэнерго РФ и Минстроем РФ 19, 26 сентября 1996 г. // информационно-правовое обеспечение «Гарант» - URL: <http://base.garant.ru/136707/> (дата обращения 15.10.2016)

2. Об электроэнергетике: Федеральный закон от 26 марта 2003 г. №35-ФЗ // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901856089> (дата обращения 15.10.2016).
3. Об энергосбережении: Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902186281> (дата обращения 15.10.2016).
4. Вагин, Г.Я. Учет энергоресурсов: комплекс учебно-методических материалов / Вагин Г.Я., Мамонов А.М. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014.-107.
5. Еремина, М.А Развитие автоматизированных систем коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ) // Молодой ученый. — 2015. — №3. — С. 135-138.

УДК 621.3

МАРЫШИН А.С., ПЛЕХОВ А.С.

ИНДУКЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТХОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует проблема загрязнения окружающей среды алюминиевыми отходами, такими как алюминиевые банки, фольга, кабельный лом, которые можно вторично использовать. Переработка отходов в пригодный металл необходима как в плане экологии, так экономики. В плане обеспечения степени чистоты расплава, содержания водорода и потерь металла от угара индукционные печи имеют неоспоримые преимущества перед газовыми. С точки зрения экологии тоже есть преимущество таких печей, не загрязняющих окружающую среду. Индукционные установки для переработки алюминиевых отходов представляет собой комплект электромеханического и электротермического оборудования, предназначенного для подготовки шихты, плавки алюминиевых отходов с целью вторичного использования металла.

В докладе обсуждается технологическая схема установки, обеспечивающей процесс утилизации отходов в цикле: «загрузка шихты – подача напряжения на индуктор – контроль расплава в тигле – удаление и очистка выделяемых газов – слив металла – последующая загрузка шихты»

Процесс включает в себя несколько основных этапов. Измельчение осуществляется шнеком с электроприводом в целях доведения отходов металла до однородного плотного состояния, пригодного для дальнейшей обработки в тигле плавильной печи. Плавление обеспечивается токами, индуктированными в шихте. При этом необходимо использовать дымососы и фильтры в целях недопущения загрязнения атмосферы.

Авторами доклада предложена электрическая схема силовой части индукционной плавильной установки (УИП) и методика расчета ее элементов.

Разработан алгоритм работы технологической установки в целом, управляющий электроприводами измельчителя, конвейера подачи шихты, индуктором, вентилятором воздухоудвки, источником питания газового электрического фильтра, электроприводом сливного устройства.

Предлагается реализовать этот алгоритм на основе ПЛК.

Структурная схема производственной части технологической установки приведена на рис. 1.

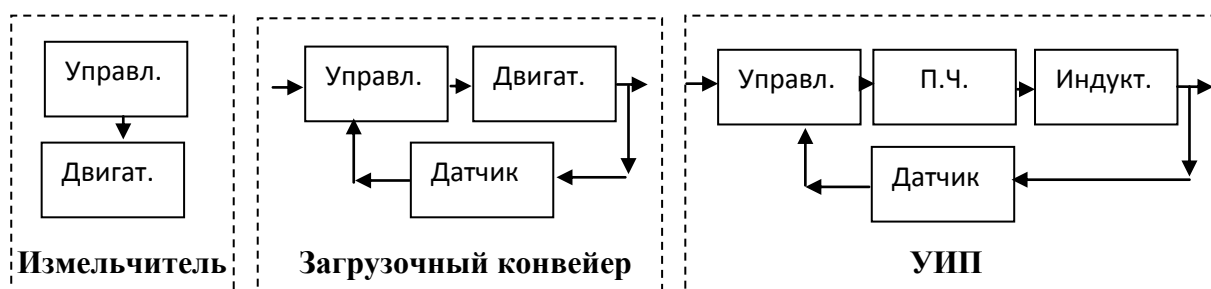


Рис. 1. Структурная схема производственной части технологической установки для утилизации алюминиевых отходов

Такие установки могут быть изготовлены силами студентов НГТУ и предложены для продажи районным домоуправляющим компаниям Нижнего Новгорода и других городов России.

УДК 621.3

МИНУРОВ Д.М., ПЛЕХОВ А.С.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева

Все машины, включая и электромеханические комплексы, в той или иной степени подвержены вибрациям. Источники вибраций имеют различную природу. С понятием вибрации неразрывно связано понятие шума в промышленных помещениях. И то, и другое сильно сказывается не только на ресурсе промышленного оборудования, но и на здоровье и самочувствии людей, находящихся в непосредственной близости к вибрирующим машинам.

Виброизоляторы с магнитореологической жидкостью способны изменять свои демпфирующие свойства в зависимости от того, какая в данный момент нужна вязкость жидкости, протекающей по демпферным каналам, то есть можно подстраивать под определенные частоты и разные уровни рассеиваемой энергии вибрации. Примерами таких виброизоляторов являются муфты, компенсирующие крутильные колебания, гидропоры и амортизаторы с магнитореологическим трансформатором. Эти исполнительные устройства имеют большое преимущество перед пневматическими и гидравлическими аналогами в том, что они имеют меньшие массогабаритные показатели, а главное, большое быстродействие, позволяющее эффективно гасить колебания механических агрегатов в широком диапазоне частот.

Понятно, что существует потребность в магнитореологических суспензиях, изменяющих свою вязкость под действием магнитного поля в широкой области температур и проявляющих в этой области обратимые свойства. Магнитореологические суспензии состоят из масляной основы и ферромагнитных частиц, концентрация которых в основе составляет до 90 процентов массовых, а также диспергаторы и тиксотропные вещества. Последние позволяют предотвратить оседание и неуправляемую кластеризацию ферромагнитных частиц (обеспечить седиментационную устойчивость), а также снизить абразивные свойства суспензии. Необходимо также обеспечить низкую вязкость без приложения магнитного поля при низкой температуре -30°C и ниже.

Известные магнитореологические составы имеют противоречащие этим требованиям характеристики. Либо плохой является редиспергируемость, либо не обеспечиваются свойства текучести при низких температурах без воздействия поля, что может привести к высокой вязкости масляной основы, либо также к взаимной несовместимости масла, диспергатора и тиксотропных частиц, или текучесть во всем температурном диапазоне достигается лишь тогда, когда концентрация намагничивающихся частиц является не слишком высокой или когда используют мало тиксотропного средства, что опять происходит за счет снижения седиментационной стабильности. В лаборатории «Управляемой виброзащиты электромеханических комплексов» проводятся планируемые эксперименты по синтезу магнитореологических суспензий с желаемыми свойствами. Для этого используются планетарная мельница, центрифуга, позволяющая получить ускорения до $40 \cdot g$, m/c^2 , ротационный вискозиметр, управляемый источник магнитного поля, миллитесламетр. В докладе обсуждаются используемые технологии синтеза и исследования свойств магнитореологических суспензий.

Библиографический список

1. <http://www.findpatent.ru/patent/241/2414764.html>
2. Ротационные приборы. Измерение вязкости и физико-механических характеристик материалов. Белкин И.М., Виноградов Г.В., Леонов А.И., М., изд-во «Машиностроение», 1967, стр. 272.

УДК 621

ПАВЛОВ А.М.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Электропривод в промышленных установках значительно облегчает и ускоряет производство разных компонентов. Сейчас на предприятиях нашей страны установлено в основном старое оборудование двадцати, а то и тридцатилетней давности, к тому же оно громоздкое, потребляет очень много электроэнергии, издает много шумов и вибраций, даже опасно для работающего персонала, так как токоведущие материалы уже отработали свой срок и могут привести к пожару или удару током. Очевидно, что развитие преобразовательной техники положительно скажутся на производственной деятельности нашей страны.

Новейшие преобразовательные устройства значительно меньше занимают места, тем самым предприятие становится более мобильным, меньше потребляет электроэнергии, так как созданы из качественных материалов и потери в них не такие большие, а, следовательно, и обладают более высоким коэффициентом полезного действия по сравнению со старым оборудованием, не требуют пристального присмотра.

Немаловажный фактор и то, что оборудование абсолютно экологично в использовании, ведь от него не происходит выбросов в атмосферу вредных и опасных веществ для природы и человека.

Реализацию данного проекта наиболее просто осуществить на базе трехфазного активного выпрямителя, трехфазного управляемого выпрямителя, а также вентильного электропривода постоянного тока.

В настоящее время выпрямительные устройства пользуются большим спросом, это говорит о полезности этих устройств. Мною были рассмотрены различные изобретения устройств преобразователей. Достоинств выпрямителей очень много: они обладают

достаточно высоким КПД, не требуют пускового тока в момент включения, нет вращающихся частей, просты в конструкции, не требуют ухода, бесшумная работа, небольшая масса.

УДК 621.3

РЕПНИКОВ А.О.

СОВМЕЩЕННАЯ СОЛНЕЧНО-ВЕТРОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность использования возобновляемых альтернативных источников энергии является неоспоримой и общепризнанной. Эксплуатация таких электрогенерирующих установок позволяет не только экономить органическое топливо, но осваивать новые производственные мощности в условиях отсутствия централизованного электроснабжения.

В докладе приводятся сведения о потенциальных возможностях ветрогенераторов, зависимость их мощности от параметров ветроустановки. Обсуждается опыт использования электрогенерирующих установок в странах Европы и США, в том числе, выполненных в виде плавающих, нестационарных на воздушном шаре и на высотных башнях.

Автор предлагает свою классификацию ветрогенераторных установок, основанную на конструкциях ветрогенераторов и их характеристиках.

Структурная схема ветроэлектрического генератора непременно сочетается со схемой дизель-электрического генератора и включает в себя преобразователи частоты, аккумуляторы и систему управления комплексной энергетической установкой. Характер затрат на сооружение ветрогенератора зависит от конструкции и условий размещения.

Вместе с тем, активно внедряются в жизнь современного общества и солнечные генераторы электрической энергии. Автор приводит сведения о потенциальных возможностях гелиоэлектрических установок, об их характеристиках и возможности эксплуатации на территории России. Отмечаются необходимые условия обеспечения работоспособности, в частности, охлаждение солнечных батарей.

Значительно повысить эффективность возобновляемых альтернативных источников энергии позволит их совмещение.

Автор предлагает на лопастях ветрогенератора разместить солнечные панели соответствующей формы. Вертикально-осевая ориентация лопастей необходима при переходе из режима ветрогенерации к режиму отбора мощности от солнечных панелей. Специальные компактные электроприводы должны обеспечивать смену этих режимов.

Структурная схема совмещенной солнечно-ветровой энергетической установки учитывает различный род тока этих источников энергии: переменного от ветрогенератора и постоянного от солнечных батарей.

В докладе приводится план исследований, включающий компьютерное моделирование всех процессов работы предлагаемой установки, предложен метод расчета параметров установки и определение ее основных характеристик, изготовление опытного образца установки и его испытания.

Библиографический список

1. Сидорович В.. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. — М.: Альпина Паблишер, 2015. — 208 с. — ISBN 978-5-9614-5249-5.
2. Лукутин, Б. В., Муравлев, И. О., Плотников, И. А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 128 с.

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Сушка древесины – один из важнейших этапов в столярном деле. Сушка нужна в целях предохранения от поражения грибами при ее дальнейшем хранении и транспортировке. Сухая древесина не изменит свою форму и размер.

Существует множество технологий сушки. Рассмотрим плюсы и минусы основных технологий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Достоинства и недостатки используемых технологий сушки древесины

	Конвективная	Атмосферная	Ротационная	Диэлектрическая
«Плюсы»	Древесина просыхает до любой заданной конечной влажности. Процесс поддается надежному регулированию	Низкая себестоимость. Щадящий режим сушки.	Экономичны. Обеспечивают хорошее качество.	Продолжительность сушки в десятки раз меньше камерной.
«Минусы»	Из-за внутренних напряжений может пойти трещина.	Долгий срок сушки. Сезонный вид сушки.	Ведутся лишь опытные разработки устройств данной технологии.	Большой расход электроэнергии. Невысокое качество сушки.

Существуют комбинированные технологии, которые объединяют в себе лучшие качества. Например, конвективно-диэлектрическая. Она объединяет в себе скорость диэлектрической и качество сушки конвективной. Характеристики этой технологии отражают графики на рисунке 1.

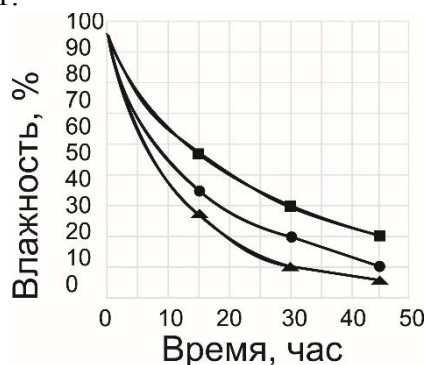


Рис. 1. Изменение влажности образцов древесины березы от времени при способах сушки:
1 – конвективный способ; 2 – ВЧ нагрев; 3 – комбинированный способ

В докладе приводится схема высокочастотной установки и методика расчета ее параметров, таких как напряжение на обкладках рабочих «конденсаторов», частота этого напряжения, мощность, необходимая для сушки, а также компонентов схемы: силового выпрямителя с умножителем напряжения и высокочастотного инвертора. Электрические параметры этих компонентов могут изменяться в зависимости от начальной влажности, материала и сорта древесины.

1. **Расев, А.И.** Сушка древесины: Учеб. для ПТУ. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1990. — 224 с.: ил.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ - ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Доклад посвящен моделированию микропроцессорной системы управления широтно-импульсным преобразователем - двигателем постоянного тока в программной среде «PROTEUS».

Современная промышленность предлагает нам множество различных видов микроконтроллеров, которые имеют свои особенности и недостатки. Для первого знакомства с микроконтроллерами отлично подойдет MSP430, который имеет фон-Неймановскую архитектуру и содержит 16-битное RISC ЦПУ, периферийные модули, а также гибкую систему тактирования, объединенные общими шинами адреса (MAB) и данных (MDB).

В состав электропривода входят следующие блоки: микроконтроллер MSP430F249, драйверы управления транзисторами ШИП IX21844, транзисторный широтно-импульсный преобразователь, двигатель постоянного тока.

Управление драйверами осуществляется микроконтроллером MSP430F249 с помощью встроенных таймеров. Драйвер IX21844 – драйвер верхнего и драйвер нижнего плеча подключен по схеме полумост (Half-Bridge Gate driver). Важным преимуществом IX21844 является аппаратная реализация паузы между переключением ключей (dead time), что существенно повышает надежность конечного устройства. IX21844 разработан для управления MOSFET и IGBT транзисторами, работающими при напряжении до 700В. Драйвер, реализует управление транзисторами совместно с микроконтроллером. Выпрямитель, предназначен для питания ШИП постоянным напряжением. Широтно-импульсный преобразователь осуществляет регулирование скорости двигателя постоянного тока, изменяя среднее значение напряжения на якоре двигателя. Широтно-импульсный преобразователь выполнен на биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), которые могут коммутировать токи до 500 А и напряжения до 1,5 кВ, а частота переключений достигает десятков килогерц.

В «PROTEUS» была реализована симуляция работы электропривода с микропроцессорной системой управления. В процессе моделирования были получены осциллограммы. Для микроконтроллера была написана программа.

СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ АВТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автономная электростанция на основе двигателя внутреннего сгорания (ДВС) переменной частоты вращения характеризуется достаточно сложной структурой [1]. В связи с этим актуальной является задача разработки системы прогнозирования состояния электростанции. Решение этой задачи позволит не только в реальном масштабе времени получать оценку остаточного ресурса каждого элемента и электростанции в целом, но и при

наличии развитого диагностического обеспечения перейти от технического обслуживания по срокам или ресурсу к планированию эксплуатации по фактическому состоянию [2].

Основная проблема прогнозирования заключается, прежде всего, в количественной оценке состояния или степени работоспособности объекта в интересующие моменты времени в будущем [3]. Основные трудности при решении задачи прогнозирования обусловлены тем, что для большинства исследуемых технических объектов исходная информация о закономерностях изменения их параметров чрезвычайно мала. Вследствие этого известные методы прогнозирования, основанные на математической статистике и теории случайных функций, могут найти применение лишь для устройств, которые достаточно хорошо изучены и описаны. В этой связи весьма важной становится задача разработки методов прогнозирования, позволяющих получать достаточно надежные результаты при той исходной информации, которая может быть реально получена при эксплуатации сложных систем [2].

Прогнозирование состояния электростанции на основе ДВС переменной частоты вращения возможно на основе прогнозирования состояния ее отдельных элементов: ДВС, электрического генератора, полупроводниковых приборов и трансформатора. Учет влияния на надежность этих элементов электрических нагрузок и температуры окружающей среды производится на основе учета зависимостей коэффициентов отказов элементов электростанции от мощности нагрузки и температуры окружающей среды [4]. На основе анализа этих зависимостей можно оценивать остаточный срок службы элементов и электростанции в целом. Реализация системы прогнозирования электростанции на основе ДВС переменной частоты вращения возможна с помощью микропроцессорной системы.

Библиографический список

1. **Хватов, О.С., Дарьенков, А.Б.** Электростанция на базе дизель-генератора переменной частоты вращения. *Электротехника*, № 3, 2014, с. 28-32.
2. **Абрамов, О.В., Розенбаум, А.Н.** Прогнозирование состояния технических систем. – М.: Наука, 1990. – 126 с.
3. **Рипс, Я.А., Савельев, Б.А.** Анализ и расчет надежности систем управления электроприводами. – М.: Энергия, 1974. – 248 с.
4. Надежность электромеханических систем: учеб. пособие / А.И. Байков, Е.В. Бычков; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2010. – 168 с.

УДК 65.011.56

ТЮРИКОВ М.И.¹, МАКСИМОВ В.Ю.²,
МАНЦЕРОВ С.А.¹, СИНИЧКИН С.Г.¹,

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ПОВЕРИТЕЛЯ МНОГОЗНАЧНЫХ МЕР ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Нижегородский центр стандартизации и сертификации²

Процесс проведения поверки многозначных мер электрического сопротивления связан с выполнением большого количества рутинных операций. Временные затраты на выполнение этих операций могут быть значительно снижены с помощью применения вычислительной техники. Недостаточно высокая скорость выполнения таких операций человеком с одной стороны и большое количество мер электрического сопротивления, поверку которых необходимо провести, с другой создают на предприятии «Нижегородский центр стандартизации и метрологии» необходимость в повышении производительности. Данная задача может быть решена путем создания и внедрения автоматизированного

рабочего места для поверителя многозначных мер электрического сопротивления на базе персонального компьютера. Создание автоматизированного рабочего места на базе персонального компьютера обеспечивает: простоту, удобство и дружелюбность по отношению к пользователю; простоту адаптации к конкретным функциям пользователя; компактность размещения и невысокие требования к условиям эксплуатации; высокую надежность; сравнительно простую организацию технического обслуживания [1].

Внедрение автоматизированного рабочего места подразумевает применение компьютерной техники для выполнения части операций, таких как: запись, хранение и выборка данных о поверках; выполнение расчетов действительных параметров многозначных мер электрического сопротивления и сравнение их с допустимыми значениями; управление оборудованием во время поверки и заполнение извещений, протоколов и свидетельств. За оператором сохраняются операции, автоматизация которых является нетривиальной задачей, вроде выборки и подключения поверяемых мер, проведения визуального осмотра на предмет наличия дефектов и контроля правильности выполнения процесса поверки вычислительной техникой.

Разработанное автоматизированное рабочее место поверителя многозначных мер электрического сопротивления включает в себя мультиметр FLUKE 8580A, программируемый калибратор ПЗ21, регулируемый термостат ТР-20 и персональный компьютер. Автоматизированное выполнение указанных операций осуществляется программным обеспечением, выполняемым на персональном компьютере, которое также предоставляет оператору возможность интерактивного контроля процесса поверки.

Внедрение описываемого автоматизированного рабочего места позволило значительно повысить производительность труда поверителя за счет использования вычислительной техники для выполнения рутинных операций.

-
1. Серов, А.С., Манцеров, С.А., Синичкин, С.Г., Максимов, В.Ю. Автоматизированное рабочее место поверителя многозначных мер электрического сопротивления. // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.- Н. Новгород, 2014. -№5 (107)

УДК 621.3

ЧЕКУШИН М.В., ПЛЕХОВ А.С.

ФИЛЬТРОКОМПЕНСИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в дуговых сталеплавильных печах выплавляется от 30 до 50 % общего производства стали. Увеличение выплавки сопровождается ростом вместимости печей и их мощности.

Дуговая сталеплавильная печь (ДСП), как приемник с нелинейной характеристикой, является мощным и неприятным потребителем для энергосистемы и оказывает негативное влияние на качество электрической энергии питающей сети из-за резкопеременного режима работы и значительного потребления реактивной мощности, что является причиной искажений напряжения по форме и величине от заданных значений. Печь работает с низким коэффициентом мощности 0,7 – 0,8.

В докладе рассматривается способ повышения качества электроэнергии, компенсация реактивной мощности с помощью фильтрокомпенсирующей установки (ФКУ), методы

расчета ее элементов по результатам оценки уровней реактивной мощности и мощности искажения потребляемых ДСП.

ФКУ представляет собой комплекс из батарей «косинусных» конденсаторов, одна из которых является основной, а другая – регулирующая со ступенчатым регулированием емкости, тиристорно-реакторных групп в каждой фазе и набора режекторных цепей, фильтрующих гармоники, из последовательно соединенных конденсаторов и индуктивностей (рис. 1). Такая установка позволяет регулировать реактивную мощность, а значит, и напряжение, симметрировать нагрузки по фазам.

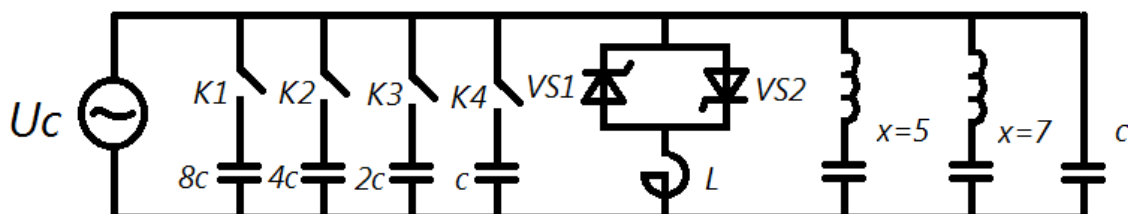


Рис. 1. Функциональная электрическая схема фильтрокомпенсирующей установки

Обсуждается разработанный алгоритм управления ФКУ, приведена функциональная схема системы управления.

В докладе приводятся результаты моделирования электромагнитных процессов в системе электроснабжения ДСП как с применением ФКУ, так и без нее. Для этого разработана модель ДСП с датчиком случайных чисел, позволяющая формировать разные режимы ее работы. Приведены модели системы управляемой компенсации реактивной мощности, режекторных фильтров.

Рассмотрены процессы компенсации реактивной мощности, регулирования напряжения отдельных фаз при несимметричной нагрузке, оценивается эффективность работы режекторных фильтров в целях уменьшения мощности искажений.

1. Компенсация неактивных составляющих полной мощности дуговых сталеплавильных печей: Электричество №11, 2009, с. 30-38 / Е.Е. Чаплыгин, О.С. Ковырзина.

УДК 621.3

ЧУЖАЙКИНА О.С , ЧУЖАЙКИН Е.Г, СЛЯДЗЕВСКАЯ К.П.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА MSP430G2452

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данном докладе рассмотрены этапы проектирования лабораторного макета для управления шаговым двигателем с помощью микроконтроллера MSP430G2452. В состав лабораторного макета входят следующие устройства: микроконтроллер MSP430G2452, шаговый двигатель, драйвер управления шаговым двигателем, жидкокристаллический модуль и кнопки управления, задающие режим работы (можно увеличить или уменьшить скорость вращения двигателя, сменить направление вращения, а также задать размер шага двигателя).

Современная промышленность предлагает нам множество различных видов микроконтроллеров, каждый из которых имеет свои особенности. Для первого знакомства с микроконтроллерами отлично подойдет микроконтроллер семейства MSP430. Он имеет фон-

Неймановскую архитектуру, содержит 16-битное RISC ЦПУ, периферийные модули и гибкую систему тактирования.

При проектировании макета была составлена структурная схема, по структурной схеме разработана принципиальная электрическая схема и написана программа для микроконтроллера на языке С.

В докладе проанализированы способы управления шаговым двигателем с помощью микроконтроллера. В результате для управления двигателем был выбран драйвер на базе микросхемы А4988, который позволяет управлять биполярными шаговыми двигателями с потребляемым током до 2 А на обмотку. Драйвер имеет следующие возможности: регулируемое ограничение максимального тока, защита от перегрузки, пять режимов управления шагом (полный шаг, полшага, четверть шага, 1/8 и 1/16 шага). Управление осуществляется подачей импульса на вход STEP, который приводит в действие двигатель на один шаг. Интерфейс А4988 идеально подходит для мультизадачных систем.

Для индикации в макете используется жидкокристаллический модуль МТ–10S1, в состав которого входят контроллер управления КБ1013ВГ6 (аналог HD44780 фирмы HITACHI и KS0066 фирмы SAMSUNG) и жидкокристаллическая панель. Модуль выпускается со светодиодной подсветкой и позволяет отображать 1 строку из 10 символов. Символы отображаются в матрице 5x8 точек. Между символами имеются интервалы шириной в одну отображаемую точку. На жидкокристаллическом индикаторе отображается текущее состояние скорости, направления вращения и размер шага двигателя.

Программа управления шаговым двигателем была разработана с использованием принципов модульного программирования. Программа состоит из главного модуля, модуля управления шаговым двигателем и модуля управления жидкокристаллическим индикатором.

Следует отметить, что была разработана не только техническая документация лабораторного макета, но и собрана корректно работающая установка для изучения принципов разработки современных систем управления электроприводами с применением микропроцессорной техники.

УДК 621.337.41

ЮРЛОВ М.Е., БАГРЕЦОВ И.В., СОКОЛОВ В.В.

ТРАНЗИСТОРНЫЙ ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ЛЕГКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобили на электротяге - перспективная развивающаяся тема, которая включает в себя множество вопросов от самых общих, таких, как источник питания, до тонкостей и мелочей, свойственных машинам данного класса. В докладе будет освещен вопрос построения транзисторного тягового электропривода с двухзонным регулированием скорости для легкого транспортного средства общей массой около 500 кг и грузоподъемностью до 200 кг.

В качестве тягового двигателя использован тяговый электродвигатель постоянного тока с электромагнитным возбуждением мощностью 3 кВт с номинальным напряжением якоря 48 В током 75А. Такие двигатели устанавливаются на переднеприводные кроссоверы *Nissan* в качестве вспомогательного привода на задний мост при трогании. Номинальные обороты двигателя около 4500 в минуту, а максимальные (при ослаблении поля) – не более 10000, что позволяет разогнать транспортное средство до скорости в 40 км/час.

Транзисторные преобразователи с широтно-импульсным регулированием построены на мощных КМОП транзисторах работают на несущей частоте в 25 кГц и управляются драйверами с гальванической развязкой. Транзисторный преобразователь для цепи якоря –

неревверсивный, построен на двух транзисторах, включенных по полумостовой схеме, позволяет в режимах торможения рекуперировать кинетическую энергию в АКБ.

Транзисторный преобразователь для обмотки возбуждения – реверсивный, построен на четырех транзисторах, включенных по схеме полного моста, обеспечивает как регулирование тока возбуждения двигателя с целью ослабления поля, так и его реверс. Алгоритм управления транзисторами этого мостового преобразователя – несимметричный. Транзисторы каждого полумоста открываются в противофазе («мертвое» время не превышает 2,5 мксек и программируется в микроконтроллере). При одновременном включении верхних и нижних транзисторов на выходе будет нулевое напряжение, соответствующее нулевому сигналу управлению. Изменение уровня сигнала управления вызывает изменение скважности (относительной продолжительности включения) транзисторных ключей, что приводит к формированию выходного напряжения. Следует отметить, что при таком алгоритме управления выходное напряжение формируется методом однополярной ШИМ, а частота выходных импульсов удваивается (относительно частоты включения транзисторов), что снижает уровень пульсаций выходного тока.

Система регулирования тяговым электроприводом имеет три контура регулирования: контур тока якоря, контур тока возбуждения и контур ЭДС двигателя и построена по подчиненному принципу. Пока ЭДС двигателя не превышает номинального уровня, регулятор ЭДС находится на ограничении, задавая номинальный ток возбуждения. При дальнейшем увеличении скорости ЭДС двигателя увеличиваясь, достигает и начинает превышать номинальное значение, что приводит к снижению уровня регулятора ЭДС, т.е. заданию тока возбуждения меньше номинального, что быстро отрабатывается контуром тока возбуждения.

Для формирования сигналов обратной связи по току якоря, току возбуждения, ЭДС двигателя применены датчики на базе элементов Холла компенсационного типа, обеспечивающие гальваническую развязку выходного сигнала от силовой цепи и высокую точность измерения.

Система управления и регулирования реализована на микроконтроллере STM, программа написана на языке СИ.

К настоящему времени разработаны принципиальные схемы силовых цепей, драйверов, систем управления и регулирования, вторичных источников питания. Разработаны и изготовлены печатные платы, смонтирован силовой блок и платы управления и регулирования. В данный момент идет проверка, доработка и настройка смонтированных узлов.

УДК 621.3

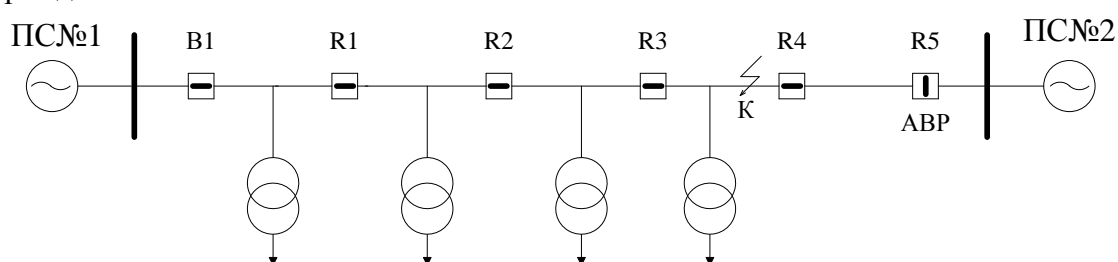
БАБИНЦЕВ И.С., ЛОСКУТОВ А.А., ЗЫРИН Д.В.

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЯ
НА РАДИАЛЬНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ 6-35 кВ С АВР**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях значительной протяженности электрической сети, когда длина магистрального участка достигает 50 км и более, для организации надежной децентрализованной системы управления аварийными режимами необходима установка значительного числа аппаратов. Наиболее часто такие схемы встречаются на вдольтрассовых линиях трубопроводов нефти и газа. В этом случае последовательно может быть установлено до 10–15 реклоузеров.

Очевидно, традиционное согласование по ступенчатому принципу не позволит уложиться в объективно реальные выдержки времени защит на головных выключателях (0,5–1 с). Суть алгоритма заключается в одновременном отключении группы реклоузеров до места повреждения (разборка сети), а затем поочередном их включении (сборка сети) до места повреждения.

**Рис. 1. Принципиальная схема участка сети**

Предположим, что повреждение произошло в точке К.

Происходит неселективное отключение В1, которое обеспечивается определенном набором установок. Срабатывает АПВ В1. Если повреждение не устойчивое, то нормальный режим работы линии восстанавливается, в противном случае одновременно отключаются все реклоузеры, через которые проходит ток (R1, R2, R3). Отключение реклоузеров происходит раньше, чем срабатывают защиты В1. После этого происходит АПВ коммутационного аппарата R1 с кратковременно ускоренной ступенью защиты. Если на участке от R1 до R2 находится повреждение, то ускоренная ступень защит отключит его раньше, чем выключатель В1. При появлении напряжения со стороны питания происходит АПВ R2, с аналогичной ускоренной ступенью защиты. При этом ускоренная ступень защиты на R1 выводится из действия. Аналогичным образом включается реклоузер R3. Его включение происходит на короткое замыкание, кратковременная ускоренная ступень защиты R3 обеспечивает селективное отключение данного аппарата. R1-R2 остаются включенными, так как на момент включения их ускоренные ступени выведены. После включения R3 происходит АВР на реклоузере R5 и его автоматическое включение. Далее реклоузеры работают по аналогичному алгоритму при питании от резервного источника.

Инструментом для моделирования алгоритма локализации повреждения на радиальных воздушных линиях 6-35 кВ с АВР является программный продукт PSCAD. Данный алгоритм обеспечивает автоматическую локализацию места повреждения, при этом потребители на неповрежденных линиях остаются в работе. Алгоритм позволяет менять количество по-

следовательно установленных реклоузеров на линии, без изменения настроек остальных коммутационных аппаратов.

1. **В. Воротницкий, С. Бузин.** Реклоузер – новый уровень автоматизации и управления ВЛ 6 (10) кВ // Новости электротехники. – 2005. – №3 (33).

УДК 621.311

БАХТИН А.В., ВЕСЕЛОВ Л.Е., ШАШКИН А.П.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИБРИДНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ТОТЭ И ГТУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Повышение эффективности выработки электрической энергии на энергоустановках (ЭУ) малой генерации является одним из приоритетных направлений развития современной энергетики. Данная проблема особенно актуальна для ЭУ на органическом топливе.

Одним из перспективных направлений развития малой энергетики является применение электрохимических источников-генераторов энергии (ЭХГ) с батареей топливных элементов (ТЭ) на основе твердых электролитов, что обусловлено высоким КПД, экологичностью, возможностью полной автоматизации управления и малыми массогабаритными характеристиками.

В мировой практике разработаны и испытаны ЭУ на топливных элементах мощностью от 12кВт до 11МВт, работающие на природном газе. Электрический КПД (η_e) таких установок составляет от 38% до 45%. Вместе с электроэнергией электрохимические ЭУ генерируют теплоту, которая может быть использована в целях теплофикации, в процессе генерации пара или электроэнергии в паровых (газовых) турбинах. При этом суммарный КПД установок существенно возрастает. Так η_e электрохимической электростанции, использующей тепловую энергию ЭХГ в паро-газотурбинном цикле, достигает 50-60%, а суммарный КПД с учетом теплофикации – 80-90%.

Авторами проведен анализ возможности повышения энергоэффективности гибридного источника энергии на основе ТОТЭ и ГТУ путем изменения режимов его работы, подачи топлива и воздуха. В рамках данного исследования были рассмотрены четыре схемы: 1 – раздельная, с ЭХГ на ТОТЭ и ГТУ; 2 – ГТУ с ЭХГ на ТОТЭ (с отбором воздуха за компрессором низкого давления (КНД)); 3 – гибридная ЭУ с заменой камеры сгорания (КС) на ЭХГ; 4 – гибридная ЭУ на базе каскада ГТУ и ЭХГ на ТОТЭ (с подачей воздуха от КНД).

По результатам исследования схема «Гибридная ЭУ с заменой КС на ЭХГ» (№3) определена как наиболее оптимальная. Она имеет значительный прирост мощности относительно схемы №1 и наибольший η_e : 49,7% при увеличении мощности в 2,58 раз. Однако данная схема требует значительных изменений конструкции ЭУ – замены камеры сгорания газовой турбины на ЭХГ и дожигатель.

В свою очередь схема №1 характеризуется минимальной модификацией установок. Вырабатываемая электроэнергия и η_e достаточно низкие (40,8% при мощности 8МВт). Схема №4 требует также значительных изменений конструкции, при этом электрическая мощность в 1,75 раз превышает мощность схемы №1, а η_e составил 47,4%. Схема №2 имеет увеличение мощности относительно схемы №1 на 6,78% при η_e на уровне 46,1%.

Существенное увеличение мощности в схемах №3 и №4 объясняется более высокими термодинамическими параметрами входного потока топливной смеси в ЭХГ, что способствует резкому увеличению как мощности ЭХГ, так и расхода используемого топлива. Таким образом, мощности гибридных источников энергии в целом увеличились.

Проведенный авторами анализ позволяет выбрать оптимальную термодинамическую схему при разработке гибридных источников энергии на основе ТОТЭ и ГТУ. Таким образом, применение и дальнейшее совершенствование предложенного подхода приведет к повышению энергоэффективности, экономичности и экологичности системы электроснабжения потребителей.

УДК 621.311

ВЕСЕЛОВ Л.Е., СОСНИНА Е.Н.

СИСТЕМА ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ТОТЭ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стабильная работа энергоудаленных потребителей электрической энергии во многом определяется надежностью их системы электроснабжения (СЭС).

Применение энергоустановок на основе твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) в составе СЭС позволяет обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителей. По сравнению с топливными элементами других типов, ТОТЭ отличаются высоким КПД и экологичностью. Первичным топливом для энергоустановок (ЭУ) на ТОТЭ может быть любое углеводородное топливо: природный газ, уголь, нефтепродукты, биогаз, древесные паллеты и т.д. Однако широкому внедрению ЭУ на ТОТЭ мешает ряд проблем, таких как их низкая маневренность, отсутствие технических решений по интеграции в СЭС потребителей и нормативных документов по проектированию данных ЭУ.

Авторами рассмотрена возможность использования мини-ТЭЦ на ТОТЭ в качестве основного источника электроэнергии для электроснабжения сельскохозяйственного предприятия (СХП) молочного животноводства. Топливом мини-ТЭЦ является биогаз, получаемый из отходов СХП.

Проблема низкой маневренности мини-ТЭЦ на ТОТЭ решается применением подсистемы накопления на основе никель-кадмиевых аккумуляторных батарей (АКБ), позволяющей покрывать пиковые нагрузки СХП в дневные часы максимального потребления. При этом ночные «провалы» потребления используются для заряда емкости батарей.

Для согласования электрических характеристик мини-ТЭЦ на ТОТЭ, подсистемы накопления энергии и типовой сети отечественного потребителя (50Гц/0,4кВ) в системе генерирования электроэнергии предусмотрена подсистема преобразования напряжений, включающая три повышающих полупроводниковых преобразователя «DC/DC» и один «DC/AC». Для обеспечения согласованной работы всех элементов и подсистем предусмотрена активно-адаптивная система управления.

Авторами разработан алгоритм функционирования мини-ТЭЦ на ТОТЭ и подсистемы накопления, учитывающий график нагрузки СХП и график выработки электроэнергии. На основе алгоритма в программном комплексе «*Matlab Simulink*» разработана имитационная компьютерная модель исследуемой СЭС, которая позволяет провести анализ энергетических характеристик мини-ТЭЦ на ТОТЭ. Основными элементами модели являются: типовой блок «*SOFc*», имитирующий ЭУ на ТОТЭ; типовой блок «*Battery*», имитирующий подсистему накопления и программируемый блок «*Control System*», имитирующий систему управления.

Дальнейшие исследования авторов связаны с разработкой имитационных компьютерных моделей СЭС с ЭУ на ТОТЭ, использующих иные виды углеводородного топлива (синтезгаз, твердое органическое топливо и др.). Рассматривается возможность комбинированной работы мини-ТЭЦ на ТОТЭ с газотурбинной и газопоршневой энергоустановками.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С НЕСКОЛЬКИМИ ИСТОЧНИКАМИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ВСТАВОК ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Концепция развития интеллектуальной распределительной сети говорит о необходимости создания интегрированной, саморегулируемой, распределенной системы электрообеспечения на основе разработки интеллектуальных систем передачи и распределения электроэнергии, обеспечивающей автоматическое управление электросетями и объединяющей энергетические, информационные и финансовые потоки в едином канале по силовым цепям.

В интеллектуальных электрических сетях широкое распространение получили источники распределенной генерации. Как правило, они расположены достаточно близко к потребителям, в связи с этим встает вопрос их управления. Подключение источников распределенной генерации к распределительной сети увеличивает токи короткого замыкания, что может потребовать замены коммутационных аппаратов, изменения настроек защит и др. Появление распределенной генерации усложняет оперативно-диспетчерское управление, а также систему релейной защиты и автоматики, противоаварийного управления. Предлагаемым решением данных вопросов является подключение в сеть вставок постоянного тока (ВПТ).

В данном исследовании было произведено моделирование электрической сети со ВПТ. Источниками электроэнергии являются источники распределенной генерации (ветрогенераторы и др.), а в качестве распределительной сети выступала сеть гексагональной конфигурации. Вставка постоянного тока представляет собой преобразователи, связанные с передающей и приемной системами. Преобразователь, который преобразует энергию переменного тока от передающей системы в энергию постоянного тока, называется выпрямителем. Другой преобразователь, который получает энергию от выпрямителя и преобразует ее в энергию переменного тока, отдавая эту энергию в приемную систему, называется инвертором.

В программном продукте PSCAD была произведена симуляция аварийных режимов для распределительной сети, которая показала что ВПТ ограничивает величину тока короткого замыкания, что позволяет решить проблему высоких значений динамических токов в распределительных сетях с большим числом источников распределенной генерации, расположенных вблизи с нагрузкой. Применение ВПТ в распределительных сетях позволяет упростить систему управления и синхронизации разнородными источниками распределенной генерации, работающими параллельно.

Библиографический список

1. Лоскутов, А.Б., Соснина, Е.Н., Лоскутов, А.А., Зырин, Д.В. Интеллектуальные распределительные сети 10-20 кВ с гексагональной конфигурацией // Промышленная энергетика. – 2013. – № 12. – С. 3-7.
2. Шуин, В.А., Гусенков, А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6-10кВ, Москва, 2001 г.- 106с.

УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМИ СЕТЯМИ В УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ, СПОСОБОВ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [1] в ближайшие 10-15 лет необходим переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии

Переход к интеллектуальным распределительным сетям низкого и среднего напряжения сопровождается активным внедрением источников распределенной генерации (в том числе и возобновляемых источников), созданием новых интеллектуальных силовых устройств, формированием кластеров накопителей электроэнергии, повсеместным внедрением новых информационных коммуникаций и протоколов. Предполагается, что перспективные распределительные сети должны быть максимально коммуникационно развиты. Помимо прочего для реализации возможного внедрения новых источников распределенной генерации необходимо создавать широко развитую сетевую инфраструктуру [2], при этом сеть должна быть управляемой. При этом функционирование новых сетей должно осуществляться с использованием адаптированных методов и способов управления в зависимости от целевой функции последних. В то же время гибкость топологии сети, включение источников распределенной генерации на параллельную работу вносит новые проблемы, такие как управление перетоками мощности, повышение уровня токов короткого замыкания и др. Для решения этих задач необходимо использовать перспективные интеллектуальные устройства, такие как автоматические устройства регулирования потоков мощности, управляемые шунтирующие реакторы, вставки постоянного тока и др.

Авторами исследуются способы автоматического управления восстановлением питания потребителей распределительных сетей с применением устройств регулирования потоков мощности. Проведен анализ существующих методов реконфигурации сети, выявлены их достоинства и недостатки. Предложен балансно-зонный алгоритм реконфигурации сети, который позволяет быстро оценить состояние и сформировать управляющие воздействия по восстановлению электроснабжения потребителей в распределительных сетях с возобновляемыми источниками энергии. Предложен способ приоритетного сохранения электрических нагрузок при выполнении процедуры разрабатываемого алгоритма. Проведено имитационное моделирование функционирования алгоритма для сетей низкого и среднего напряжений. Моделирование позволяет оценить работу алгоритма в режиме реального времени. Результаты имитационного моделирования показали эффективность алгоритма для быстрого восстановления электроснабжения потребителей по приоритетам после аварийного отключения одного или нескольких источников.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации".
2. Лоскутов, А.Б., Соснина, Е.Н., Лоскутов, А.А., Зырин, Д.В. Интеллектуальные распределительные сети 10-20 кВ с гексагональной конфигурацией // Промышленная энергетика. – 2013. – № 12.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ВИРТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Виртуальная электростанция (ВиЭС) – система, обеспечивающая интеграцию объектов распределенной генерации (РГ), потребителей с управляемой нагрузкой и накопителей электроэнергии (ЭЭ) для их совместного участия на рынках ЭЭ, оказания системных услуг и взаимного резервирования [1]. При проектировании электротехнического комплекса ВиЭС приоритетной задачей является выбор ее оптимальной топологии.

На рис. 1 представлена блок-схема разработанного авторами алгоритма оптимизации структуры ВиЭС с источниками малой РГ.

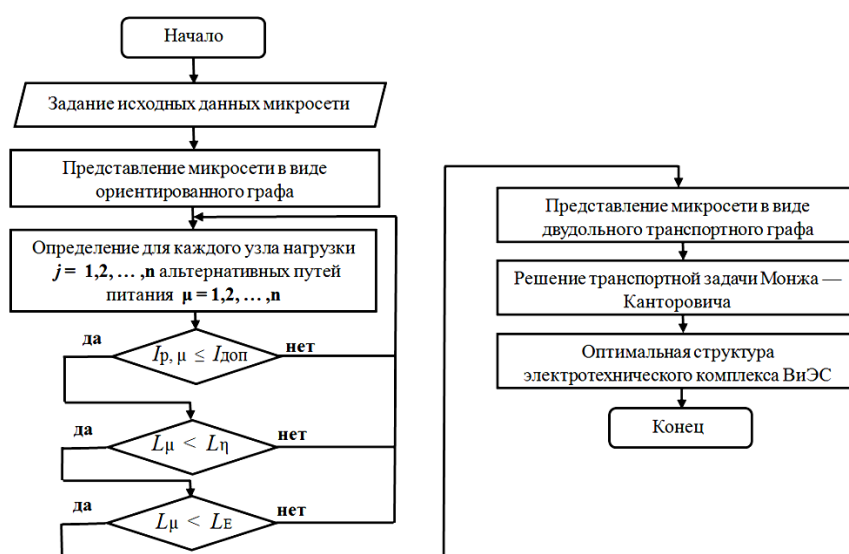


Рис. 1. Алгоритм оптимизации структуры ВиЭС с источниками малой РГ

Суть алгоритма заключается в следующем. После задания исходных данных ВиЭС представляется в виде ориентированного графа. Исходные дуги графа дополняются всеми возможными (альтернативными) путями передачи ЭЭ. Следующий шаг – ограничение области поиска оптимальной топологии ВиЭС с помощью специальных технико-экономических критериев (вводятся ограничения по пропускной способности ЛЭП, а также ограничения длины ЛЭП наибольшими целесообразными расстояниями передачи мощности исходя из величин КПД линии и капитальных затрат на ее сооружение). Оставшиеся после отбора маршруты переносятся на двудольный граф, для которого решается задача Монжа-Канторовича. Результат решения – наиболее оптимальная топология ВиЭС.

Разработанный алгоритм отличается небольшим объемом требуемых исходных данных и визуальной наглядностью, может применяться для топологического анализа сетей ВиЭС с большим количеством объектов РГ и потребителей ЭЭ. Предложенный алгоритм будет положен в основу методики выбора оптимальной топологии ВиЭС.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА В СОСТАВЕ ВЕТРО-СОЛНЕЧНО-ДИЗЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С МАТРИЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Разработка системы электроснабжения на базе ветро-солнечно-дизельной электростанции проводится на основе математического моделирования, обеспечивающего возможность количественной оценки эффективности используемых технических решений и тестирования алгоритмов управления системой.

В работе рассматривается имитационное моделирование канала дизельгенератора ветро-солнечно-дизельной электростанции с помощью программной среды Matlab Simulink. Основными элементами схемы являются дизельгенератор и матричный преобразователь частоты, выполненный по трехфазно-трехфазной мостовой схеме. Данное техническое решение позволяет снизить потери энергии благодаря отсутствию звена постоянного тока, регулировать входной коэффициент мощности, а также снизить массогабаритные показатели преобразователя.

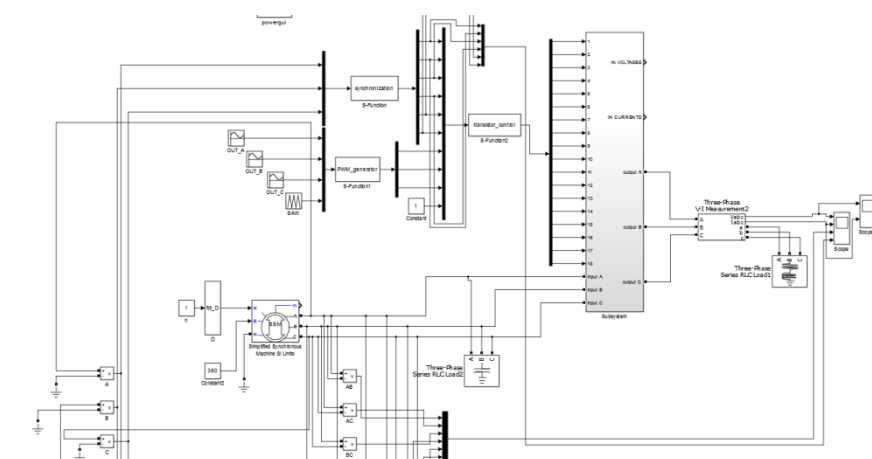


Рис. 1. Модель системы в среде Matlab Simulink

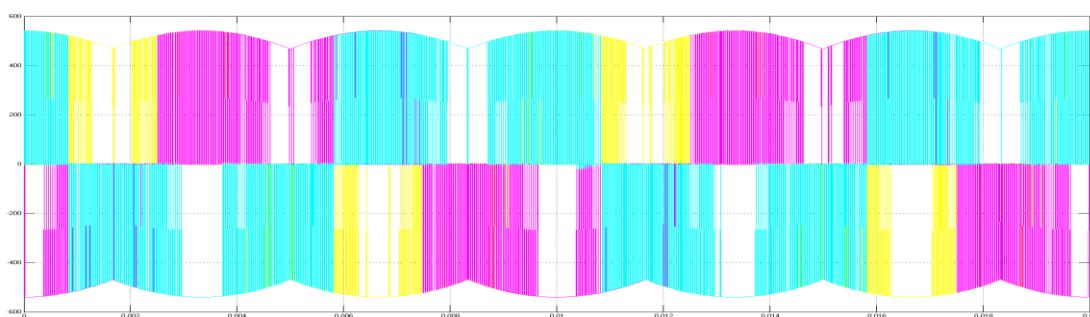


Рис. 2. Осциллограмма выходных напряжений матричного преобразователя

В ходе работы была проверена работоспособность алгоритмов управления матричным преобразователем частоты, получены осциллограммы напряжений и токов, проанализированы энергетические характеристики системы.

Библиографический список

1. **Байков, А.** Моделирование электроприводов с вентильными преобразователями: разработка и применение моделей / А. Байков // LAP LAMBERT Academic Publishing – Германия, Саарбрюкен. 2014. – 171 с.
2. **Крутов, В.И.** Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие для вузов / В.И. Крутов / – М.: Машиностроение, 1979. 615 с
3. Дизель-редукторные агрегаты. Руководство по эксплуатации. – М., SUDO. 1976. 132 с.

УДК 621

МАСЛОВА Н.С.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева,
АО «НПП «Полет»

Избежать потерь электрической энергии невозможно. При передаче от мест производства до мест потребления расходуется часть самой передаваемой энергии. Почти повсеместно наблюдается рост абсолютных и относительных потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций. Расчеты технических потерь показывают, что наблюдающийся рост потерь до 25-40 % можно объяснить одной причиной – ростом доли коммерческой составляющей. Эта доля от суммарных потерь электроэнергии в среднем по энергосистеме достигает 30-50 % и имеет явную тенденцию к росту. Достаточно часто наличие коммерческих потерь объясняют хищениями электроэнергии. На самом деле около 50 % коммерческих потерь обусловлено несовершенством и погрешностями системы учета электроэнергии, в том числе нарушениями межповерочного интервала.

Проблематично дать объективную оценку по результатам расчетов электрических потерь. Использование данных за продолжительный период не позволяет применять более точные методы расчета.

В связи со сложностью расчета потерь и наличием существенных погрешностей, в последнее время наиболее актуально уделять внимание автоматизированным системам контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ), которые способны минимизировать потери электроэнергии, а так же исключить человеческий фактор.

Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях – сложная комплексная проблема, требующая значительных капитальных вложений, необходимых для оптимизации развития электрических сетей, совершенствования системы учета электроэнергии, внедрения новых информационных технологий в энергосбытовой деятельности и управления режимами сетей, обучения персонала и его оснащения средствами поверки средств измерений электроэнергии и т. п.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАФА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ НАЛИЧИИ ИСТОЧНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Перспективным направлением повышения эффективности взаимодействия малой распределенной генерации с Единой национальной электрической сетью связано с развитием технологий виртуальных электростанций [1, 2]. Под ней понимается активно-адаптивная микросеть, которая на основе электрических и информационных сетевых структур объединяет источники малой генерации, накопители, потребителей электроэнергии [3, 4, 5]. Возможность перераспределения излишков мощности внутри микросети позволяют освободить часть мощности Единой национальной электрической сети от необходимости ее передачи в микросеть.

Цель исследования заключается в разработке подхода к решению задачи оптимизации структуры виртуальной электростанции с использованием теории графов. Оптимальной считается структура, удовлетворяющая условиям надежности и качества электроэнергии, при которой обеспечивается получение максимальной прибыли за счет «освобожденной» (виртуальной) для Единой национальной электрической сети мощности с учетом капитальных затрат и текущих потерь. К основным задачам относятся: представление структуры виртуальной электростанции с точки зрения теории графов; определение и анализ критериев эффективности и технических, экономических ограничений по передаче генерируемой в ней мощности; разработка алгоритма оптимизации структуры виртуальной электростанции.

Задача оптимизации структуры виртуальной электростанции может быть решена при помощи теории графов [6, 7]. Вершины графа, описывающего микросеть, представляют узлы нагрузки и генерации, дуги – линии электропередачи. Дуги графа характеризуются: направлением передачи мощности, удельным сопротивлением; протяженностью, затратами на передачу мощности по линиям электропередачи. Узлы – величинами мощностей генерации и нагрузки.

В качестве критерия, наилучшим образом учитывающего эффективность виртуальной электростанции, предлагается использовать величину мощности Единой национальной электрической сети, "освобожденную" от передачи в микросеть.

$$P_{\text{осв}} = P_{\text{ЕНЭС}}^{\text{до}} - P_{\text{ЕНЭС}}^{\text{после}} = \sum_{i=1}^m (P_{\Gamma_i} - \Delta P_{\Gamma_i}), \quad (1)$$

где $P_{\text{ЕНЭС}}$ - мощность, потребляемая из Единой национальной электрической сети.

В качестве ограничивающего критерия, характеризующего минимализацию капитальных затрат, предлагается ввести максимальную длину линии электропередачи для каждого источника.

$$L_{\text{огр}i} = \frac{U^2}{P_{\Gamma_i} \cdot r_0} \cdot \delta P^* \cdot 10^3, \quad (2)$$

где U – напряжение узлов; r_0 – удельное активное сопротивление линии электропередач; δP^* – фиксированная относительная величина потерь при передаче мощности между объектами проектируемой микросети. Это позволит отсеять варианты передачи мощности от слабых энергоустановок на большие расстояния.

Из множества оптимизационных задач теории графов наибольший интерес представляют транспортные задачи о нахождении пути максимальной эффективности [7, 8], которую можно подстроить для решения нашей задачи, изменив метод расчета заданных параметров.

Использование данного подхода и полученных критериев на примере системы электроснабжения двух пригородных населенных пунктов Краснодарского края (150 и 300 кВт), дополненной ветровой энергетической установкой (200 кВт) и солнечной электростанцией (50кВт) показало, что при наиболее оптимальном использовании источников малой генерации можно освободить 275 кВт мощности Единой национальной электрической сети.

Библиографический список

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.11.2009 г. №1715-р [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.scrf.gov.ru/documents/15/122.html> (дата обращения 22.05.2016).
2. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью / Под ред. В.В. Бушуева. – ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», 2012. – 219 с.
3. **Соснина, Е.Н.** Вопросы создания виртуальных электростанций в масштабе micro-grid / Е.Н. Соснина, А.В. Шалухо, А.Ю. Кечкин. Вестник НГИЭИ (технические науки). – Княгинино, 2015. – №4 (47). – С. 50-55.
4. **Соснина, Е.Н.** Вопросы создания виртуальных электростанций на основе объектов распределенной генерации / Е.Н. Соснина, А.В. Шалухо, А.Ю. Кечкин // Электроэнергетика глазами молодежи: труды VI международной научно-технической конференции. – в 2 т. Т1.– Иваново.: ФГБОУВПО «ИГЭУ им. В.И. Ленина», 2015. – С. 360-365.
5. **Sosnina, E.** Stability Investigation of the Virtual Power Plants Electrical Systems / E. Sosnina, A. Shalukho, I. Lipuzhin, A. Kechkin // International Journal of Applied Engineering, 2015. Volume 10, № 24 (2015) pp 44363-44368.
6. **Берж, К.** Теория графов и ее применения/К. Берж. – М: Издательство иностранной литературы, 1962 г. – 320 с.
7. **Харари, Ф.** Теория графов/Ф. Харари. – М: Издательство "Мир", 1973 г. – 301 с.
8. **Бурков, В.Н.** Прикладные задачи теории графов/В.Н. Бурков, И.А. Горгидзе, С.Е. Ловецкий. – Тбилиси: Мецниереба, 1974 г. – 234 с.

УДК 621.314

МОРДВИНОВ М.И., ПЛЕХОВ А.С.

РАЗРАБОТКА ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Океанские волны могут быть созданы различными способами. Волны может создать, например, землетрясение, корабль или прилив. Потенциал использования энергии океанских волн является огромным, он имеет как высокий коэффициент использования, так и высокую плотность мощности. В данной работе рассматривается плавучая электростанция (ПВЭС).

Принцип действия плавучей волновой электростанции в целом заключается в следующем. Установка осуществляется поперек направления движения волны. Расстояние до берега определяется рельефом дна и требованиями по обустройству береговой инфраструктуры. Электростанция использует максимально возможную, приближенную к теоретическому максимуму долю энергии волны для выработки электроэнергии.

Дальнейшие два рисунка объясняют принцип действия установки. На рис.1 изображена секция ПВЭС в разрезе в момент столкновения с волной. Опорный поплавок и закрепленный поблизости трос системы натяжения стабилизируют конструкцию в целом. Требуемый угол наклона конструкции задается регулировочным поплавком. Функция спойлеров в том, чтобы кинетическую энергию волны по возможности преобразовать в потенциальную, обеспечив при этом максимальный подъем уровня воды на входе ловушек. Конструкция ловушек такова, что они улавливают массу воды в волне и сортируют их по

высоте подъема. Задача конструкции в фазе набора воды – накопить массу воды, не потеряв при этом запас потенциальной энергии каждого отдельно взятого слоя. Поскольку уровень воды в ловушках в этот момент выше усредненного уровня водоема, под действием силы тяжести и под действием инерции воды в набегающей волне по закругляющимся вглубь трубопроводам вода устремляется для встречи с турбинами генераторов.

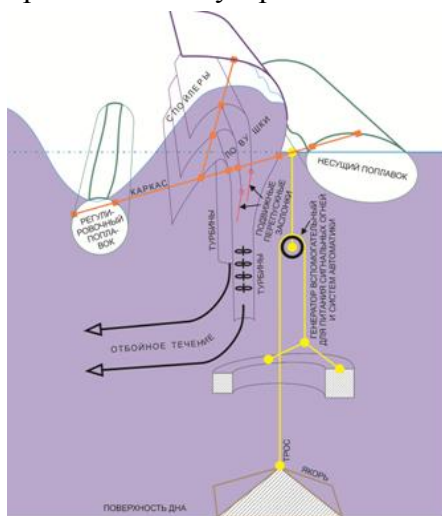


Рис. 1. ПВЭС в фазе набора воды

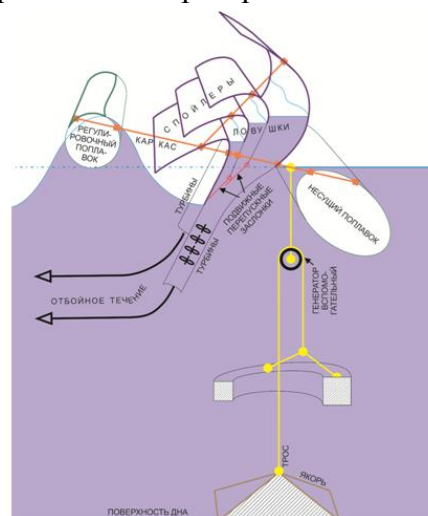


Рис. 2. ПВЭС в фазе расхода воды

На рис.2 изображена секция ПВЭС в разрезе в промежутке между волнами. Задача конструкции в данный момент – обеспечение стабильного режима работы генераторов. Когда ловушки оказываются в промежутке между волнами, регулировочный поплавок оказывается уже на гребне следующей волны, за счет чего ловушки с накопленной водой приподнимаются и по-прежнему уровень воды в них остается выше усредненного уровня водоема. Под действием силы тяжести вода продолжает продвижение вниз по трубопроводам, обеспечивая непрерывность работы генераторов.

УДК 621.3

ПЕЛЕВИН П.С., КУЛИКОВ А.Л., ЛОСКУТОВ А.А.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОВТОРНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ КАБЕЛЬНО-ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 110 кВ, ОСНОВАННОЕ НА КОНТРОЛЕ ВОЛНОВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно ПУЭ [1], автоматическое повторное включение (АПВ) должно предусматриваться для воздушных и смешанных (кабельно-воздушных) линий (КВЛ) всех типов напряжением выше 1 кВ. Отказ от применения АПВ должен быть в каждом отдельном случае обоснован. Поскольку при повреждении на кабельной линии (КЛ) действие АПВ должно блокироваться, то необходимо надежно выявить поврежденный участок КВЛ (воздушный или кабельный).

На данный момент предложено только одно техническое решение данной проблемы, разработанное в рамках НИОКР «Автоматическое повторное включение с функцией контроля состояния линий электропередачи» [2]. Однако данное решение предполагает установку дополнительного оборудования на кабельно-воздушных переходах линии электропередачи (ЛЭП), что увеличивает затраты на реализацию АПВ. В связи с этим рассматривается воз-

возможность реализации АПВ КВЛ с использованием замеров только по одному или двум концам ЛЭП.

Для этого производится цифровая обработка сигналов с измерительных трансформаторов тока и напряжения, либо с фильтров присоединения, цифровая фильтрация и выделение высокочастотных (переходных) составляющих. Это позволяет выявлять бегущие волны, возникшие в результате возникновения неоднородностей в сети, которыми являются короткие замыкания или обрывы. Моделирование в программном комплексе PSCAD показало, что полученные таким образом «картины» волновых переходных процессов качественно зависят от того, где произошло повреждение. Одна из таких «картин» для сигнала напряжения, измеренного со стороны воздушной линии (ВЛ), представлена на рис. 1. Например, анализируя данный рисунок, можно сказать о том, что КЗ произошло на кабеле на расстоянии около 2 км от кабельно-воздушного перехода.

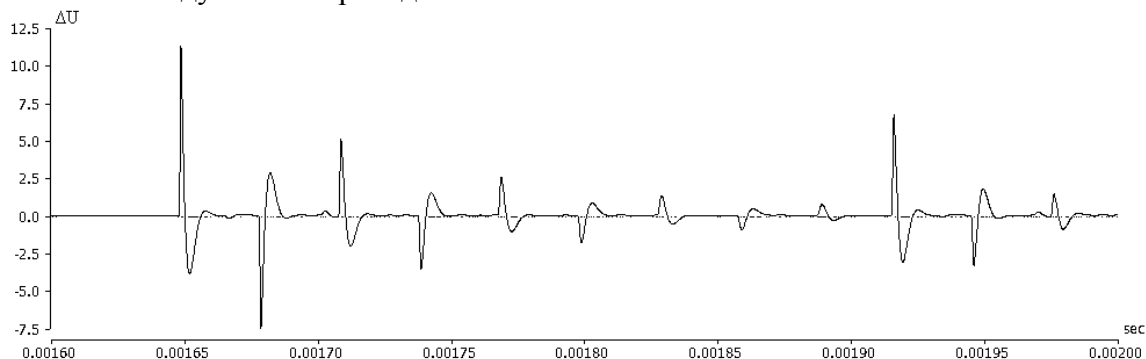


Рис. 1. Волновой переходный процесс напряжения, зарегистрированный на конце ВЛ

На данный момент разрабатываются алгоритмы оценки переходного процесса и принятия решения о запрете, либо разрешении АПВ. Также решается вопрос определения места повреждения с достаточной степенью точности.

Библиографический список

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание 7-е (утв. Приказом Минэнерго от 08.07.2022. № 204)
2. Журнал «ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение» №5 (38) 2016 (с.114-119)

УДК 621.3.011.716

СЕМЕРИКОВА М.В.,
СОСНИНА Е.Н., ЛИПУЖИН И.А.

КРИТЕРИИ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нарушение устойчивости в системах электроснабжения может повлечь за собой крупные аварии, ликвидация которых может занять длительное время, поэтому обеспечение устойчивости является важной составляющей эффективной работы энергосистем. Решение вопросов устойчивости является одним из способов повышения энергетической эффективности автономных энергосистем.

Методические указания по устойчивости энергосистем устанавливают основные показатели устойчивости — коэффициенты запаса статической (апериодической) устойчивости по активной мощности в сечениях и по напряжению в узлах нагрузки [1, с. 5-7]. Устанавливаются группы возмущений, которые должны учитываться при расчете

энергосистем по динамической устойчивости, а также приводятся нормируемые коэффициенты запаса статической устойчивости. Для оценки устойчивости применяются математические и практические методы анализа и расчета устойчивости, математические основы исследования переходных процессов.

При анализе условий устойчивости имеет большое значение соотношение установленных мощностей в отдельных частях системы, соотношение между генерацией и потреблением и отношение пропускной способности электропередачи к установленной мощности частей системы [2, с. 24].

Автономные энергосистемы отличаются от крупных энергосистем. При наличии в их составе возобновляемых источников, параметры режима зависят от случайных факторов окружающей среды. График нагрузки потребителей – резкопеременный. А мощности генераторов и нагрузок соизмеримы.

Необходимость согласования режимов производства и потребления электроэнергии в реальном времени усложняют задачу определения устойчивости автономных энергосистемы по классическим методам.

В настоящее время не существует утвержденной методики расчета устойчивости энергосистем с возобновляемыми источниками. При использовании существующих методов применительно к автономным энергосистемам возникают следующие проблемы:

- 1) допущения существующих методов (напряжение и частота энергосистемы должны быть постоянны, скорость вращения ротора синхронной машины должна изменяться в пределах синхронной скорости) не корректны;
- 2) сложность и большой объем вычислений.

Поэтому возникает необходимость разработки алгоритмов оценки устойчивости автономных энергосистемах и выбор специальных критериев устойчивости, которые могли бы упростить расчет и использоваться в качестве практических критериев, применяемых в инженерной практике.

Библиографический список

1. СО 153-34.20.576-2003. Министерство Энергетики Российской Федерации. Методические указания по устойчивости энергосистем. Правила и инструкции. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004
2. РД 34.20.578-79. Методические указания по определению устойчивости энергосистем. Часть 2. Утв. 1977-03-24. М.: СПО Союзтехэнерго, 1979.

УДК 621.3

ТОЛЧИН П.А., ЛОСКУТОВ А.Б., ЛОСКУТОВ А.А.,
ЗЫРИН Д.В., ДЕМИДОВА А.С.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕШАННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ПЕРЕМЕННОГО И ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Исходя из технических, экономических, социальных и экологических стадий развития энергетики РФ, сегодня нормальное функционирование электроэнергетической системы во многом зависит от диверсификации и универсальности ее технического парка, ориентированности на эффективные энергосберегающие технологии в производстве, транспортировки и использования электрической энергии, а также от возможности равноценной технической и технологической замены источников, использующих для выработки электрической энергии ископаемое топливо, на источники альтернативной энергетики.

В проведенном исследовании рассматриваются различные эффекты от возможного формирования и интеграции смешанных участков передачи в распределительной сети.

В связи с высоким ростом развития установок альтернативной энергетики, в подавляющем большинстве вырабатывающих электрическую энергию постоянного или выпрямленного тока, выявлено, что целесообразно рассмотреть возможность объединения подобных установок, разнесенных на выделенной площади, в отдельные энергетические кластеры [1], распределение энергии от которых и связь между которыми осуществляется с помощью сетей постоянного тока [2].

Выделение подобных кластеров в энергосистеме позволит:

- за счет возможности использования накопителей электрической энергии на постоянном токе, сглаживать суточные графики нагрузки и использовать данные источники для покрытия пиковых зон;
- уменьшить использование маневренных установок с вращающимися частями в регулировании суточного графика нагрузки;
- упростить регулирование по частоте в системе, за счет внедрения вставок постоянного тока;
- повысить качество электрической энергии, поступающей на шины потребителей, за счет использования преобразователей с широтно-импульсной модуляцией.

Кроме того, было отмечено, что для более полной оценки влияния смешанной системы передачи, необходимо исследовать вопросы, связанные с расчетом потерь, токов короткого замыкания, особенностей расчетов установок релейной защиты и автоматики данной системы. Главной проблемой, встающей на пути решения данной задачи, является отсутствие реализованных проектов в РФ, влекущее за собой неполноту, либо полное отсутствие нормативной и методической документации.

Библиографический список

1. Лоскутов, А.Б., Соснина, Е.Н., Лоскутов, А.А., Зырин, Д.В. Интеллектуальные распределительные сети 10-20 кВ с гексагональной конфигурацией // Промышленная энергетика. – 2013. – № 12.
2. Куприяновский, В.П., Фокин, Ф.Ю. Микрогриды – энергетика экономика, экология и ИТС в умных городах // Лаборатория Открытых Информационных Технологий факультета ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова - Москва – 2016. - № 4.

УДК 621.316.722.9

ШУБИН М.И., КРЮКОВ Е.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Низковольтные потребители, получающие питание от распределительных сетей 6-10 кВ, фактически лишены средств оперативного регулирования напряжения (ТП 6-10/0,4 кВ оснащены устройствами ПБВ). Поэтому уровень напряжения у потребителей может меняться при изменении нагрузки. Вместе с тем износ электрооборудования в распределительных электрических сетях среднего напряжения достигает 70%, а уровень внедрения интеллектуальных технологий заметно ниже, чем в сетях других классов напряжений. Согласно «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» развитие интеллектуальной энергетики является приоритетным направлением. Таким образом, техническое перевооружение сетей среднего напряжения в настоящее время имеет важное значение.

Для регулирования напряжения в распределительных электрических сетях 6-10 кВ могут быть использованы следующие существующие устройства и технологии:

- вольтодобавочные трансформаторы;

- линейные регуляторы;
- тиристорные устройства РПН;
- устройства продольной и поперечной компенсации реактивной мощности.

В силу своих недостатков (дискретное регулирование напряжения, необходимость реконструкции сетей, необходимость разработки технологии и т.д.) данные устройства не способны обеспечить эффективное решение задач регулирования напряжения и управления параметрами в распределительных электрических сетях 6-10-20 кВ.

Разработка тиристорного регулятора напряжения (ТРН), представляющего собой тиристорное фазоповоротное устройство с вольтодобавочным трансформатором, позволит регулировать величину и фазу напряжения в распределительной электрической сети 6-10 кВ.

Принцип действия устройства основан на совместном использовании продольного (изменение величины) и поперечного (изменение фазы) регулирования напряжения. Это предоставляет следующие возможности:

- плавное регулирование величины и фазы напряжения в распределительной электрической сети 6-10-20 кВ для повышения качества электроснабжения низковольтных потребителей;
- перераспределение потоков активной и реактивной мощностей в линиях электропередач;
- оптимизация напряжений в узлах нагрузки;
- реконфигурация кольцевой распределительной сети в радиальную и обратно.

В работе был произведен анализ существующих технологий регулирования напряжения в электрических сетях, выбор оптимальной конструкции тиристорного регулятора напряжения, разработана имитационная компьютерная модель распределительной сети с ТРН в программном комплексе PSCAD и проведены ее исследования.

УДК 621.311.25

ШУМСКИЙ Н.В., СОСНИНА Е.Н., ШАЛУХО А.В.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «ВИРТУАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из актуальных направлений реализации концепции активно-адаптивных сетей [1] низкого класса напряжения является технология Виртуальной электростанции (ВиЭС) [2]. Однако отсутствие необходимых научно-технических решений и методик значительно сокращает возможности данной технологии.

Коллективом кафедры ЭССЭ ведется разработка лабораторного стенда ВиЭС (рис.1), который позволит сформулировать общие принципы повышения эффективности использования малой распределенной генерации на основе технологии ВиЭС. В состав стенда войдут источники малой генерации (ИМГ - ветроустановка, солнечные панели, источники с турбинами), активные потребители (управляемая нагрузка), потребители (двигательная нагрузка) и накопители электроэнергии (аккумуляторные батареи).

Разрабатываемый лабораторный стенд ориентирован на научно-исследовательскую работу по разработке методологических принципов создания энергоэффективных систем генерирования на основе малой распределенной генерации, решения вопросов устойчивости данных систем, разработки активно-адаптивной системы управления.

На лабораторном стенде предполагается моделирование характерных для ВиЭС режимов работы: изолированный режим, режим взаимодействия с ЦЭС, различные аварийные режимы. В каждом режиме возможна отработка нескольких сценариев: питание одного потребителя от одного ИМГ, параллельная работа нескольких ИМГ, выход ВиЭС на совмест-

ную работу с ЦЭС, нагрузка ВиЭС питается от ЦЭС и ИМГ – происходит изменение величины нагрузки и генерации и т.д.

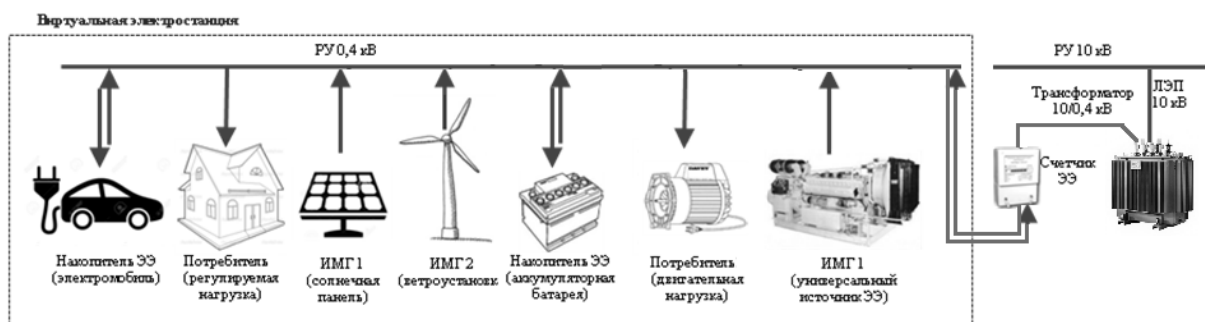


Рис. 1. Структурная схема макета ВиЭС

Лабораторный стенд также может быть использован в образовательных целях для проведения практических работ по теме технологий активно-адаптивных сетей. С его помощью будет возможно объяснить принцип работы microgrid, продемонстрировать реальные преобразовательные устройства, системы связи и управления. Новые знания расширят компетенции обучающихся по традиционной программе и подготовят их к работе в новой отрасли энергетики – отрасли умных сетей.

Библиографический список

1. Основные положения концепции интеллектуальной энергосистемы с активно-адаптивной сетью, Москва, 2012. [Электронный ресурс]. URL: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/ies_aas.pdf (дата обращения 12.02.2017).
2. Соснина, Е.Н., Шалухо, А.В., Кечкин, А.Ю, Вопросы создания виртуальных электростанций в масштабе micro-grid, Вестник НГИЭИ, № 4 (47) / 2015.

УДК 621.314.6

АБУЗЯРОВ Т.Х., КОЧЕГАНОВ Д.М.

ТИРИСТОРНОЕ УСТРОЙСТВО ПЛАВНОГО ПУСКА ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Из всех видов электродвигателей асинхронные (АД) получили наиболее широкое распространение в промышленности и в настоящий момент продолжают вытеснять двигатели постоянного тока (ДПТ). Эта тенденция обусловлена рядом преимуществ АД, таких как дешевизна изготовления, простота конструкции, надежность, легкость обслуживания, сравнительно высокие показатели отношения мощность/масса. Однако одним из главных недостатков асинхронных электродвигателей является наличие больших пусковых токов, превышающих номинальные значения в 5 – 7 раз. В настоящее время для исключения данной проблемы широко применяется полупроводниковая преобразовательная техника. В системах АЭП, где не требуется регулирование по скорости, а пуск осуществляется при сравнительно небольшом моменте сопротивления (например, при вентиляторном характере нагрузки) наиболее актуально применение так называемых устройств плавного пуска (УПП).

Целью данной работы является разработка и изготовление цифровой микропроцессорной системы импульсно-фазового управления (СИФУ) УПП с синхронизацией по одной фазе, объединяющей в себе достоинства многоканальных (высокое быстродействие) и одноканальных СИФУ (высокая симметрия импульсов).

Для выполнения поставленной задачи была разработана принципиальная схема устройства, управляющая программа, изготовлена печатная плата. Проверка работоспособности программы осуществляется с помощью программного пакета Proteus 7.7. Воссозданная в программной среде модель реальной платы полностью отражает ее функционал, что позволяет проводить первичную отладку.

Следующим этапом проверки является подключение печатной платы СИФУ к осциллографу и снятие осциллограмм импульсов управления. Затем была собрана силовая схема, включающая в себя тиристорное УПП, АД и датчик тока на базе элемента Холла, а в управляющую программу был добавлен интегральный регулятор тока, что позволило стабилизировать преобразователь по току. Таким образом, преобразователь способен запускать АД в двух режимах: в функции времени и в функции тока (рис. 1).

Таким образом, в ходе данной работы была спроектирована система импульсно-фазового управления устройством плавного пуска. Тестовые запуски показали исправность и работоспособность системы, высокий уровень точности и быстродействия.

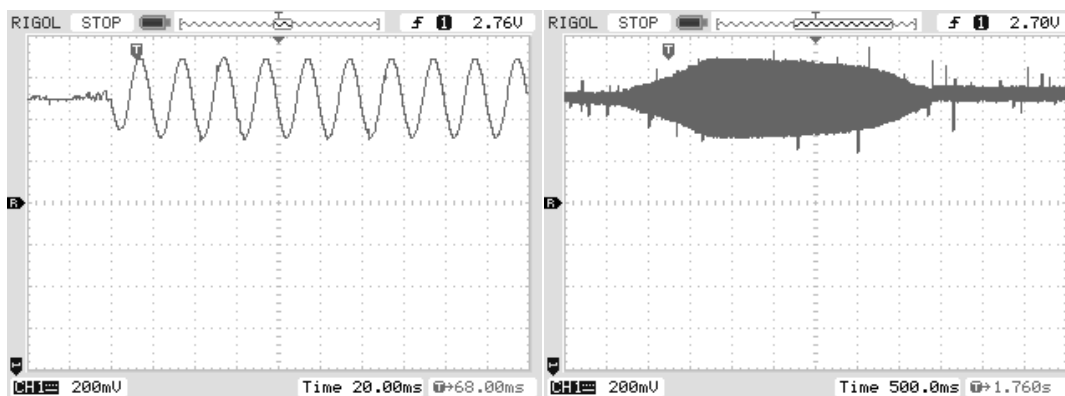


Рис. 1. Осциллограмма тока фазы при пуске АД в функции тока (слева) и в функции времени (справа)

УДК 621.3.078.3

АЛЕШИН Д.А.

КОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ХРОМИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электролитическое хромирование является одним из способов защитной отделки материала. Качество покрытия при электролитическом хромировании сильно зависит от качества постоянного тока, по сравнению с другими гальваническими процессами. При режиме прерывистых токов и величине пульсаций выходного тока более 5% нанесенное покрытие может отслаиваться, а также толщина покрытия будет меньше. Поэтому выпрямительные установки для электролитического хромирования следует использовать со стабилизацией выходных параметров, а уровень пульсаций выходного тока под нагрузкой должен быть не более 5%. При резком уменьшении выходного тока нанесенное покрытие может отслаиваться или разрушаться, чтобы это предотвратить следует плавно уменьшать ток нагрузки от заданного значения до 10% от номинальной величины. Компьютерная система управления, выполненная на базе контроллера, может обеспечить плавное изменение угла регулирования блока тиристоров, что в свою очередь позволит реализовать безопасное понижение/повышение тока. Некоторые гальванические процессы длятся несколько часов, поэтому чтобы облегчить работу оператора, в системе управления присутствует таймер, который по окончании процесса звуковым сигналом оповестит о завершении работы. Также система управления позволяет задать значения плотности тока, площади детали и количества деталей. На рис. 1 система управления представлена схемой управления тиристорами (СУТ), схемой автоматического регулирования (САР) и схемой защиты и сигнализации (СЗС). Применение микропроцессорного контроллера позволяет реализовать все операции, выполняемые типовыми блоками, а также расширить функциональность работы системы управления и удобства работы оператора.

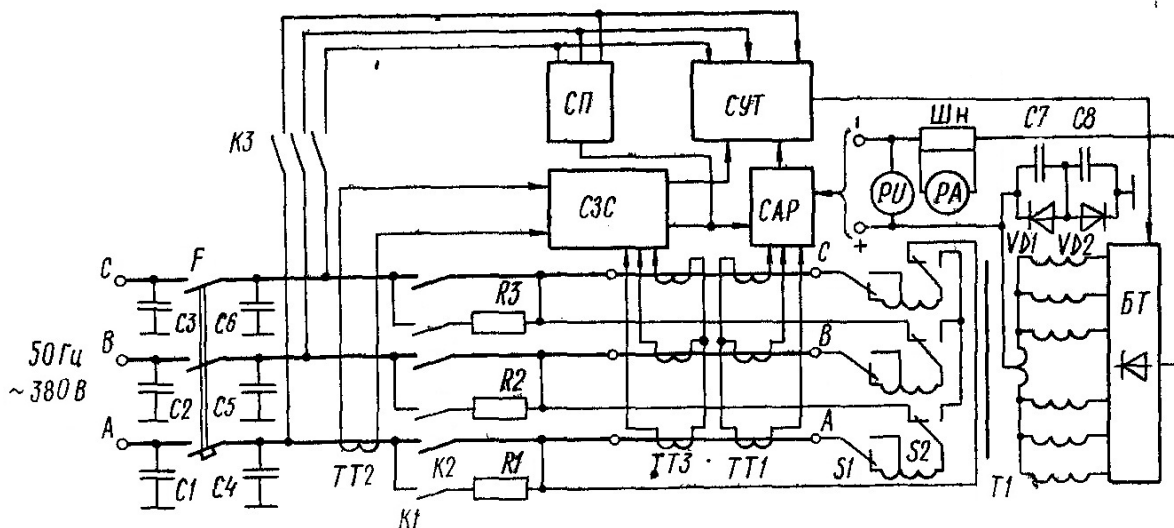


Рис. 1. Структурная схема выпрямительного агрегата

УДК 621

ВАЗЬЯНСКИЙ А.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТОВОЛОКОННЫХ СЕТЕЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЦИНКОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Управление силовыми тиристорами световым потоком в выпрямительных агрегатах линий электролитического цинкования позволяет создать энергосберегающую систему управления тиристорами по сравнению с традиционным управлением напряжением.

Обычные тиристоры требуют применения специальных управляющих схем или драйверов, которые, помимо формирования импульсов управления заданной величины амплитуды и длительности, осуществляют гальваническую развязку силовых и информационных цепей. Как раз применение фото- и оптотиристоров позволяет максимально эффективно развязать силовую и управляющую цепи. Управляющие драйверы для приборов с развязкой по оптическому каналу могут иметь более простое устройство по сравнению с драйверами обычных тиристоров. Оптическая развязка позволяет не только упростить управление, но и повышает помехоустойчивость выпрямителей большой мощности (более 10кВт) и энергоемких систем автоматического управления на их основе, в частности, в сильноточных системах гальванотехники.

Использование оптоволоконного кабеля является экономически более выгодным решением для реализации систем управления силовыми вентилями по сравнению с медными проводами за счет постоянного снижения стоимости самого кабеля, компонентов и оборудования для него.

Оптический кабель имеет иммунитет ко множеству факторов, которые могут повлиять на работу медного кабеля (радио- и электромагнитные излучения, взаимные помехи, проблемы с сопротивлением), не так чувствителен к температуре.

Применение оптоволоконных сетей различного типа позволяет создавать удаленные системы управления технологическим процессом электролитического цинкования, при этом протяженные линии передач практически никак не сказываются на качестве управляющих импульсов. В случае использования медного провода требуется установка управляющих драйверов в непосредственной близости к выпрямительному агрегату или применение раз-

личного рода усилителей в протяженных линиях. Оптоволоконный кабель легче, тоньше и долговечнее в сравнении с медным. Для достижения высоких частот следования управляющих импульсов с использованием медного кабеля потребуются использование лучшего типа кабеля, который обычно тяжелый и занимает много места. Небольшие размеры оптического кабеля делают его более удобным. Также стоит отметить, что провести тестирования оптоволоконного кабеля намного легче, чем медного.

УДК 621.314

КАЧАЛОВ П.И.

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ПУЛЬСАЦИЙ ТОКА ЦЕПЕЙ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Питание двигателей постоянного тока от регулируемых статических выпрямителей имеет большое применение. Двигатели серии Д по ГОСТ 184-71 допускают питание от регулируемых статических выпрямителей, соединяемых по трехфазной мостовой схеме, без применения сглаживающих реакторов. Экспериментальные исследования, проведенные при питании от выпрямителей, позволяют сделать следующие выводы.

За счет пульсации тока нагрев двигателей возрастает на 2-3% при коэффициенте пульсации тока $k_i = 15\%$, на 5-7% - при $k_i = 25\%$, на 15-22% - при $k_i = 35\%$.

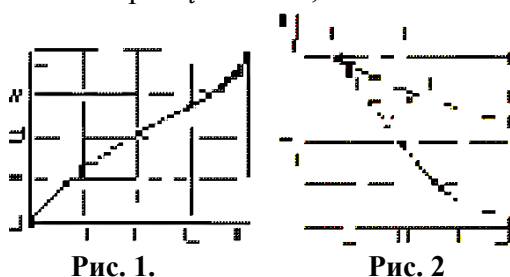


Рис. 1.

Рис. 2.

Для наиболее распространенной трехфазной мостовой схемы уровень пульсаций ниже 5-7% для диапазона мощностей двигателей от 20 до 200 кВт, при этом дополнительный нагрев двигателей можно не учитывать.

Для двигателей средней мощности, например, Д810 (55 кВт, 220 В, 282 А, 550 об/мин, параллельное возбуждение), связь между коэффициентами пульсации напряжения и тока при питании двигателя от регулируемого выпрямителя без сглаживающего реактора близка к линейной и показана на рис. 1. Собственная индуктивность двигателя существенно снижает пульсации тока. Рис. 1 справедлив для мощности преобразователя, близкого к мощности двигателя, при номинальной нагрузке двигателя. В двигателях меньшей мощности (20-50 кВт) индуктивность возрастает и снижение пульсации тока будет проявляться несколько больше. В диапазоне мощности 60-200 кВт индуктивность цепи якоря, включающей обмотку якоря и добавочных полюсов, меняется несущественно.

При близких мощностях преобразователя и двигателя с ростом тока нагрузки коэффициент пульсации тока резко снижается, как показано на рис. 2. Это благоприятно сказывается на коммутации двигателей при перегрузках. Для диапазона мощности 20-200 кВт и относительно редкого случая, когда мощность одного двигателя в несколько раз меньше мощности регулируемого выпрямителя, рис. 2 также справедлив с учетом относительно большей индуктивности двигателя малой мощности [1, с.39].

Крановое электрооборудование: Справочник/ К 78 Алексеев Ю.В., Богословский А.П., Певзнер Е.М. и др.; Под ред. А.А. Рабиновича. – М.: Энергия, 1979. – 240с., ил.

ОБЗОР ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе рассмотрены наиболее распространенные электродвигатели современных электроприводов, принцип их работы и конструкция. Одной из главных тенденций развития современной электротехники является разработка эффективных регулируемых систем электропривода [2]. Современные системы управления электроприводов, как правило, цифровые с интеллектуальными силовыми ключами. Такой электропривод представляет собой единый мехатронный модуль движения. За рубежом эти двигатели называются так: *BLDC* (*Brushless direct current motor*), *PMSM* (*Permanent magnet synchronous machine*), *AC motor* (*Alternating current motor*).

BLDC конструктивно представляет собой синхронный двигатель с постоянными магнитами, то есть роль индуктора выполняют постоянные магниты, а не обмотка возбуждения. Любой электродвигатель имеет статор и ротор. Статор - неподвижная часть конструкции, ротор - вращающаяся ее часть. PMSM, например, широко применяются в пропульсивных установках судов (рис. 1).

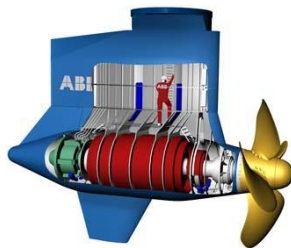


Рис. 1. Внутренний вид ВРК фирмы АВВ

Ядром системы управления привода может являться микроконтроллер или цифровой сигнальный процессор (DSP). Наиболее широкое применение нашли DSP Texas Instruments семейства Motor control - TMS320C28x. Это 32-разрядные DSP с fixed-point, 32 битной шиной. Семейство C28x содержат периферию для решения задач управления. Процессоры C28x применяются при управлении двигателями и в цифровых источниках питания [1]. Тактовая частота DSP C28x достигает 150 МГц.

Таким образом, приведены примеры применения и рассмотрены ключевые моменты методов управления разными видами двигателей в зависимости от их конструкции. Проведен обзор современной элементной базы, представлена топология силовой части электроприводов малой и большой мощности.

Библиографический список

1. Солонина, А.И., Улахович, Д.А., Яковлев, Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. –СПб.: БХВ-Петербург, 2002. –464 с.: ил.
2. TMS320F2810, TMS320C2810 Digital Signal Processors – Texas Instruments, 2012 г.

ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗЕ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе рассмотрен электропривод на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. На данный момент под электроприводом можно понимать однокристалльную систему управления в совокупности с силовым автономным инвертором напряжения и электродвигателем [2].

PMSM (Permanent magnet synchronous machine) - синхронный двигатель с постоянными магнитами. Любой электродвигатель имеет статор и ротор. Статор - неподвижная часть конструкции, ротор - вращающаяся ее часть. Статор электродвигателя включает в себя корпус и сердечник с обмоткой. Широко применяются трехфазные PMSM. Конструкция статора любого электродвигателя бывает:

- с распределенной обмоткой;
- с сосредоточенной обмоткой.

Как правило, синхронный двигатель используется там, где на инвертор питается от сети с одной фазой или тремя фазами (см. рис. 1).

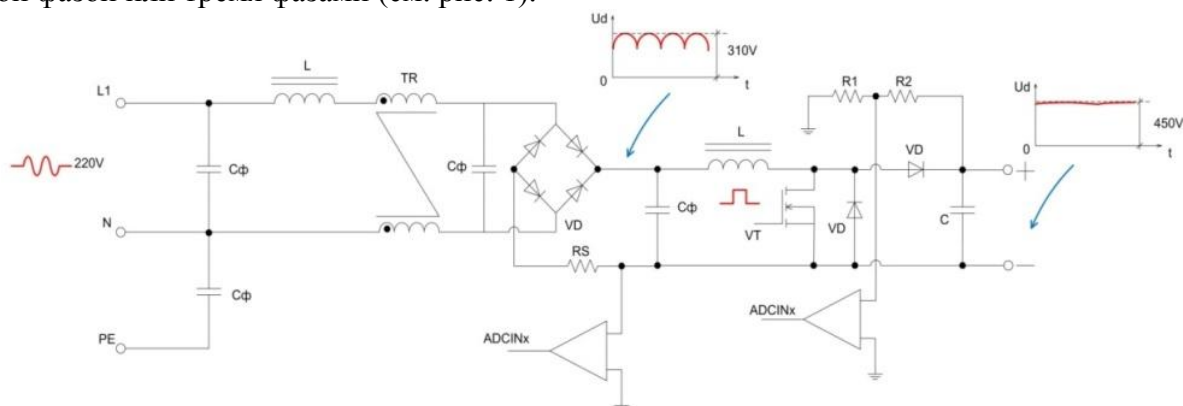


Рис. 1. Фрагмент принципиальной электрической схемы однофазного ПЧ

Управление *PMSM* - векторный метод управления (*FOC*), который сегодня реализуется программно с помощью векторной ШИМ и координатных преобразований. Суть этого метода состоит в изменении частоты переменного трехфазного напряжения, подаваемого на статор двигателя. Ядром системы управления является микроконтроллер или цифровой сигнальный процессор (DSP). Широкое применение нашли DSP семейства Motor control. Это 32-разрядные DSP с фиксированной запятой, 32 битной шиной. Семейство C28x содержат периферию для решения задач управления. Процессоры C28x применяются при управлении двигателями и в цифровых источниках питания [1].

Таким образом, рассмотрены ключевые моменты методов управления *PMSM*. Проведен обзор современной элементной базы, представлена топология силовой части электропривода.

Библиографический список

1. Солонина, А.И., Улахович, Д.А., Яковлев, Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.: ил.
2. TMS320F2810, TMS320C2810 Digital Signal Processors – Texas Instruments, 2012 г.

ОСМАНОВ Р.Р.¹, КОРНЕВ Н.С.¹, НАЗАРОВ А.В.¹, РЕПИН А.В.¹, ТИТОВ В.Г.²

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ НА РАБОТУ КВЧ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова», г. Нижний Новгород¹,
НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород².

ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова» проводит разработку КВЧ радиоинтерферометрического комплекса (РИК) для высокоточного измерения параметров движения различного рода объектов, метаемых продуктами взрыва, ударных и детонационных фронтов, а также диагностики плазмы [1].

Одной из решаемых при этом задач является создание встроенного, малогабаритного и малошумящего вторичного источника питания (ИП). Источник должен выдавать несколько номиналов высокостабильного напряжения.

Жесткие и специфические требования, предъявляемые к РИК, накладывают ограничения на выбор вторичного ИП. Наиболее оптимальными с точки зрения величины КПД, массогабаритных и экономических показателей для применения в сверхточной аппаратуре являются импульсные схемы [2]. В импульсном источнике питания (ИИП) ключ либо включен, либо выключен и изменение выходного напряжения осуществляется с нулевым рассеянием мощности, в отличие от линейного ИП, где стабилизация происходит из-за рассеяния мощности в ключевом элементе.

При всех своих достоинствах ИИП обладают значительным недостатком – наличием высокочастотных пульсаций в выходном напряжении, появление которых обусловлено принципом работы ИИП, основанным на методе широтно-импульсного модулирования ключевого элемента источника. При использовании ИИП в РИК возможно распространение кондуктивных помех, создаваемых пульсациями выходного напряжения ИП, непосредственно через кабели питания. Помехи усиливаются при прохождении через усилительные элементы прибора и попадают в приемный канал РИК, из-за чего на порядок увеличивается погрешность измерений.

В докладе проведен сравнительный анализ работы РИК при питании от двух типов ИП. Первый ИП представляет собой комбинацию линейных стабилизаторов и импульсного преобразователя напряжения. Второй ИП построен с использованием нескольких импульсных преобразователей напряжения. Приведены уровни характерных шумов выходного напряжения используемых источников. Показано влияние пульсаций выходного напряжения (ИП) на работу КВЧ радиоинтерферометрического комплекса (РИК).

Библиографический список

1. **Канатов В.А., Катин С.В., Корнев Н.С., Михайлов А.Л., Назаров А.В., Орехов Ю.И., Родионов А.В., Хворостин В.Н.** Состояние и перспективы развития микроволновой радиоинтерферометрии для диагностики газодинамических процессов // Антенны. – 2016. – Вып. 1 (221). – С.49-54.
2. **Корнев Н.С., Минеев К.В., Назаров А.В., Османов Р.Р., Титов В.Г.** Проблемные вопросы разработки малошумящего импульсного источника питания для полигонного радиоинтерферометрического комплекса// Информационные системы и технологии. ИСТ – 2016: Материалы XXII Международной научно-технической конференции. – Н.Новгород, 2016. – С.214. – 1 CD-ROM.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ ДЛЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ

Московский технический университет связи и информатики, Волго-Вятский филиал

Силовые импульсные трансформаторы (СИТ) и дроссели выходных фильтров являются необходимыми индуктивными элементами силовой части источников вторичного электропитания (ИВЭП), построенных на основе импульсных преобразователей напряжения (ИПН). Благодаря малым массе и габаритам из-за высокой частоты коммутации полупроводниковых приборов такие ИВЭП используются в настоящее время почти во всех устройствах телекоммуникаций, автоматики, вычислительной и измерительной техники и др. При разработке новых электронных устройств нередко приходится создавать специализированный ИВЭП и, следовательно, проектировать индуктивные элементы силовой части. Электрические параметры этих элементов, форма и параметры импульсов тока в обмотках определяются при использовании разработанной нами программой RPO (Гос. регистрация № 2016662659).

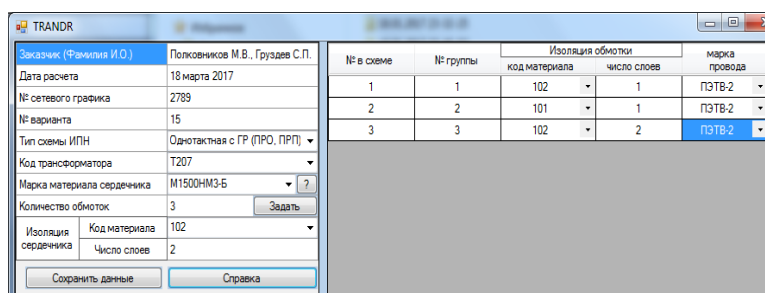


Рис.1. Экранная форма программы TRANDR

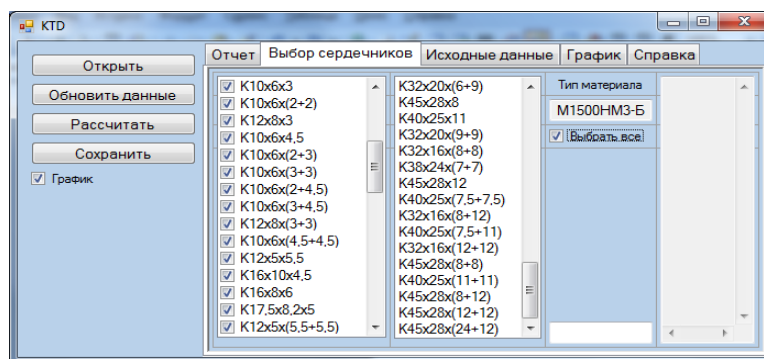


Рис.2. Экранная форма программы KTD

В данном докладе рассматриваются особенности программного комплекта KTD для конструктивного расчета трансформаторов и дросселей с оформлением полной конструкторской документации. Отличительной особенностью программ конструктивного расчета является учет:

- действительной формы и спектрального состава токов в обмотках трансформаторов и дросселей и наличия поверхностного эффекта при подборе проводов;
- реальных режимов перемагничивания сердечников путем моделирования электромагнитных процессов в конкретных схемах ИПН и использования логико-аналитической модели перемагничивания материала сердечника, позволяющей воспроизводить любые симметричные и несимметричные частные циклы при наличии гистерезиса.

Информация о свойствах проводов, сердечников (коэффициенты аппроксимации характеристик материала, ряд конструктивных типоразмеров), изоляционных материалов берется из специальной базы данных.

Первая программа TRANDR служит для представления исходных данных в типовых табличных формах (рис. 1). Вторая программа комплекта KTD считывает эти данные из входного файла, берет информацию из базы, подбирает типоразмер сердечника, анализируя его режим перемагничивания, производит конструктивный расчет, формирует таблицы результатов, график режима сердечника и оформляет листы конструкторской документации.

УДК 621.314.5

ПЯТИН М.О.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЗАРЯДНОГО ТОКА КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существует много способов повышения плотности кислотных аккумуляторов. Рассмотрим несколько способов из методов заряда аккумулятора, которые редко применяются: ускоренный заряд, заряд импульсным током и форсированный заряд.

Ускоренным зарядом называется режим заряда, при котором ток заряда превышает величину 10 % от номинальной емкости кислотной АБ. Время заряда при этом сокращается. К недостаткам ускоренного заряда следует отнести повышенный износ АБ.

Импульсные токи по форме, амплитуде и времени значительно отличаются от синусоидального. Амплитуда импульса такого тока восстановления, как правило, превышает средний ток заряда в 5-10 раз. Повредить пластины аккумулятора такой ток не может, а вот расплавить застарелые кристаллы сульфата свинца в состоянии, и за короткое время. При средней величине зарядного тока в пять ампер импульс может достигать амплитуды в 50 ампер, достичь такой амплитуды тока возможно при значительной величине напряжения заряда в 24-26 вольт. Ввиду короткого по времени импульса в несколько микросекунд нагрева аккумулятора и кипения практически не наблюдается, восстановление можно производить в помещении при отсутствии принудительной вытяжки. Мощность зарядного тока на аккумуляторе не превышает мощности простого зарядного на диодном мосте, а мощность единичного импульса может достигать 1200ватт, что достаточно для перевода сульфата свинца в аморфный свинец. Между двумя импульсами зарядного тока всегда присутствует промежуток времени без тока, достаточный для восстановления электронного равновесия в электролите. [1]

Форсированный заряд применяют для быстрого восстановления работоспособности сильно разряженной батареи. Величина зарядного тока при этом составляет 70% от $S_{ном}$ (например, для АКБ в 55 Ач ток заряда составит 38,5 А). Время форсированного заряда должно быть тем меньше, чем больше сила тока заряда - например, 90 мин при токе 30% $S_{ном}$ 45 мин при токе 50% $S_{ном}$ и 30 мин при токе 70% $S_{ном}$. Если температура электролита повышается до 40°C, заряд необходимо прекратить - во избежание повреждения активной массы пластин. [2]

Проанализировав эти методы заряда можно сказать, что для ускоренного заряда требуется большой ток заряда и при продолжительном заряде таким током повышается износ аккумулятора. Поэтому они используются только в том случае, когда надо быстро зарядить аккумулятор для дальнейшей эксплуатации.

Библиографический список

1. <http://cxem.net/avto/electronics/4-119.php>
2. http://www.moskvich2140.ru/zaradka_AKB.html

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФАЗОПОВОРОТНЫХ УСТРОЙСТВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие электроэнергетики предполагает не только строительство новых линий электропередачи, но и повышение управляемости электрических сетей путем применения специализированных технических средств. Это позволяет повысить пропускную способность электрических сетей, надежность и экономичность их работы.

Вопросы практической реализации управляемых линий переменного тока в последние годы находят все большее распространение. Статические компенсаторы, объединенные регуляторы перетоков мощности и фазоповоротные устройства (ФПУ) успешно работают в электросетевых компаниях различных стран мира. В России на данный момент нет опыта применения ФПУ в электрических сетях среднего напряжения, но активно ведутся разработки и создаются проекты по их внедрению и использованию.

На кафедре «Электроэнергетики, электроснабжения и силовой электроники» (ЭССЭ) проводятся научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки данного вида устройства.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ПЕРЕСТРАИВАЕМОМ ПРЕСЕЛЕКТОРОМ

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

В работе для проверки работоспособности и эффективности методики расчета и оптимизации частотного распределения преобразователей с перестраиваемым преселектором по сравнению с существующими методами графоаналитического расчета использована программа расчета и оптимизация частотного распределения нелинейного преобразователя частоты с перестраиваемым преселектором «FDM v. 1.0» [1].

В ходе вычислительных экспериментов с применением разработанных ПО и их сравнения с результатами расчета, приведенными в монографии [5], были выявлены следующие недочеты классического метода:

- ошибки в построении конечных диапазонов частот на частотных диаграммах;
- пониженная точность численных расчетов из-за накапливаемых погрешностей;
- невозможность масштабирования графических построений для уточнения и анализа полученных данных и как следствие – сложности с оценкой конечных результатов.

Выявлено, что использование ПО в решении задач расчета преобразований имеет ряд существенных преимуществ, а именно:

- быстрое решение задачи, что актуально для расчета больших систем;
- уменьшение возможных ошибок при вводе данных, а также их исключение при расчете по формулам;
- удобный вывод получаемых результатов с возможностью их масштабирования;
- простота обучения, не требующая знаний по конкретным методам расчета преобразований, которые реализованы внутри алгоритма проектирования.

Особенно эффективно использование разработанных ПО в задачах когнитивного радио [6], но это является отдельной задачей, требующей самостоятельного решения в будущем.

Библиографический список

1. **Логинов, В.И.** Программа расчета и построения номограммы комбинационных частот с учетом преобразования на гармониках сигнала и гетеродина с использованием рядов Фарея "Nomogramma-Farey v.2.0". Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2010615947 от 10 сентября 2010 г.
2. **Манасевич, В.** Синтезаторы частоты (теория и проектирование): пер. с англ. / Под ред. А.С. Галина. – М.: Связь, 1979. – 384 с.
3. **Gandhi D, Lyons C.** Mixer Spur Analysis with Concurrently Swept LO, RF and IF: Tools and Techniques Vol. 46, No. 5, May 2003, P. 212.
4. **Liu J., Dunleavy L.P., Svensen T. B.** European Microwave Conference 2003.
5. **Шарапов Ю.И.** Преобразование сигнала без комбинационных частот в специальных приемниках. – М.: Издательство «САЙНС-ПРЕСС», 2009. – 256 с.
6. **Галкин В.А.** Основы программно-конфигурируемого радио. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015.- 372 с.

УДК 621.314

ФИРСОВ И.В.

ОСОБЕННОСТИ ЗАРЯДА НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существующие методы заряда никель-кадмиевых аккумуляторов можно разделить на 4 основные группы:

- 1) медленный заряд - заряд постоянным током величиной 0.1 С или 0.2 С в течение примерно 10 или 5 часов соответственно;
- 2) быстрый заряд - заряд постоянным током, равным 1/3 С в течение примерно 3 часов;
- 3) ускоренный или дельта V заряд - заряд с начальным током заряда, равным величине номинальной емкости аккумулятора, при котором постоянно измеряется напряжение на аккумуляторе и заряд заканчивается после того, как аккумулятор полностью заряжен. Время заряда примерно час – полтора;
- 4) реверсивный заряд - импульсный метод заряда, при котором короткие импульсы заряда распределяются между длинными зарядными импульсами. [1]

Практически все никель-кадмиевые элементы могут заряжаться током 0.1 С неопределенно долго без охлаждения. При этом, естественно, не удастся избежать уменьшения напряжения после полного заряда, но и аккумулятор не испортится. При токе заряда 1/3 С большинство элементов лишь немного перезарядится без больших неприятностей. Необходимо закончить процесс заряда в течение часа после достижения полного заряда. При токе заряда более 0.5 С необходимо использовать только зарядные устройства с автоматическими средствами обнаружения полного заряда. При таком токе и выше элементы аккумулятора могут быть при перезаряде легко повреждены. С хорошей электронной схемой управления зарядом могут быть использованы токи заряда более 1 С - проблемой в этом случае становится уменьшение эффективности заряда и нагрев от потерь на внутреннем сопротивлении [2].

Библиографический список

1. <http://v-dorogu.narod.ru/accum/accum4.htm>
2. <http://zaraydki.h1.ru/metod.html#Top>

УДК 004.93'1

БАЕВСКИЙ А.А.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА РАССТОЯНИИ: ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ

Нижегородский государственный технический университет им. П.Е. Алексеева

На данный момент в мире наиболее распространены два способа беспроводной идентификации: штрих-кодом и RFID-метками.

Преимущества штрих-кодов – это дешевизна и отработанная технология. У технологий RFID есть гораздо более существенные преимущества.

Данные идентификационной метки могут дополняться. В то время, как данные штрихового кода записываются только один раз (при печати), информация, хранимая радиочастотной меткой, может быть изменена, дополнена или даже заменена на другую при наличии соответствующих условий. Это положение относится только к меткам Read/Write многократной записи и считывания информации.

Возможность считывать одновременно несколько меток. Механизм анитиколлизий позволяет определять точное количество меток, которые в текущий момент времени находятся в поле действия антенны.

На метку можно записать гораздо больше данных. Недавно разработанные двумерные и матричные штриховые коды способны хранить большой объем данных, однако их практическое использование сдерживается необходимостью использования специфических принтеров и устройств считывания (сканеров). Обычные штриховые коды могут поместить информацию не более 50 байт (знаков), причем для воспроизведения такого символа понадобится площадь размером со стандартный лист формата А4. В свою очередь радиочастотная метка может легко поместить 1000 байт на микросхеме площадью в 1 квадратный сантиметр.

Данные на метку заносятся значительно быстрее. Для получения штрихового кода обычно требуется напечатать его символ либо непосредственно на материале упаковки, либо на бумажной этикетке. И печать, и наклеивание липкой этикетки являются или ручными, или механизированными операциями. Радиочастотные метки могут быть имплантированы в основание палеты или оригинальной упаковки на весь срок их эксплуатации. Сами данные о содержании упаковки записываются исключительно бесконтактным способом за время, не превышающее одной секунды.

Данные на метке могут быть засекречены. Как и любое цифровое устройство, радиочастотная метка обладает возможностями, позволяющими закрыть паролем операции записи и считывания данных. Кроме того, информацию можно зашифровать. В одной и той же метке можно одновременно хранить закрытые и открытые данные. Это делает радиочастотную метку идеальным средством, защищающим товары и материальные ценности от подделок и краж.

Радиочастотные метки более долговечны. В тех сферах применения, где один и тот же маркированный объект может использоваться бесчисленное количество раз (например, при идентификации палет или возвратной тары), радиочастотная метка оказывается идеальным средством идентификации, так как может быть использована 1 000 000 раз.

Расположение метки не имеет особого значения для считывателя. В целях обеспечения автоматического считывания штрихового кода комитетами по стандартам (в том числе EAN International) разработаны правила размещения символов штрихового кода на товарной

и транспортной упаковке. Для радиочастотных меток эти требования несущественны. Единственное, что требуется для считывания информации с радиочастотной метки, - это ее нахождение в зоне действия сканера RFID.

Метка лучше защищена от воздействия окружающей среды. Радиочастотные метки не требуется размещать на внешней стороне упаковки (объекта), поэтому они оказываются лучше защищенными в условиях хранения, обработки и транспортировки логистических единиц; в отличие от штрихового кода на них не воздействуют пыль и грязь.

Библиографический список

1. RFID: принцип работы, применение, преимущества и недостатки <http://www.tendo.ru/rfid.html>
2. Достоинства и недостатки - (<http://www.rfid-ru.ru/dostoinstva.html>)

УДК 004.93'1

БАЕВСКИЙ А.А.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ КАК ДВИГАТЕЛЬ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Промышленный интернет (industrial internet) предполагает создание систем управления сложным комплексом машин и оборудования с использованием разнообразного сетевого оборудования и датчиков. В данном контексте слово internet пишется со строчной буквы, чем подчеркивается внутренний характер сети, построенной на принципах Интернета, возможно, связанной с ним. Не следует отождествлять промышленный интернет с Интернетом вещей (Internet of Thing, IoT), хотя граница между ними достаточно условна. Главное различие в том, что IoT — это коммуникационная среда из устройств, не связанных общим функционалом, в промышленном же интернете велика кибернетическая составляющая.

В 2012 году за продвижение промышленного интернета активно взялась корпорация General Electric, определившая это направление как важнейшее, причем не только для себя, но и для всей индустрии, производящей изделия для медицины, транспорта, энергетики и т.д. Для GE промышленный интернет играет примерно ту же роль, что для корпорации IBM программа Smarter Planet или для Cisco инициатива Internet of Everything.

Выделяют главные составляющие промышленного интернета:

- интеллектуальные машины, связанные датчиками с внешним миром, связанные сетями между собой и управляемые программным обеспечением с элементами искусственного интеллекта;
- аналитика, отличающаяся от обычной аналитики в бизнесе тем, что помимо ставшей классикой предсказательной аналитики здесь существенную роль играет знание предметной области и аналитика в привязке к физическим процессам;
- люди, в процессе работы объединенные сетями, могут в кооперации принимать более эффективные решения.

Промышленный интернет можно изобразить в двух измерениях. По «горизонтали» можно представить то, как интегрируются машины и оборудование в физическом мире. Рассмотрим это направление на примерах из трех областей: авиаперевозки, нефтедобыча и здравоохранение. На этой оси можно поставить четыре засечки: отдельный узел (Machine), готовая сборка (Facility), инфраструктура первого уровня и инфраструктура второго уровня (Network). В авиации узел — это двигатель и другие компоненты самолета, в нефтедобыче — насосы и другие компоненты буровой вышки или скважины, в медицине — диагностическая установка. Сборкой будут, соответственно, авиалайнер, скважина и медицинский каби-

нет, инфраструктурой первого уровня — аэропорт, нефтеперерабатывающий завод и госпиталь, инфраструктурой второго уровня — региональные или отраслевые объединения.

По «вертикали» возможно деление на три уровня: интеллектуальное устройство, выше — интеллектуальная система и еще выше — интеллектуальная поддержка принятия решений. Удивительно, но это деление почти в точности соответствует триаде данные — информация — знание. В устройствах осуществляются сбор, фильтрация и несложный анализ данных, далее в системах из данных извлекается информация и, наконец, принятие решений поддерживается знаниями.

Для создания такой инфраструктуры сегодня имеются все технические предпосылки, оформленные в виде структуры данных предприятия (Enterprise Data Fabric, EDF). Основная задача, решаемая EDF, состоит в интеграции и виртуализации тех данных предприятия, которые находятся в оперативной памяти включенных в систему серверов. Но более существенно налаживание организационного взаимодействия между такими участниками производственного процесса, как руководители бизнес-подразделений, финансовые работники, юристы, менеджеры, отвечающие за информацию, сотрудники подразделений ИТ и специалисты по информационной безопасности. Цель этого объединения — классификация информации и данных, а также определение требований к работе с ними.

Библиографический список

1. Промышленный интернет – (<https://www.osp.ru/os/2013/04/13035564/>)
2. Промышленный интернет сможет добавить 15 трлн долларов к мировому ВВП - (<https://habrahabr.ru/post/160463/>)

УДК 004.93'1

БАЕВСКИЙ А.А.

ВОЗМОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СЕТЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент сети промышленного интернета строятся на проводных технологиях как наиболее распространенных и надежных. Но бывают случаи, когда сложно провести провода ко всем станкам, объединив их в сеть. Также возможны случаи, что сеть рухнет, особенно если она связана с внешним Интернетом и вычислительные мощности находятся как раз вне производства в каких-либо вычислительных центрах. Тогда обработка данных остается на плечах самих станков, для чего они не приспособлены изначально.

В таких случаях отправляют ремонтника, поднимающего сеть и проверяющего, что произошло за время отключения от внешней сети. Но во многих случаях информация хранится на внешних хранилищах, связь с которыми также обрывается при обрыве сети. Поэтому данные со станков и другого оборудования могут пропасть, что повлияет на результаты, считаемые по статистическим формулам, например, когда подсчитывается вероятность отказа.

Чтобы этого избежать, можно добавлять какие-то файловые хранилища в станки с ЧПУ, служащие резервными хранилищами. Но такое решение может привести к удорожанию систем, также это усложнит системы контроля и мониторинга состояния оборудования.

Другой вариант – это создание дублирующей системы, основанной на беспроводных технологиях. Это позволит считывать информацию при любой ситуации и отправлять ее тем же путем, что и при обычном функционировании. Это также приведет к удорожанию и усложнению системы, но менее значительному, так как понадобится всего лишь добавить на

оборудование RFID-метки и установить в цехе считыватель меток, который, как и все оборудование, будет связан с сетью промышленного интернета.

И как третий вариант – изначально на особо проблемных производствах развертывать систему, основанную на беспроводных технологиях. Это сократит расходы на проводную часть, снизит сложность системы. Если обкатать такую систему на наиболее сложных и проблемных производствах, то в будущем, при повышении надежности беспроводной связи до стандартов проводной, развертывать такую систему и на обычных производствах. Такие системы наиболее полно удовлетворяют требованиям полностью автоматизированных производств.

Библиографический список

1. Промышленный интернет – (<https://www.osp.ru/os/2013/04/13035564/>)
2. Проблемы протоколов вызова в современных индустриальных системах - (<http://elenergi.ru/problemu-protokolov-vyzova-v-sovremennyx-industrialnyx-sistemax-iot.html>)
3. Заказчикам интересны адаптивные и предиктивные системы промышленного интернета - (<https://iot.ru/gorodskaya-sreda/zakazchikam-interesny-adaptivnye-i-prediktivnye-iot-resheniya>)

УДК 621.91

БАКАНИН Д.С. , КОЛЮНОВ В.А.

АНАЛИЗ ОБЩЕЙ СТРУКТУРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время в области проектирования станочных приспособлений (СП) достигнуты значительные успехи: разработаны различные методики проектирования, расчета приспособлений и т.п. Современное направление в проектировании СП – совершенствование и развитие методов, создание новых принципов проектирования, разработка методических информационных программных материалов по автоматизированному проектированию.

При разработке конструкции приспособления конструктор должен проводить работу в определенной последовательности. Каждый из этапов проектирования станочных приспособлений выполняется с помощью автономного алгоритма, состоящего из четко выделенных операций обработки информации. И каждому этапу проектирования соответствует конструирование одного из функциональных классов конструктивных элементов. Из-за постоянного совершенствования машиностроительной продукции растет и сложность проектно-конструкторских работ. Это оказывает существенное влияние на точность и производительность.

Таким образом, необходимо совершенствование процесса проектирования станочных приспособлений. Одно из направлений этого совершенствования - создание общей системы проектирования СП, что является важной актуальной задачей, решение которой позволяет сократить сроки создания СП, повысить их качество.

Рассмотрены алгоритмы проектирования СП различных авторов. Алгоритмы схожи, но есть и различия, которые заключаются в наличии или отсутствии некоторых блоков проектирования, в используемых методах при проектировании, формул расчета.

Так, В.И. Аверченков, И.Н. Аверьянов и А.Г. Ракович особое внимание уделяют входной информации, представлена наиболее полная классификация и характеристика информации. Наиболее полно и четко сформулированы алгоритмы проектирования у В.Ю.Блюменштейна, что позволяет четко представить цели и задачи при проектировании СП. Наиболее полная элементная база, расчеты приводов и расчетные схемы силового замыкания представлены у Б.Н.Бардашкина и М.А.Ансерова. У Б.И.Черпакова сформулирова-

ны требования, предъявляемые к разным видам механизмов. Техничко-экономическое обоснование выбора системы станочного приспособления представлено у всех авторов, за основу был взят блок у Б.Н.Вардашкина, т.к. он дает рекомендации согласно ГОСТ.

В общей структуре проектирования СП были учтены проведенные ранее работы магистров, которые исследовали отдельные блоки проектирования. В частности, работа по расчету точности, расчету передаточных отношений сил элементарных и комбинированных зажимных механизмов, создание компоновок СП и проектирование силовых приводов.

Помимо того, общая структура основывается на анализе структур проектирования, предложенных авторами, которые давно работают в этой области и представляют известные школы по проектированию СП, такие как: Новосибирский государственный технический университет, Мосстанкин, МВТУ, МГТУ им. Н.Э.Баумана.

УДК 621.91

БАКАНИН Д.С., КОЛЮНОВ В.А.

ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Проведен анализ существующих методик проектирования с целью выбора рационального для использования его при формировании общей структуры проектирования станочных приспособлений были рассмотрены традиционное, нетрадиционное и автоматизированное проектирование.

Традиционным методам проектирования приспособлений свойственны высокие стоимостные и временные затраты на проектирование и создание конструкторской документации, недостаточный уровень унификации и стандартизации создаваемых конструкций, трудности выполнения ряда обязательных инженерных расчетов, невозможность системного решения задач конструирования, технологии изготовления и производства приспособлений и др. Указанные недостатки традиционного конструирования устраняются путем автоматизации проектирования приспособлений.

Автоматизированное проектирование осуществляется на базе унифицированных нормализованных проектных решений, описание которых хранится в памяти.

Системно-функциональный, системно-структурный подход позволил выработать новую методологию проектирования приспособлений, которая вооружает конструктора методами поиска рациональных технических решений в условиях быстрого усложняющихся и быстро сменяющихся объектов производства. Изучение накопленного фонда технических решений и методического опыта проектирования приспособлений с системно-информационных позиций позволило разработать технологию автоматизированного проектирования приспособлений. Она открывает широкие возможности для продуктивного применения в процессе синтеза конструкций методов морфологического и функционально-стоимостного анализа и др.

Более подробно рассмотрим системный подход к проектированию станочных приспособлений. При системном методе целью проектирования СП является разработка проекта его конструкции, где проект-это комплект технической документации, необходимой и достаточной для изготовления, проектирования, сборки, контроля и эксплуатации СП.

Техническим заданием на проектирование СП является технологический процесс. Результатом проектирования СП является совокупность законченных проектных решений, удовлетворяющих требованиям технического задания.

Основными особенностями метода системного проектирования СП являются:

-возможность проектировать «любую» конструкцию СП;

-широкое использование типовых проектных решений и др.

Изучение различных методов проектирования технических объектов как основы метода системного проектирования СП позволило установить, что его структуру составляют три основные взаимосвязанные между собой системные компоненты. Методика системного проектирования СП - это процесс определения последовательности действий (алгоритм решения проектной задачи) для достижения целей проектирования. Технология системного проектирования СП - это процесс определения способов решения проектных задач и их практическая реализация для получения результатов проектирования.

УДК 658.5

БАРЫШЕВ Н.А., ПЛАТОНОВ А.В., ПРОНИН Д.В., ПЛАТОНОВ И.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ПРАВКЕ ДИСКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС

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

В настоящее время актуальным вопросом при правке дисков автомобильных колес является сертификация выполняемой услуги, которая находится на стадии поиска компромисса с органом по сертификации (ОС) в части схемы сертификации.

Нами сформулирована и представлена в ОС концепция процесса сертификации правки дисков. На наш взгляд, сертификат именно по правке дисков должен быть подтвержден испытаниями и заключениями независимой лаборатории. С нашей стороны потребуются подготовка образцов дисков, с выполненными на них искусственными дефектами. На эти диски должны быть составлены паспорта с характеристиками дефектов. В независимой лаборатории их должны проверить по специальной методике на целостность материала дисков в зоне дефектов и механические свойства. Далее диски подвергаются правке в нашей мастерской и возвращаются в независимую лабораторию на повторное обследование. Занимаясь много лет правкой дисков, мы убедились в том, что эта технология относится к потенциально опасному виду деятельности и требует особого внимания и оснащения.

Следует отметить, что такая концепция положительно себя зарекомендовала при сертификации в 2002 году запатентованного нами нового оборудования – «Стенда для правки дисков автомобильных колес» (патент РФ на изобретение № 2281176). После получения сертификата, в период с 2002 по 2006 гг., таких стендов было изготовлено и реализовано примерно 110 единиц.

В статье [1] приведены результаты исследований, обосновывающие технологию исправления дефектов литых и кованных дисков с использованием нагрева ремонтируемой поверхности; это могло бы послужить документальным обоснованием возможности сертификации.

В настоящее время не только малые предприятия, имеющие стенды для правки дисков, но и специализированные предприятия проводят эту работу без специальных разрешений (сертификатов), мотивируя это тем, что данная услуга не значится в списке работ, подлежащих обязательной сертификации.

Доводы ОС основываются на следующем: «Сертификат соответствия ГОСТ Р выдается только на новую продукцию. Продукция, бывшая в употреблении, не подлежит обязательному декларированию (сертификации) и достаточно ограничиться актом выполненных работ, а не загружать лабораторию проведением трудоемких исследований по ГОСТ Р 54824-2010 и ГОСТ 50511-93 – «технические условия на изготовление дисков», и «методы испытаний» (ГОСТ 1497-84 и ГОСТ 11701-84)».

На основании изложенного материала можно сделать вывод, что необходимо искать компромисс с ОС в части схемы сертификации, и, не теряя времени, оформить в соответствии с ГОСТ освоенные процессы. Такие действия могут стать необходимыми и достаточными при проведении нами работ по сертификации.

1. **Платонов, И.А., Платонов, А.В.** Исследования и разработки по оптимизации диагностирования параметров дисков колесного транспорта и технологических режимов при их правке/ (МНТК «ИНТОМ-2013»). Ч.2. – Казань, 2013. – С. 78...82.

УДК 658.51

БЕСПАЛОВ В.В., ЖУРАВЛЕВА Е.В.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ПРОСЛЕЖИВАНИЯ НА ЭТАПАХ ЖЦП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В повышении качества выпускаемой продукции и контроля хода производства важную роль играет оперативный учет состава изделий. Современное производство все больше требует введения идентификационных систем, что позволило бы определить местоположение изделия в конкретный момент времени, а также привело бы к увеличению гибкости этапов рабочего процесса.

Объектом рассмотрения служит научно-производственное предприятие, основным направлением деятельности которого является разработка новых изделий радиотехники.

На предприятиях, имеющих в своем составе многономенклатурное опытное производство и работающих в условиях постоянного освоения новых изделий с высокой вероятностью изменения конструкции ранее изготавливаемых изделий, существует ряд трудностей в оперативном получении информации об изделии. Проведение доработок изделий в связи с улучшением конструкций и использование новых материалов приводит к тому, что фактически каждое изделие становится уникальным, обладающим своим собственным набором компонентов и отличающимся от стандартного образца. В ряде случаев необходимо оперативно получить максимально полную информацию о составе и характеристиках изделия, что осложняется недостаточной степенью автоматизации оперативного учета, отсутствием четко определенных процедур его проведения, закреплённых стандартом предприятия, количеством первичных документов при большом их разнообразии [1].

В связи с перечисленным сформулировано направление исследования – внедрение идентификации (маркировки) изделия и его основных составных частей штрих-кодом, QR-кодом или чипом, обеспечивающей ведение электронной базы данных. Это позволит пользователю иметь в своем распоряжении полную информацию об изделии и оперативный доступ к ней.

Маркировка изделий должна быть заложена в технологический процесс изготовления изделия и быть обязательной. Пригодная для маркировки деталь идентифицируется и заносится в электронную систему, применяемую на предприятии (Например, 1С-Предприятие). При передаче детали на технологическую операцию она сканируется перед началом работ и их завершением. После завершения операции можно заносить любую требуемую информацию, например, отклонение от технологического процесса, произведенные на данном этапе.

Библиографический список

1. Милаев, В.А., Фаткин, А.А., Соколов, А.Н., Рулева, Т.В. Штрих-кодирование в оперативном производственном учете, - Филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева - КБ «Арматура», 2002.
2. Уильям, Дж. Стивенсон. Управление производством / Пер. с англ. – М.: ООО «Издательство «Лаборатория базовых знаний» », ЗАО «Издательство БИНОМ», 1998 – 928с. : ил.

УДК 62-1/9

ВОЛКОВ А.В., ПАНОВ А.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ КОЛЕС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Железнодорожные колеса являются основным элементом конструктивного узла ходовой части вагонов и, следовательно, самыми ответственными деталями подвижного состава железных дорог. Колеса грузовых вагонов, работающих в сложных условиях, подвергаются значительным статическим (обусловленным весом кузова и тележек вагонов), динамическим (возникающим в процессе взаимодействия колесо-рельс, особенно в кривых малого радиуса, при прохождении стыков, стрелочных переводов, а также через продольные усилия в поезде) и термическим (вызываемое такими, например, факторами, как трение тормозных колодок по поверхности катания) нагрузкам. Указанные факторы эксплуатационного характера вместе с несовершенством требований нормативно-технической документации на изделия в совокупности приводят к преждевременному изъятию из эксплуатации железнодорожных колес.

Разнообразие причин возникновения дефектов является необходимостью для объединения их в группы по квалификационным признакам. За основу может быть принят общий принцип требований к безопасности перевоза, который используется на железнодорожном транспорте.

Так, неисправности железнодорожных колес следует классифицировать по внешним признакам и по условиям их возникновения [1]:

- внезапные (слом элементов колеса во время аварии, навары, ползуны);
- постепенные (изношенность, местная пластическая деформация обода колеса);
- независимые и зависимые, которые охватывают диапазон от неисправностей эксплуатационного характера к тем, которые возникают при изготовлении;
- полные и частичные, когда невозможна или возможна дальнейшая эксплуатация изделия, соответственно.

Такой подход к классификации дефектов колес железнодорожных вагонов позволяет составить прогноз возможностей возникновения эксплуатационных дефектов в процессе подготовки производства и разработки системы менеджмента качества колес железнодорожных вагонов, что является составной частью организации жизненного цикла продукции.

-
1. Классификация неисправностей вагонных колесных пар и их элементов [Текст]. - М. : Государственная администрация железнодорожного транспорта, 2006. - 79 с.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСПЕРСНО-УПРОЧЕННОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА ДЛЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Разработкой композиционных материалов с алюминиевой матрицей заняты ученые США, Канады, Японии, Франции, Испании, Германии и др. Особый интерес представляет использование таких материалов для баллистической защиты техники, где большие площади бронирования с использованием керамических материалов значительно увеличивают конечную стоимость изделия, а применение алюминиевых сплавов ограничено [1]. Для снижения стоимости получения ДУКМ разрабатывается принципиально отличная технология получения дисперсно-упроченных композиционных материалов на основе алюминия, которая основана на процессе образования оксида алюминия при взаимодействии расплава алюминия с кислородом.

На рис. 1 приведена микроструктура материала, размеры отпечатка пирамидки микротвердомера ПМТ-3 наглядно показывает различие в твердости между матричной основой и фазами включения.

Для разгона ударников применимы обычные стрелковые системы, однако их использование зачастую невозможно в лабораторных условиях. В нашем случае образцы испытывались на машине, аналогичной описанной в [2]. В ходе экспериментов испытывался материал в литом состоянии, толщина образца до 15 мм. Характер разрушения сердечников показан на рис. 2. Цифрами обозначены: 1 – сердечник 7Н10 (сталь 65Г / 70) сломан в месте крепления в установке, 2 – 7Н10 излом примерно на глубине внедрения в испытуемый материал, 3 – ПС-43 ТУС (сталь 65Г / 70) сломан в месте крепления в установке, 4 – ПАБ-9 излом внутри испытуемого материала.

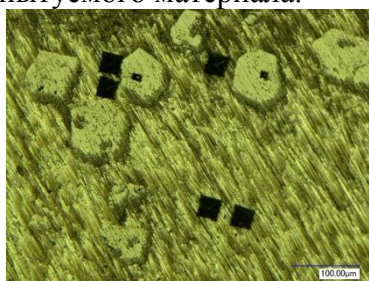


Рис.1. Микроструктура материала, измерение твердости с использованием ПМТ-3



Рис. 2. Разрушение сердечников при испытании

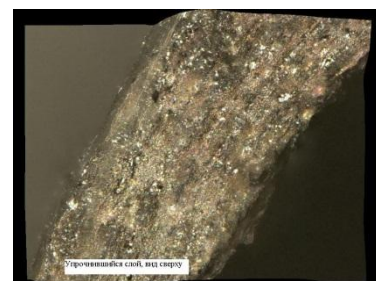


Рис. 3. Упрочнившийся слой в месте попадания и разрушения сердечника.

Предполагается, что разрушение наступило не из-за повышенной твердости (твердость материала в литом состоянии до 75 HRF), а из-за значительного сопротивления внедрению сердечника. На рис. 3. приведен снимок 3Д, упрочнившегося слоя в месте попадания и разрушения сердечника пули, вид сверху, обломок сердечника удален. Предположительно по мере проникновения сердечника в материал в слое, непосредственно взаимодействующим с сердечником, происходит значительное увеличение сопротивлению внедрения. При этом как при испытаниях на стенде, при испытании стандартных сплавов, так и при анализе литературных данных в настоящее время не выявлено наблюдаемое явление в классических монолитных броневых алюминиевых сплавах.

Библиографический список

1. **Чернышов, Е.А.** Развитие материалов для баллистической защиты на основе алюминиевых сплавов / Е.А. Чернышов, А.Д. Романов, Е.А. Романова // Заготовительные производства в машиностроении. - 2015. - № 10. - С. 43-47.
2. **Yunus Eren Kalay** Low velocity impact characterization of monolithic and laminated AA 2024 plates by drop weight test (2003) - 149 p.

УДК 621.73

ГЕРАСИМОВА Т.Н., ГАЛКИН В.В., ИВАНОВ С.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО КРЕСТООБРАЗНОГО ПРОФИЛЯ В КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВТ16 И 16ХСН

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Для исследований выбраны высокопрочные металлические материалы ВТ16 и 16ХСН, которые имеют широкое промышленное применение при изготовлении крепежных изделий, в частности винтов. Технологические процессы их изготовления имеют проблемы, которые касаются стойкости инструмента при формообразовании в них внутреннего крестообразного профиля. Для решения данной проблемы необходимы сведения по силовой нагрузке на инструмент, в частности на рабочий рельеф пуансонов. Для этого необходимо получение данных по напряженно-деформированному состоянию материала заготовок на переходах высадки, что и стало целью данной работы.

В качестве технологических процессов изготовления были выбраны двухоперационные процессы холодной высадки.

Программа комплексных исследований включала этапы:

- математическое моделирование операций холодной высадки винтов М5 с внутренним крестообразным профилем и определение в объеме операционных заготовок напряженно-деформированного состояния материалов;
- микроструктурный анализ и измерение микротвердости металла в исследуемых зонах формообразуемых головок на продольных шлифах операционных заготовок.

Математическое моделирование процесса холодной высадки проводилось с использованием специализированного программного комплекса DEFORM-3D. Структурно-механические исследования проводились на образцах, для изготовления которых операционные заготовки винтов разрезались вдоль продольной оси. Замеры микротвердости исследуемых зон с использованием микротвердомера ПМТЗ с нагрузкой 0,981Н и увеличением $\times 300$ (для отпечатков 76..125 мкм).

По результатам исследований были получены результаты:

- данные напряженно-деформированного состояния материалов на переходах высадки и их оценка на основании сопоставления с данными механических исследований;
- экспериментальные данные по изменению структурно-механических характеристик материалов в объеме формообразуемых головок крепежных изделий на переходах высадки.

Выполненные исследования являются начальной частью общей работы по поставленной проблеме, так как позволяют дать оценку силовой нагрузки на инструмент и составить задание для оценки его работоспособности в процессе формообразования внутреннего крестообразного профиля в крепежных изделиях из высокопрочных материалов ВТ16 и 16ХСН.

-
1. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т / Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. –М.: Машиностроение, 1987 –т.3. Холодная объемная штамповка / Под ред. Г.А. Навроцкого, 1987. 384 с., ил.

ВЛИЯНИЕ МАССЫ ВОЗДУХА НА ВЕС ЖД-ВАГОНА С СЫРЬЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Российская нефтеперерабатывающая промышленность является одной из крупнейших в мире. По общему объему переработки нефти Россия входит в пятерку мировых лидеров, уступая только США и Китаю. Переработка нефти в России ведется на 28 крупных нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), а также более чем на 200 мини-НПЗ. Суммарная мощность перерабатывающих мощностей на территории России — более 270 млн тонн. Самыми крупными предприятиями перерабатывающего сектора являются НПЗ «Жиришинефтеоргсинтез» с установленной мощностью первичной переработки нефти 19,8 млн тонн в год, Омский НПЗ (19,5 млн тонн), Рязанский НПЗ (19,1 млн тонн), НПЗ «Нижегороднефтеоргсинтез» (17 млн тонн) и НПЗ «Ярославнефтеоргсинтез» (14 млн тонн) [1].

ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез — одно из крупнейших предприятий нефтепереработки в Российской Федерации. Его установленная мощность по переработке нефти составляет 17 млн тонн в год. Это четвертое место в стране и первое в ПАО «ЛУКОЙЛ». Предприятие выпускает свыше 70 наименований товарных нефтепродуктов: автомобильные, авиационные и дизельные топлива, нефтебитумы, парафины и др. На сегодняшний день завод — единственный в России производитель и поставщик твердых пищевых парафинов.

В ангаре транспортного цеха при взвешивании какого-либо сырья используются специальные статические весы, которые при помощи сложных математических формул и оборудования высчитывают не только вес, но и погрешности в его измерении. К проблеме, которой я хочу поделиться, относится воздух. Он тоже имеет массу, а зная оборот такого крупного предприятия несложно догадаться, что погрешность с поправкой на массу воздуха могла сэкономить десятки миллионов в год. Для подсчета этой массы необходимо знать параметры воздуха, такие как его температура, влажность и др.

Решение этой проблемы есть. К комплексу оборудования, занимающегося подсчетом массы сырья в загруженном ЖД вагоне (две весовые платформы, светофорное управление движением, электронное табло, видеокамеры, шкафы с аппаратурой и шкаф с сервером, коммутатором, весовым терминалом, системой распознавания номеров), можно подключить метеостанцию через оптические линии связи и контроллер, который будет ей управлять и передавать данные через коммутатор на весовой терминал. С помощью этих данных и алгоритмов вычисления (поправка на силу Архимеда и личные разработки Лукойла) будет производиться расчет погрешности на массу воздуха.

В результате анализа проблемы вычисления точной массы сырья в ЖД вагоне без учета на поправку массы воздуха сформулировано исследование – влияние массы воздуха на вес вагона с сырьем и нахождение ее.

-
1. **Официальный сайт ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»:**
<http://nnos.lukoil.ru/ru>

**РАЗВИТИЕ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ТРАВМОБЕЗОПАСНОСТИ
И ЛЕТАЛЬНОСТИ ПРИ ПОДРЫВЕ БРОНЕТЕХНИКИ**

ФГБУ «Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр»

Минздрава России

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Военные действия в конфликтах низкой интенсивности зачастую носят партизанский характер, характеризующийся широким применением мин и самодельных взрывных устройств. При этом для оценки потерь используются различные источники [1]. Так, в отдельные периоды вооруженных конфликтов на Северном Кавказе (1994-1997, 1999-2002) частота минно-взрывной травмы достигала 76 %, в среднем же в период первой чеченской кампании она достигала 28 %, второй кампании - 35 % [2]. Поэтому получают широкое распространение защищенные от мин автомобили.

Применительно к подрывам техники имеют место две тенденции: санитарные потери при взрывах значительно превышают безвозвратные и среди минно-взрывных повреждений преобладают тяжелые и крайне тяжелые политравмы и комбинированные поражения, для которых характерны длительные сроки лечения, которые нередко заканчиваются инвалидностью.

В настоящее время наиболее полно разработаны критерии для оценки повреждений, получаемых водителем и пассажирами при столкновении автомобиля. Однако применение этих критериев для оценки травм, получаемых экипажем броневедомости при подрыве, является ограничено обоснованным, так как процессы столкновения и подрыва автомобиля сильно отличаются, в первую очередь, скоростью нарастания перегрузок. При этом тяжесть заброневых минно-взрывных повреждений экипажа при подрыве бронетехники определяется множественным и сочетанным характером повреждений, особенностью которых были закрытые повреждения органов груди и живота с высокой вероятностью внутренних кровотечений, повреждения позвоночника и кровоизлияния в мышцы поясничной области и таза, а также баротравма органов слуха. Так, в работе [3] представлены результаты практических испытаний основных повреждающих факторов, воздействующих на личный состав экипажей бронетехники при ее подрыве.

В работе [4] представлен метод оценки травмобезопасности ног экипажа автобронетанковой техники при подрыве на минах с использованием специального макета ноги. Проведено математическое моделирование деформации макета ноги при различных скоростях удара.

Библиографический список

1. Чернышов, Е.А., Абросимов, А.А., Романов, И.Д., Романов, А.Д., Романова, Е.А. Современная боевая травма и развитие средств индивидуальной бронезащиты // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. - № 9. - С. 42-46..
2. Пантюхов, А.П. Прогнозирование санитарных потерь // Организация медицинского обеспечения Вооруженных Сил. 2014. - №2. - с 14 – 18
3. Титов, Р.В., Соловьев, И.А., Свирида, В.С., Шперлинг, И.А., Галака, А.А. Определение порогов травмобезопасности и летальности при подрыве бронетехники // Вестник российской военно-медицинской академии. 2015. № 3(51). с. 133 – 139.
4. Гаврилов, Е.В., Паниченко, И.В., Кулаков, Н.А. Разработка специального приспособления для оценки перегрузок ног экипажа автобронетанковой техники при подрыве на минах // В сборнике: **ООРУЖЕНИЕ, ВОЕННАЯ ТЕХНИКА И БОЕПРИПАСЫ** Сборник научных статей Форум лучших студентов технических вузов России. Москва, 2015. С. 96-99

ПЕРСПЕКТИВЫ МНОГОЧАСТОТНЫХ РЕЗОНАНСОВ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

¹ Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

² Арзамасское научно-производственное предприятие «Темп-Авиа»

В настоящее время один из основных векторов развития промышленности направлен на снижение энергетических затрат при одновременном повышении производительности используемых машин. Использование различного рода двигателей и преобразователей позволяет подобрать оптимальные соотношения потребляемой энергии и производительности машин, но это не позволит значительно улучшить технические показатели, т.к. улучшение показателей одного из параметров неминуемо ведет к ухудшению другого.

В современных машинах и устройствах, которые имеют колеблющиеся детали, часто встречается явление резонанса. Данное явление «мобилизует» большие запасы энергии, находящиеся в конструкции машины. При вхождении машины в область резонанса возникает резкий рост амплитуды колебаний в системе, часто приводящий к выходу из строя устройства. Резонанс в механике принимается как отрицательное явление и его всячески стараются избежать, но если энергию, выделяемую при резонансе, направить на выполнение технологического процесса, то можно получить высокоэффективную и энергосберегающую машину. В резонансной машине энергия расходуется только на выведение ее в область резонанса и на преодоление сил трения, в то время как не резонансные машины используют мощные двигатели для того, чтобы проскочить область резонанса.

В обогащательной, металлургической промышленности имеется целый ряд энергоемких технологических операций, направленных на разрушение, сортировку, транспортировку, обработку добываемого материала и для выполнения данных операций используют одночастотные не резонансные машины большой мощности, которые имеют низкий КПД. Альтернативный способ выполнения таких технологических операций - воздействие на обрабатываемый материал спектром резонансных частот. Для реализации такого воздействия на материал необходимо использовать машины, поддерживающие резонансный режим работы. Основной проблемой создания резонансных машин является низкая стабильность резонансных режимов работы.

Один из способов реализации стабильного резонансного режима работы является использование комбинационного параметрического резонанса, в основе которого лежит совместная работа нескольких частей машины при периодическом изменении энергоемкого параметра системы (центр масс, жесткость упругих элементов). При этом реализуются основные принципы самоорганизации: положительная и отрицательная обратные связи, резонанс. Реализация многочастотного режима возможна благодаря использованию дополнительных преобразователей, способных из многочастотного режима работы машины получить спектр частот на рабочей части машины, необходимых для обработки материала. В качестве таких преобразователей можно использовать ударные системы, передающие энергию удара в рабочую зону на различных частотах. Каждая частица неоднородного обрабатываемого материала испытывает индивидуальное резонансное воздействие.

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО РОБОТОРИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

ООО ПКФ «Фолипласт»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В 1999 году была создана компания ООО ПКФ «Фолипласт», которая стала профессионально предоставлять услуги по быстрому прототипированию и поставке оборудования для быстрого прототипирования. Одним из успешных примеров внедрения инновационных решений является создание впервые в России на базе немецких роботов Kuka фрезерного роботизированного комплекса, этот комплекс позволил опять же первыми в России перейти к объемной механической обработке материала и к автоматической обрезке термоформованных заготовок с высоким уровнем точности, качества и производительности без использования дорогостоящих обрабатывающих центров. Данный высокотехнологичный комплекс, благодаря своей так называемой антропоморфной (подобной человеческой руке) конструкции позволяет нам изготавливать практически неограниченной сложности пространственные изделия, требующие высокоточной обработки.

Комплексы созданы на базе промышленных роботов KUKA – одного из мировых лидеров в области робототехники, и позволяют проводить объемную механическую обработку при повторяемости выхода в точку $\pm 0,06$ мм и точности обработки по поверхности $\pm 0,25$ мм.

Исходя из этого, можно сформулировать основные области применения таких комплексов: изготовление оснастки, мастер-моделей, макетов, механическая обработка изделий и др.

Преимуществами использования комплекса являются: стоимость фрезерного роботизированного комплекса значительно ниже, чем аналогичного по функциональности станка с ЧПУ; значительно большая рабочая зона, особенно в вертикальном направлении; возможность напольной, настенной, потолочной установки позволяет работать с крупными изделиями и в труднодоступных местах; возможность безостановочной работы и более высокой производительности за счет работы одновременно на нескольких постах во время монтажа или демонтажа оснастки на одном из постов.

Дополнительные опции, такие, как линейные оси, поворотные столы, автоматическая смена инструмента, позволяют значительно расширить возможности комплекса по размерам рабочей зоны, вплоть до 30 м; снизить до минимума или вообще исключить переустановки оснастки; дополнительно увеличить производительность.

Положительным примером практического внедрения технологии сквозного цифрового проектирования на основе фрезерного роботизированного комплекса являются работы, выполняемые в рамках международного технического проекта «Formula SAE», инженерных соревнований по созданию спортивных автомобилей [1].

-
1. **Чернышов, Е.А.** Опыт внедрения технологии сквозного цифрового проектирования в рамках научно-исследовательской работы студентов и аспирантов / Е.А. Чернышов, К.О. Гончаров, А.Д. Романов, А.Л. Кулагин // Современные наукоемкие технологии. - 2014. - № 4. - С. 92-96.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Разрабатывается способ использования инженерного анализа методом конечных элементов при проектировании станочных приспособлений. Разрабатываемый способ обеспечит ряд преимуществ: оптимизация конструкций станочных приспособлений за счет рационального использования материалов, из которых будет изготовлено приспособление; повышение жесткости, надежности и точности приспособления за счет рациональной расстановки его деталей и узлов; повышение точности обработки деталей в приспособлении.

Основой такого способа является модуль инженерного анализа методом конечных элементов.

Для использования способа проектирования станочных приспособлений с использованием инженерного анализа методом конечных элементов проводится расчетная оценка поведения обрабатываемой детали для конкретного варианта ее установки и закрепления, оценивается влияние каждой составляющей силы резания и анализируется поведение детали под влиянием каждой из составляющих. Далее выполняются расчеты обрабатываемой детали методом конечных элементов при различных расположениях точки резания в рабочем пространстве.

В настоящий момент проведен инженерный анализ для конкретного варианта конфигурации станочного приспособления и конкретной обрабатываемой на нем детали; рассчитаны деформации и напряжения, возникающие в детали и приспособлении под действием внешних нагрузок (силы резания, силы прижима и т.д.), а также сформулированы проблемы, которые надо решить, сформулированы критерии для расчетной оценки вариантов станочного приспособления.

Далее проводится генерация структурных (конструктивных) вариантов и параметров (размеров, материалов и т.д.) элементов приспособлений, полученные варианты анализируются и выбирается лучший.

Разрабатываемый способ позволяет оптимально расположить элементы станочного приспособления, выбрать оптимальные параметры (размеры, материалы и т.д.) этих элементов, выбрать оптимальные силы прижима элементов приспособления и, за счет этого, повысить точность обработки детали в приспособлении.

Приведен пример конечно-элементного расчета элементов конкретного станочного приспособления и детали, которая на нем обрабатывается.

КОНТРОЛЬ СВАРОЧНЫХ ШВОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время сварка находит применение во всех областях человеческой деятельности. Сварные соединения являются неразъемными. Прочность сварных соединений при статических и ударных нагрузках доведена до прочности деталей из целого металла. Но, как и любое соединение, сварка имеет ряд недостатков (дефектов), которые могут возникать

в тех или иных случаях. Для решения данной проблемы было предложено использование ультразвукового метода.

Ультразвуковой контроль сварных швов - это неразрушающий контроль целостности сварочных соединений метод контроля и поиска скрытых и внутренних механических дефектов недопустимой величины и химических отклонений от заданной нормы. Методом ультразвуковой дефектоскопии (УЗД) проводится диагностика разных сварных соединений. УЗК является действенным при выявлении воздушных пустот, химически неоднородного состава (шлаковые вложения в металле) и выявления присутствия неметаллических элементов.

Ультразвуковая технология испытания основана на способности высокочастотных колебаний (около 20 000 Гц) проникать в металл и отражаться от поверхности царапин, пустот и других неровностей. Искусственно созданная, направленная диагностическая волна проникает в проверяемое соединение и в случае обнаружения дефекта отклоняется от своего нормального распространения. Оператор УЗД видит это отклонение на экранах приборов и по определенным показаниям данных может дать характеристику выявленному дефекту.

К преимуществам ультразвукового контроля качества металлов и сварных швов относятся:

- 1) высокая точность и скорость исследования, а так же его низкая стоимость;
- 2) безопасность для человека (в отличие, к примеру, от рентгеновской дефектоскопии);
- 3) возможность проведения выездной диагностики (благодаря наличию портативных ультразвуковых дефектоскопов);
- 4) во время проведения УЗК не требуется выведения контролируемой детали или всего объекта из эксплуатации;
- 5) при проведении УЗД проверяемый объект не повреждается.

К основным недостаткам УЗК можно отнести:

- 1) ограниченность полученной информации о дефекте;
- 2) некоторые трудности при работе с металлами с крупнозернистой структурой, которые возникают из-за сильного рассеяния и затухания волн;
- 3) необходимость проведения предварительной подготовки поверхности шва.

Библиографический список

1. **Щербинский, В. Г., Алешин, Н. П.** Ультразвуковой контроль сварных соединений. М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2000. 496 с.
2. **Троицкий, В.А.** Краткое пособие по контролю качества сварных соединений. – Киев: Феникс, 2006.-177с.
3. **Алешин, Н.П.** и др. Методы акустического контроля металлов.-М.: Машиностроение, 1989.-456с.

УДК 658.51

ЗАПОРОЖЦЕВ А.В., ПРИКАЗЧИКОВА Е.Л.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА УЧАСТКЕ СБОРКИ ТОРМОЗНЫХ ШЛАНГОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Экономический кризис обострил проблемы организации производства отечественных предприятий, где продолжают доминировать устаревшие принципы, базирующиеся на концепции массового производства. В современных условиях модернизация производственной системы предприятия представляет собой не капиталоемкий способ повышения производи-

тельности и качества, выступает одним из перспективных источников роста конкурентоспособности.

Для понимания задач модернизации необходимо переосмыслить понятие «производственная система». В это понятие входят абсолютно все процессы, операции, связанные с созданием ценности для потребителя, включая и те, что несут в себе потери. Производственная система представляет собой обособившуюся в результате общественного разделения труда часть производственного процесса, способную самостоятельно или во взаимодействии с другими аналогичными системами удовлетворять те или иные нужды, потребности и запросы потенциальных потребителей с помощью производимых этой системой товаров и услуг [1]. Основная масса отечественных предприятий ориентирована на модернизацию производственной системы с использованием японского опыта, известного как TPS – Производственная Система Тойота (Toyota Production System), которая считается общепризнанным эталоном организации производственных процессов. Западная адаптация японской производственной системы получила название Lean production или Lean manufacturing или просто Lean, то есть Бережливое производство [2].

Переход от обычного производства к бережливому знаменует полный пересмотр основ организации как производственных отношений внутри предприятия, так и отношения с поставщиками и потребителями. Бережливое производство – это, прежде всего, современная управленческая философия борьбы с потерями. С этой целью используется целая система методик и инструментов, которые применяются для улучшения как производственных, так и обслуживающих процессов, составляющих производственную систему предприятия, причем такие улучшения завязаны на бизнес-цели организации и акцент делается на устранение всех видов скрытых потерь.

Объектом рассмотрения служит участок производственного предприятия с низкой производительностью труда из-за проблем, возникающих на данном участке (незавершенного производства, ожиданий, лишних перемещений, переработка, работы, не добавляющей ценности). В связи с этим целью работы является анализ состояния участка, внедрение усовершенствований с помощью инструментов производственной системы (5S, быстрая переналадка, поток единичных изделий, канбан). Это позволит улучшить технологический процесс и повысить производительность труда на участке.

Библиографический список

1. **Тайити, Оно.** Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. - 194 с.
2. **Вумек, Джеймс П., Джонс Даниел Т.** Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. -М.,: Альпина Бизнес Букс, 2008.

УДК 004.896:007.52

ИЛЬИЧЕВ К.В., МАНЦЕРОВ С.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАСШТАБИРУЕМОЙ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГРУППОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время робототехника является стремительно развивающейся областью знания, которая имеет достаточно большой потенциал, чтобы существенно повлиять на характер инженерного и научного образования на всех его уровнях. Одними из наиболее актуальных последних разработок в данной области являются проекты групповой робототехники.

Групповая или роевая робототехника – это направление в науке, которое ставит задачу изучения и нахождения новых подходов к координации систем, состоящих из большого количества роботов, преимущественно обладающих простой конструкцией. В таких системах прогнозируемое поведение коллектива является результатом взаимодействия единиц роботов между собой, а также с окружающей средой. Результаты биологических исследований насекомых, а именно муравьев, пчел, а также результаты исследований в иных областях природы, где существует роевое поведение, были адаптированы в направление по искусственному роевому интеллекту.

Преимуществами групповых робототехнических систем вместо одного центрального робота являются возможности к широкому масштабированию с единственной локальной связью, отказоустойчивость, а также возможность к самоорганизации и саморегулированию. Область применения подобных систем непрерывно увеличивается. Она включает в себя различные задачи, начиная от автономного поиска и проведения спасательных операций до развёртывания децентрализованных автономных систем в целях защиты. Однако в настоящее время непредсказуемость и быстрая динамика внешней среды определяет ряд проблем связанных с неполнотой и противоречивостью данных о состоянии внешнего мира, а также информации о других участниках группы, с многообразием вариантов достижения цели, структур коллектива и прочим.

Задача создания масштабируемой робототехнической системы связана с разработкой определенных алгоритмов взаимодействия в целях реализации задачи коллективного поведения. Управление робототехнической системой формирует задачу поддержания рядности движения группы относительно робота-ведущего. Такая формулировка означает, что несколько роботов должны двигаться линией, сохраняя параллельность относительно ведущего. Данная задача часто встречается во многих робототехнических системах, где реализуется мониторинг местности, ее разведка и изучение, также в сферах реализации очистки поверхностей Земли, морей и океанов от опасных веществ, при выполнении процесса добычи сырья, а также при работе в экстремальных ситуациях.

Для ее реализации была создана группа, состоящая из трех роботов NI Starter Kit 2.0. Каждый робот оборудован датчиком положения GPS u-blox 5, а также IP-камерой AXIS M101 и лидаром Hokuyo URG Series в целях получения большей информативности процесса мониторинга внешней среды. В результате данной работы был разработан общий алгоритм поддержания рядности движения группой роботов, а также в среде NI LabVIEW Robotics Environment Simulator была создана конструкция рядового робота в роевой робототехнической системе на основе платформы NI LabVIEW Robotics Starter Kit 2.0, и проведены опытные испытания в среде моделирования, которые подтвердили правильность расчетов. Также была разработана лицевая панель оператора робототехнической системы роя роботов для сбора данных и управления.

УДК 004.896:007.52

ИЛЬИЧЕВ К.В., МАНЦЕРОВ С.А.

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ РОЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Понятие искусственного интеллекта берет свое начало от природного интеллекта, от биологических систем. Робототехника и искусственный интеллект тесно связаны друг с другом. По определению робототехника является областью искусственного интеллекта, занимающаяся изучением создания интеллектуальных и эффективных роботов. Одними из наиболее актуальных последних разработок в данной области являются проекты групповой робототехники или группового взаимодействия роботов. Такие проекты проводятся с совокуп-

ностью однотипных роботов, которые должны решить определенную задачу. В данных исследованиях коллективного управления используется роевой интеллект, в основе которого лежит принцип, что простые алгоритмы координации работы отдельного робота приведут к сложному поведению всей системы роботов.

В настоящее время большинство алгоритмов роевого интеллекта представляют собой лишь алгоритмы оптимизации, служащих для решения одной конкретной, поставленной перед системой задачи, как правило узкоспециализированной. При этом возникает проблема моделирования робототехнической системы роевого взаимодействия, способной решать разные типы задач. Работа такой системы роя мобильных роботов и воплощает коллективное поведение. Для успешного практического применения подобных систем в промышленности и в других областях деятельности человека были сформулированы требования к алгоритмам решения «общих» для всей совокупности роботов задач. Система роя роботов должна отвечать требованиям устойчивости коллективного поведения, тем самым без существенных временных потерь достигать решения поставленных перед ней задач. Подобные системы должны сохранять быстродействие в случае увеличения числа однородных роботов в группе, а именно обладать свойством масштабируемости. При этом важно отметить наличие стремления каждого робота в системе сохранять целостность группы роботов. Такой критерий носит название неразрывности. Последним основополагающим требованием является однородность или функциональная неразличимость каждого отдельного робота в группе. Отличительной особенностью таких робототехнических систем является решение определенной задачи с помощью достаточного числа однородных роботов в системе. Тем самым группа роботов осознает задачу, зная алгоритм ее решения. Удовлетворяя требованиям масштабируемости, для роевых систем не должно иметь значения количество членов роя в конкретный момент. Также в соответствии с принципом устойчивости каждая особь в роевой системе должна осознавать задачу, поставленную перед всем роем.

Таким образом, рой роботов представляет собой систему, состоящую из двух уровней. На первом описываются алгоритмы достижения общей цели. На втором представлен частный уровень, раскрывающий алгоритмы поведения частных особей в рое. В таком случае рой представлен особями-роботами, обладающими определенными базовыми навыками, независящими от действий других представителей роя и реализующими алгоритмы частного уровня, а также при объединении роботов в группу способностью выполнять алгоритмы достижения общей цели.

УДК 669

ИСАЕВА Л.С., ЧЕРНЫШОВ Е.А., ВАСИЛЬЕВ В.А., РОМАНОВА Е.А.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСНО-УПРОЧЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение композиционных материалов обеспечивает качественный скачок в увеличении мощности двигателей, энергетических и транспортных установок, уменьшении массы машин и приборов. Отличительной особенностью дисперсно-упроченного композиционного материала (ДУКМ) является ввод в расплав упрочнителей. В качестве упрочняющей фазы используют частицы оксидов, карбидов, нитридов и других тугоплавких соединений, которые должны быть распределены на заданном расстоянии одна от другой в объеме литой заготовки будущей детали. В [1] показано, что использование высокоэнергетического размалывания смесей Al - Al₂O₃ позволяет добиться почти 92%го увеличения твердости и 57%-е увеличение предела прочности в композите по сравнению с чистым алюминием. Однако высокая стоимость исходных порошковых материалов для получения ДУКМ является существ-

венным сдерживающим фактором для широкого внедрения изделий из композиционных материалов. Для снижения стоимости получения ДУКМ разрабатывается технология, которая основана на процессе взаимодействия расплава алюминия при взаимодействии с кислородом. Данная технология основана на результатах экспериментов по созданию воздушнонезависимой энергетической установки [2].

В результате исследований установлено, что матрицей полученного металлокерамического материала является алюминий, фаза внедрения – оксид алюминия. Достигнутые размеры фазы внедрения находятся в пределах от 3 мкм до 2 мм. Варьирование размера и содержания упрочняющей фазы позволяет в значительной степени изменять механические свойства изделия. При этом твердость полученного материала на основе сплава А6 в литом состоянии 50 - 75 HRF, а микротвердость фазы внедрения превышает 480 НВ. Ударная вязкость полученного материала, за счет изменения содержания фазы внедрения, варьируется в пределах 23 – 85 Дж/см².

Заявленное снижение стоимости исходных материалов происходит за счет отказа от порошкообразных компонентов. В табл. 1 приведено сравнение стоимости получения 1 кг сплава содержащего 30 % Al₂O₃

Таблица 1
Сравнение стоимости 1 кг сплава содержащего 70% Al и 30 % Al₂O₃

Вариант 1 внесение порошкообразного Al ₂ O ₃	Вариант 2 внутреннее окисление
0,7 кг Al (100 руб./кг) и 0,3 кг Al ₂ O ₃ (1000 руб./кг)	0,86 кг Al (100 руб./кг) и 0,15 кг O ₂ (100 руб./м ³ или 140 руб./кг)
стоимость 1 кг сплава 370 руб./кг	стоимость 1 кг сплава 107 руб./кг

Цена алюминия зависит от марки и состояния поставки от 80 до 200 р, цена Al₂O₃ зависит от чистоты и размера частиц от 340 до 5000 руб /кг, цена кислорода зависит от чистоты от 60 до 150 р/м³.

Применение разрабатываемой технологии получения ДУКМ на основе алюминия позволяет существенно снизить экономические затраты, при этом возможна достаточно большая вариативность упрочняющей фазы.

Библиографический список

1. Dinesh Kumar Koli, Geeta Agnihotri, Rajesh Purohit Properties and Characterization of Al-Al₂O₃ Composites Processed by Casting and Powder Metallurgy Routes (Review) International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET) Vol. 2 Issue 4 July 2013 486-493 pp
2. **Чернышов, Е.А.** Разработка тепловыделяющего элемента на основе высокометаллизированного безгазового топлива / Е.А. Чернышов, Е.А. Романова, А.Д. Романов // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. - 2015. - № 6 (105). - С. 74-81.

УДК 669

ИСАЕВА Л.С., ЧЕРНЫШОВ Е.А., РОМАНОВ И.Д.

РАЗВИТИЕ МАТЕРИАЛОВ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Начиная с 1960-х годов, броня из алюминиевых сплавов широко применяется в конструкциях боевых бронированных машин. Это основывается на целом ряде ее преимуществ,

в частности, за счет более высокой жесткости алюминиевых плит и отказа от ряда деталей жесткого набора может быть достигнуто уменьшение массы [3]. Для баллистической защиты серийно внедрены различные алюминиевые сплавы (АБТ-101, 5083, 7039, 2139, 5059 (Alustar), Alcan D54S, E74S). В настоящее время разрабатываются алюминиевые сплавы 6 и 8 серии для потенциального использования в военных боевых машинах [1]. Часто в машинах используются различные сплавы: для днищевой части – рассчитанные на взрыв, по кругу корпуса и башни – для защиты от высокоскоростных поражающих элементов. Кроме того для защиты от коррозии применяют плакированные варианты брони. Также перспективным направлением повышения коррозионных и броневых свойств за счет применения слоистых материалов (аналог российской броне ПАС). В слоистом алюминиевом материале меняется характер разрушения, в частности с тыльной стороны образуется выпучина, тыльные отколы отсутствуют, что повышает стойкость и живучесть.

При этом дальнейшее развитие алюминиевой брони идет не только по пути варьирования состава легирующих элементов, а также с активным применением комбинированного бронирования, что позволяет повысить живучесть бронированных боевых машин при незначительном увеличении боевой массы самой машины. Так, одним из требований к боевым машинам является обеспечение защиты в переднем секторе обстрела от 30 мм бронебойного оперенного подкалиберного трассирующего снаряда, а также обеспечение защиты от средств поражения с кумулятивной боевой частью. Поэтому активно применяются многопреградные схемы бронирования. Так была разработана многопреградная система «spaced-laminate steel armor system». Однако наружный слой брони из стали не является частью каркаса корпуса и не несет структурную нагрузку, поэтому он является лишним грузом ("паразитной структурой"). Для снижения массы стальной защиты были разработаны различные варианты «перфорированной брони», в этом случае в стальном листе, выполняется большое количество отверстий, за счет чего масса брони снижается. Кроме того эффективное увеличение защищенности связано с повышением твердости преграды путем создания композиционных материалов алюминий + керамика (SiC, B₄C, Al₂O₃). Броня может использоваться в двух решениях: как накладная броня либо как вставная броня. Однако у керамической брони есть существенный недостаток: она малоэффективна при многократном попадании пуль в одну пластину, поэтому чаще всего керамические бронезлементы выполняют близким по размеру средству поражения. Однако керамическая броня не может быть применена в качестве структурного элемента и также является «паразитной массой».

Одним из направлений применения алюминиевой брони является противоминная защита техники. Броня, применяемая для противоминной защиты, как правило, представляет собой структуру, включающую лицевой слой повышенной твердости, амортизирующий промежуточный слой и тыльный опорный слой. Пеноалюминий с закрытыми порами, примененный в качестве промежуточного слоя, уменьшает динамический прогиб тыльного слоя, улучшая структурную жесткость и прочность брони при меньшей плотности защитной структуры.

1. **Чернышов, Е.А.** Развитие материалов для баллистической защиты на основе алюминиевых сплавов / Е.А. Чернышов, А.Д. Романов, Е.А. Романова // Заготовительные производства в машиностроении. - 2015. - № 10. - С. 43-47.

ВЫСОКИЙ ПРОЦЕНТ ДЕФЕКТОВ ПРИ ВЫСОКОМ УРОВНЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ TUBOR

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Электротехническая промышленность – это одна из основных отраслей машиностроения, выпускающая оборудование для производства электроэнергии, передачи ее потребителям и преобразования в другие виды энергии (механическую, тепловую и пр.). Основные виды изделий: электрогенераторы, электродвигатели переменного и постоянного тока, силовые трансформаторы, выпрямители, аккумуляторы, электросварочное и электротермическое оборудование, разнообразные бытовые электроприборы и др. [1].

Одним из ведущих российских производителей аккумуляторных батарей является компания TUBOR. На вооружении у предприятия инновационные технологии и современный завод по производству стартерных и тяговых аккумуляторных батарей, оснащенный современным оборудованием [2].

Несмотря на высокий уровень качества изготавливаемой продукции, даже у такой крупной компании, как и у ее аналогов, существует проблема большого процента дефектов. Установлено, что производственных дефектов существует два вида. Первый и наиболее распространенный – разрыв цепи разряда внутри АКБ, второй и очень редкий, характеризующийся неправильным заполнением банок электролитом внутри аккумуляторной батареи.

Существует несколько путей решения этой проблемы. Первым я выделяю установку высокоточного оборудования для сборки АКБ. Основной причиной, по которой производители отказываются от таких нововведений, является высокая цена такого оборудования, учитывая дороговизну установленного ими. Сильно уменьшит процент брака улучшение контроля качества изделия на каждом этапе его производства. Примером является использование компьютерных и автоматических технологий, заменяющих человека, который может не заметить дефект.

В результате анализа проблем высокого процента брака сформулировано исследование – нахождение путей устранения высокого процента дефектов на предприятии при высоком уровне качества продукции.

Библиографический список

1. **Официальный сайт ООО «TUBOR»:** <http://www.tubor.ru/>
2. **Даниляк В.И.** Человеческий фактор в управлении качеством: инновационный подход к управлению эргономичностью: учеб. пособие / В.И. Даниляк. – М.: Логос, 2011.– 336 с.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Молочная отрасль России находится сегодня в крайне непростом положении. Этому способствовало влияние ряда факторов. Относительно низкая инвестиционная привлекательность молочной отрасли в сравнении, например, со свиноводством, птицеводством, привела к снижению объемов инвестиций в модернизацию и развитие производства и переработки молока, увеличению себестоимости производимой продукции

[1]. Таким образом, было решено изучить качество изготавливаемой продукции на ЗАО «Молоко».

Исследуемое предприятие вырабатывает широкий ассортимент натуральной цельномолочной продукции по традиционным российским технологиям. Основной замысел предприятия заключается в производстве различного ассортимента молочной продукции и сбыта ее населению через торговые предприятия. [2]. Контроль качества на предприятии осуществляется с помощью системы ХАССП.

Задача ХАССП в том, чтобы выявить и взять под постоянный и неусыпный системный контроль все критические контрольные точки (ККТ). Так – ККТ – называются те этапы производства, на которых нарушения технологических и санитарных норм могут привести к неустраняемым или трудно устранимым последствиям для безопасности изготавливаемого пищевого продукта.

Для решения задач по контролю качества пищевых предприятий сегодня действует регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». При проведении работ необходимо руководствоваться ГОСТ Р ИСО 22000-2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции», ИСО ТУ 22002-2009 «Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 1: Производство пищевой продукции», ГОСТ Р ИСО 51705.1-2001 «Управление качеством пищевых продуктов на основе ХАССП», техническим регламентом таможенного союза ТР ТС 021/2011 от 9.12.11 г. №880 [3].

Внедрение ХАССП позволило скрупулезно анализировать технологический и производственный процессы от получения сырья до отгрузки готовой продукции, выявлять все потенциальные опасности и принимать системные меры по предотвращению и устранению нарушений. Для достижения еще лучших результатов рекомендуется внедрить СМК на предприятии в соответствии с ИСО 9001 2015.

Библиографический список

1. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации – (<http://www.mcx.ru.html>)
2. ЗАО «Молоко» - (<http://moloko-gorodec.ru>)
3. Руководство ХАССП на ЗАО «Молоко»

УДК 621.9

КАНГИН М.В., ЛЯДОВ С.В.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ТОКАРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В SINUTRAIN С ЦЕЛЬЮ ВЕРИФИКАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ СТАНКОВ С ЧПУ

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

Для верификации управляющей программы используется стандартная конфигурация токарного станка Lathe with driven tool в SinuTrain for SINUMERIK Operate v4.7. При создании новой программы в SinuTrain был определен тип программирования в G-кодах. Инструменты, необходимые для обработки детали «Втулка», имеются в стандартной конфигурации станка. В заголовке программы описываются геометрические параметры заготовки и некоторые технологические параметры.

При разработке управляющей программы, в соответствии с ISO 6983-1:2009, задается последовательность действий по обработке детали с указанием всех необходимых технологических данных, которые должны быть выполнены токарным станком с ЧПУ при обработке детали «Втулка». Обработка точением наружных и внутренних поверхностей программируется в элементарных движениях, нарезание резьбы и сверление отверстий программируется с

использованием станочных циклов - G33 и G83. Фрагмент управляющей программы и результаты ее верификации в SinuTrain for SINUMERIK Operate v4.7 приведены на рис. 1.

Верификация управляющих программ на предмет возможных ошибок обеспечивает эффективную работу дорогостоящего оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) [1].

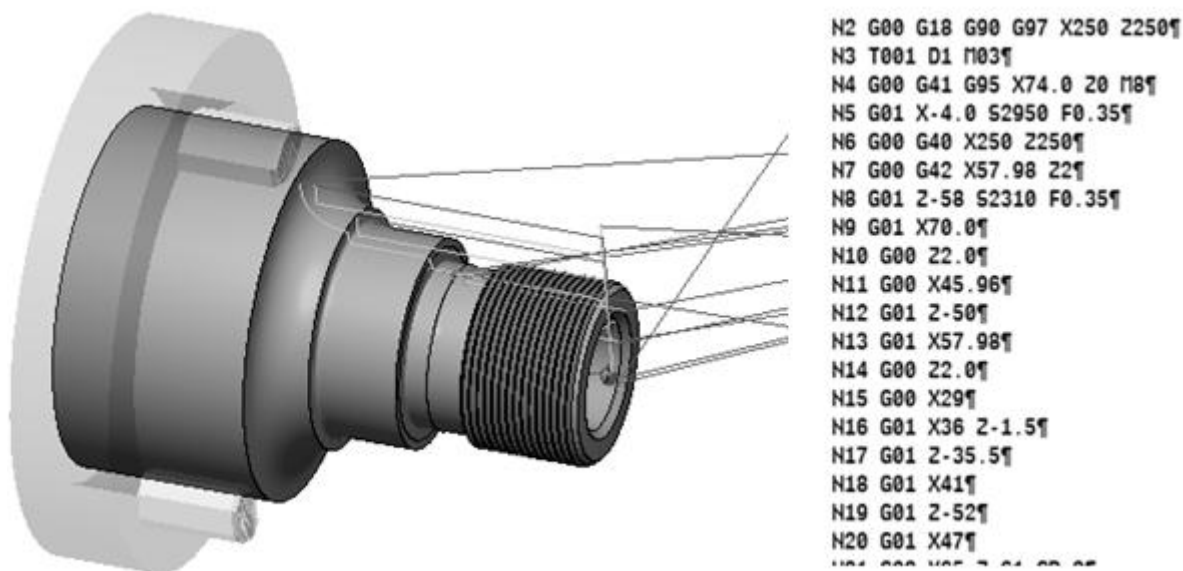


Рис.1. Верификация управляющей программы в SinuTrain for SINUMERIK Operate v4.7

1. Кангин, М.В., Трошин, А.М. Повышение эффективности подготовки управляющих программ за счет контроля столкновений узлов станка с использованием программного комплекса VERICUT на примере детали «Рычаг»// Приволжский научный вестник: научно-практический журнал-№3(55).-Ижевск: Издательский центр научного просвещения, 2016. – 46–51с.

УДК 621.01

КАШИН И.А., КОШЕЛЕВА О.А.

ОБ ОБЛАСТЯХ ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ЖЕСТКОГО РОТОРА С МАЯТНИКОВЫМИ ПОДВЕСКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Одной из центральных задач теории колебаний является нахождение областей динамической неустойчивости жесткого ротора с маятниковыми подвесками. В данной механической системе реализуется параметрический резонанс.

Устройство состоит из горизонтального жесткого вала, с серединой которого жестко связан статически и динамически уравновешенный диск массы m_0 , обладающий вертикальной плоскостью симметрии. К диску шарнирно прикреплены четыре одинаковых физических маятника массы m , оси которого расположены с эксцентриситетом l относительно центра O оси ротора. Оси подвеса маятников перпендикулярны к плоскости диска и размещены симметрично относительно двух взаимно перпендикулярных диаметров вала.

Математическую модель данной системы отображают нелинейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами. Приводим эти дифференциальные уравнения параметрических колебаний к форме уравнения Матье – Хилла

$$\ddot{y}_k + [\delta + \mu \cos \tau_k] y_k = 0$$
$$4\nu^2 - \tilde{n}^2 = \delta, 4\nu^2 \mu_1 = \mu$$

Такая запись дифференциального уравнения жесткого ротора с маятниковыми подвесками в виде уравнения Матье дает нам возможность, сделать заключение об устойчивости и неустойчивости ротора. Т.е. зная некоторые соотношения между коэффициентами уравнения (δ, μ) , находим точку, соответствующую данному соотношению параметров на диаграмме Айнса - Стетта. На этой карте заштрихованным областям соответствуют области неустойчивости.

Для жесткого ротора с маятниковыми подвесками решения уравнения Матье являются неограниченно возрастающими. При увеличении частоты возбуждения (в нашем случае она равна 2) устойчивые и неустойчивые состояния системы будут чередоваться.

В отличие от „обычного” резонанса в параметрическом резонансе различают первую, вторую, третью и т.д. области неустойчивости. Это связано с тем, что критические частоты лежат в окрестности значений $2 = 2(2\nu)_j$ ($j = 1, 2, 3, \dots$), т.е. $1 = 2\nu/j$. Первую область неустойчивости называют главной областью динамической неустойчивости. Наибольшую ширину имеет главная область неустойчивости; ширина последующих областей убывает с увеличением их номера j . Заметим, что с увеличением коэффициента затухания происходит уменьшение зон неустойчивости. Влияние затухания оказывается более существенным при малых коэффициентах возбуждения $\rho\mu_1 = 2\mu_0$.

УДК 337.44

КОЧЕНИНА В.С., СИВОВ М.В.

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО КЛАССА ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛОГИСТИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основной задачей производственной логистики является обеспечение качественного, своевременного и комплектного производства продукции, сокращения производственного цикла и оптимизации затрат на производство. Цель производственной логистики заключается в точной синхронизации процесса производства и логистических операций во взаимосвязанных подразделениях [1].

В учебном центре завода 70-летия Победы одним из учебных классов является модуль производственной логистики. Он предназначен для обучения специалистов: по подготовке производства, руководителей соответствующих структурных подразделений, работников складского хозяйства, работников производственно-диспетчерской службы.

Для организации работы класса используется материальное обеспечение: интерактивная доска, компьютерная техника, автоматизированная система логистического назначения, стеллажи с зонами разгрузки / загрузки.

В учебном классе логистики моделируются следующие логистические процессы:

- 1) Оптимизация производственных потоков продукции внутри предприятия;
- 2) Информационное сопровождение логистических процессов.

В настоящее время в рамках этих процессов разрабатываются учебные программы, например, «АСУП SAP ERP. Сопровождение договоров». Для ее реализации подготавливается методическое обеспечение, которое включает в себя: квалификационные требования к

преподавателям, учебный график, систему тестирования, информационно-библиографическое обеспечение.

Работу класса логистики и учебного центра в целом регламентируют следующие нормативные документы:

- 1) Положение об учебном центре АО «Нижегородский завод 70-летия Победы»;
- 2) Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности АО «Нижегородский завод 70-летия Победы»;
- 3) Лицензия на осуществление образовательной деятельности АО «Нижегородский завод 70-летия Победы».

Таким образом, создание учебного класса логистики позволяет решать актуальные для данного производства проблемы и повышать эффективность работы персонала.

-
1. Логистика. Базовый курс: Учебник для бакалавров / М. Н. Григорьев, С. А. Уваров. – 2-е изд., испр. И доп. – М. : Юрайт, 2012. – 820с.

УДК 658.5:629.7

КУРОЧКИНА Н.В., БАЕВСКИЙ А.А., БЕСПАЛОВ В.В.

ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРИМЕРЕ НОАО «ГИДРОМАШ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время авиапромышленность является одной из ведущих отраслей промышленности. Одним из предприятий, выпускающих авиационную продукцию, является НОАО «Гидромаш».

НОАО «Гидромаш» - ведущее российское предприятие по разработке, производству и испытаниям шасси, гидроцилиндров и гидроагрегатов для гражданских летательных аппаратов.

Как и у многих предприятий, у НОАО «Гидромаш» существует ряд проблем, которые снижают качество выпускаемых изделий и конкурентоспособность продукции на мировом рынке. К основным проблемам относится то, что в процессе создания авиационной техники и деталей к ней возникает потребность в использовании только новейших и точных технологий, а также дорогостоящего специализированного оборудования, что ведет к необходимости крупных финансовых вложений. Также возникает необходимость в создании специальных исследовательских центров.

Для решения данных проблем предлагаются следующие пути решения: создание исследовательских центров, замена устаревшего оборудования в несколько стадий, привлечение государственных средств.

**САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
СОЖ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ**

ФГБОУ ВО НижГМА, ПАО «Нижегородский телевизионный завод им. В.И. Ленина»

Несмотря на определенные успехи, достигнутые инструментальными фирмами на пути отказа от смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) в металлообработке (например, минимальный или пониженный расход СОЖ или «сухое» резание некоторых материалов), традиционная обработка конструкционных материалов с применением СОЖ остается основным способом получения качественной поверхности детали и повышения стойкости режущего инструмента. В ряде случаев отказ от применения СОЖ невозможен по технологическим соображениям (все методы глубокого сверления).

Однако повышение экологических стандартов, увеличение стоимости концентрата, и, в первую очередь, негативное воздействие продуктов распада СОЖ на человека, ставит перед машиностроительными предприятиями острую проблему применения СОЖ.

К санитарно-гигиеническим факторам относится выполнение жестких санитарных норм при работе с технологическими жидкостями. Оценка состояния СОЖ по параметрам, регламентируемым ГОСТ 12.3.025, при существующем ручном контроле является трудновыполнимой задачей: отбор проб, их исследование и обработка полученных данных, что возможно только в специальных лабораториях (химической и санитарно-гигиенической) вспомогательных служб предприятия.

Отсюда возникает задача контроля и обеспечения нормативов с помощью выявления определяющего фактора в деструктивных процессах, который позволит оценивать качество СОЖ и прогнозировать период стойкости жидкости.

Анализ динамики эксплуатационных показателей СОЖ доказывает, что определяющим фактором в деструктивных процессах при лезвийной обработке является биопоражение. Водосмешиваемые СОЖ при рабочей температуре являются благоприятной средой для роста бактерий, поэтому уже через достаточно короткое время функционирования количество бактерий достигает 10^{57} или 10^{58} клеток/мл. Микроорганизмы разрушают компоненты СОЖ, уменьшают рН-показатель (что повышает пригодность среды для жизни бактерий и грибов, вызывая взрывной рост популяции), ухудшают антикоррозионные свойства и приводят к частичному или полному разложению технологической жидкости. Исходя из однотипности кинетики эксплуатационных показателей, возникает возможность, а из трудоемкости контроля определяющего показателя необходимость оценки состояния СОЖ по «обобщенному» показателю качества. Анализ кинетики параметров СОЖ и анализ средств контроля приводят к выводу, что «обобщенным» показателем качества СОЖ может служить водородный показатель pH .

По результатам реализации производственных экспериментов сформировано ограничение на процесс эксплуатации СОЖ в металлорежущей системе по опосредованному факту достижения верхней границы допустимой величины показателя содержания микроорганизмов:

$$pH_0 - pH \leq 1,$$

где pH_0 - начальное значение, pH - текущее значение водородного показателя.

Условие безопасности эксплуатации СОЖ проверено в результате производственных экспериментов, не наблюдается потери технологических свойств жидкости, катастрофического ухудшения эксплуатационных показателей, а также выполняются требования, установленные санитарно-гигиеническими нормативами.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ХЛАДОСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для обеспечения надежной работы конструкций и транспортных средств в условиях крайнего Севера и Арктики необходимо на этапе проектирования учитывать явление вязко-хрупкого перехода (хладноломкости). В работах отечественных ученых, академиков А.Ф. Иоффе и Н.Н. Давиденкова, показана решающая роль температуры в процессе хрупкого разрушения.

В связи с этим анализ имеющихся методов оценки температуры вязко-хрупкого перехода и разработка новых, учитывающих все особенности этого перехода является одной из ключевых задач в металловедении и требует особого внимания. Стоит отметить, что надежная работа материала обеспечивается только когда температуры эксплуатации не опускаются ниже температуры вязко-хрупкого перехода. Поэтому температура вязко хрупкого перехода должна быть ключевым показателем для выбора того или иного материала для изготовления конструкций или транспортных средств с учетом температуры их эксплуатации.

На основе анализа литературы, можно выделить ряд методов оценки хладостойкости. Данные по анализу представлены далее, проведено их сравнение, выделены достоинства и недостатки представленных методов.

В настоящее время используются следующие, наиболее распространенные методы оценки хладостойкости.

1. По критерию вязкой составляющей. При этом температурой вязко-хрупкого перехода принимают температуру, при которой доля вязкой составляющей 50% от общей площади излома. Недостатком данного метода является сложность выявления вязкого и хрупкого участков, а также необходимость проведения разрушающих методов контроля.

2. По характеру изменения ударной вязкости. При этом методе за критическую температуру принимают ту температуру, при которой значение ударной вязкости становится в два раза ниже, чем при комнатной температуре. Недостатком данного метода является также необходимость проведения разрушающих методов контроля и построение графика изменения ударной вязкости в зависимости от температуры.

3. По минимальному значению ударной вязкости. При этом методе также строится график изменения ударной вязкости в зависимости от температуры и значение температуры в пересечение его с минимально установленным значением ударной вязкости и будет являться температурой.

Кроме представленных методов, есть и другие, описанные в патентах и статьях, где устанавливается связь ударной вязкости с характеристиками материала, например, твердостью, параметрами акустической эмиссии при разрушении и ряд других.

С учетом анализа, проведенного в работе, можно сказать, что на сегодняшний день нет метода, который бы полностью устранял все выявленные недостатки, а именно относился бы к методам неразрушающего контроля и позволял бы оперативно устанавливать температуру вязко-хрупкого перехода. Таким образом, разработка методов неразрушающего оперативного контроля температуры вязко-хрупкого должна стать одной из главных задач современного металловедения.

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ХЛАДОСТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном машиностроении одним из главных направлений его развития является повышение хладостойкости конструкционных сталей и сплавов, широко применяемых в машиностроении. Явление хладостойкости, или другими словами охрупчивание, связано с действием низких температур. Впервые об этом заговорили еще в конце XIX века. Сейчас важнейшей задачей конструкторов и технологов, работающих над разработкой конструкций и транспортных средств, работающих в районах с суровым климатом, является обеспечение высокой надежности стальных конструкций в связи с опасностью хрупких разрушений их элементов при низких температурах.

Анализ большого количества исследований влияния низких температур на свойства металлических материалов показывает, что с понижением температуры значительно меняются такие характеристики материала, как предел прочности, предел текучести, процентное удлинение, а особенно ударная вязкость. Эти показатели материала должны оцениваться при разработке новых и применении уже существующих материалов для изготовления конструкций. Данную оценку проводят с использованием испытаний на ударный изгиб и растяжение образцов из исследуемых материалов. После чего принимается решение о возможности или невозможности применения данных материалов для изготовления конструкций и транспортных средств с учетом минимальной температурой их эксплуатации.

Важнейшей задачей является установление зависимости различных внешних, внутренних, а также технологических факторов с температурой вязко-хрупкого перехода.

Анализ исследований в этой области показывает, что внешним факторам, оказывающим влияние на хладостойкость, можно отнести повышение скорости нагружения, способствующие снижению сопротивления разрушения. При этом снижаются значения трещиностойкости, и повышаются температуры вязко-хрупкого перехода. Большое влияние на характеристики материала при низких температурах оказывает тип кристаллической решетки, размер зерна и состояние его границ, содержание легирующих элементов и примесей, форма и размеры неметаллических включений. Конструкционные факторы также являются одним из важнейшим показателей, так как многие испытания проводятся в лабораторных условиях. В данном случае образцы берутся малых размеров, по сравнению с реальными деталями. К технологическим факторам относятся макро- и микронеровности, которые образуются в результате сварки, грубой обточки. Поэтому они являются концентраторами напряжений, и в этих местах большая вероятность появления трещин.

Таким образом, при выборе материала конструкций и транспортных средств, работающих в условиях низких температур, ставится задача обеспечения необходимого уровня хладостойкости материалов и поиск путей его повышения, а также создания баз данных параметров материалов в зависимости от температуры их эксплуатации, силовых нагрузок и ряда других факторов.

УНИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТНОЙ ПЛАТФОРМЫ С ЗАДАНЫМИ ВЫХОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Механизмы вращения имеют широкий спектр применения, используются во всех отраслях производства, логистики и сферах обслуживания. Но каждый механизм предназначен для выполнения определенной работы, имеет узкоспециализированный профиль. В данной работе предпринята попытка унификации механизма поворота в диапазоне следующих рабочих характеристик: масса груза от 20 кг до 5 тонн, диаметр поворотной платформы от 0,7 м до 2 м, скорость вращения 4-15 об/мин. В этом диапазоне рабочих параметров в качестве механизма вращения используется цепная передача, как наиболее оптимальная с точки зрения КПД, надежности, ремонтпригодности, экономической целесообразности. Механизмы поворота с меньшими и большими массами, габаритами и угловыми скоростями не рассматриваются, так как имеют принципиально другую конструкцию.

Для создания унифицированной конструкции использовались *метод базового агрегата*, составляющими которого являются поворотный стол, цепная передача и мотор-редуктор в качестве электродвигателя и *принцип модульности*, включающий создание новой поворотной платформы на основе комбинации уже имеющихся унифицированных частей, которые обладают полной совместимостью по эксплуатационным показателям и присоединительным размерам.

Выделены следующие этапы:

- 1) Проектирование конструкции поворотной платформы (представлен эскизно в 2D графике с таблицей спецификации элементов платформы);
- 2) Кинематический и динамический расчеты механической передачи (по массе платформы с грузом и скорости вращения стандартным методом [1] рассчитывается и подбирается цепная передача, затем рассчитывается мощность и крутящий момент механической передачи [2], оба расчета производятся в пакете – *MathCad* [3]);
- 3) Подбор электропривода (по расчетным мощности и вращательному моменту подбирается мотор-редуктор, удовлетворяющий расчетным характеристикам и с вертикальной выходной осью вращения для горизонтального расположения цепной передачи);
- 4) Оценка себестоимости всех рабочих органов и элементов конструкции (составляется в виде сметы: по материалам конструкции на основе спецификации элементов, по выбранному электроприводу на основе прайс-листа цен на мотор-редукторы, по сварочным работам, компоновки и монтажу – отдельно, по средней рыночной стоимости этих работ).

Библиографический список

1. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб.пособие для техн. Спец. вузов / П.Ф.Дунаев, О.П.Леликов. – 7-е изд. – М.: Высшая школа, 2001. – 447 с.
2. Каримов, И.Ш. Теоретическая механика: Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения: экзаменационные вопросы, задачи, тесты и пр./ www.teoretmech.ru
- 3.Бертяев, В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad. Практикум / - Санкт-Петербург, 2005. - 752 с.

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА УЛУЧШЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ООО «СИНТЕК»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Промышленная автоматизация предприятий сегодня является одной из самых востребованных услуг, запрашиваемых предприятиями торговли, складскими и логистическими компаниями, а также производственными предприятиями.

Группа компаний «Синтек» предоставляет полный комплекс услуг по автоматизации производства и технологических процессов в нефтегазовой, нефтехимической, энергетической и коммунально-хозяйственной отраслях промышленности. Завод, как и большинство российских предприятий, имеет типичные проблемы: большие запасы готовой продукции, высокие долги внешним поставщикам, низкая эксплуатационная готовность оборудования, полная зависимость от вложений в предприятие, низкое качество выпускаемой продукции, высокая текучесть персонала. На одном из участков цеха этого предприятия был выявлен ряд проблем: потери в производственном процессе, производство деталей партиями, большое НЗП в потоке, загрузка оператора сверх нормы, большие колебания в работе оператора.

В бережливом производстве имеется ряд инструментов, который позволяет внедрять практические решения для устранения этих проблем: стандартизированная работа, система 5 «S», построение потока единичных изделий, внедрение тянущей системы «Канбан».

Именно применение этих внедрений на производстве ООО «Синтек» позволит повысить эффективность производства и обеспечить безопасную организацию рабочего места, позволит снизить себестоимость продукции, повысить качество выпускаемой продукции, сократить время производственного цикла.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

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

На данный момент существует проблема потери точности обработки на токарных станках, предназначенных для обработки точных деталей единичного или мелкосерийного производства, и обработка ответственных сопрягаемых деталей. Импортные комплектующие к данным станкам в фирмах производителях уже не выпускаются, замена станка на аналогичный новый экономически нецелесообразна, так как происходит обработка деталей единичного и мелкосерийного производства. Перевод на станки с ЧПУ также нецелесообразен в виду единичного и мелкосерийного производства и обработки сопрягаемых деталей, что приведет к частым переналадкам и тем самым к снижению эффективности оборудования.

Наиболее целесообразный путь – восстановление шпиндельных узлов с применением высокоэластичных полимерных материалов.

Объект исследования - методы восстановления геометрической и технологической точности оборудования. Предмет исследования - технологический процесс восстановления оборудования. Цель исследования: восстановление характеристик шпиндельных узлов для станков иностранного производства с применением комплектующих отечественного производства.

Рассмотрены применяемое оборудование и его характеристика, выполняемые работы на производственных участках, где оно эксплуатируется. Рассмотрены причины нарушения жесткости шпиндельных узлов технологического оборудования, возникновения погрешностей подшипниковых опор. Проведен анализ методов обеспечения точности размерных цепей отремонтированных механизмов и существующих методов восстановления корпусных деталей ремонтно-технологического оборудования.

Исследованы причины выхода из строя элементов шпиндельного узла, дана их классификация, определена связь повреждений и причин их вызывающих.

Проведено создание расчетной модели нагружения подшипникового соединения шпиндельного узла в программном комплексе ANSYS с разработкой расчетной модели восстановленного шпиндельного узла. Разработана и опробована методика определения жесткости шпиндельного узла. Разработан процесс восстановления шпиндельного узла.

Поступившие в ремонт корпуса шпиндельного узла детали подвергаются мойке, очистке и дефектации. Для устранения несоосности проводится предварительная расточка посадочных отверстий с базированием корпуса шпиндельного узла по заводским технологическим базам. Затем поверхности обезжириваются ацетоном (ГОСТ 2603-79) и на них с помощью кисти или шпателя наносится слой клея-компаунда АНАТЕРМ-203 толщиной не менее 0,6 мм на сторону. Повторное растачивание посадочных отверстий уже под номинальный размер производится после полимеризации композиции в течение 45 минут при температуре 20...250 С.

Проведен расчет себестоимости НТР, с определением затраты на производство продукции по существующей и разработанной технологии, дана оценка эффективности капитальных вложений в НТР. Рассмотрено обеспечение безопасных условий труда при восстановлении оборудования.

Библиографический список

1. **Кирилин, Ю.В.** Расчет и проектирование шпиндельных узлов металлорежущих станков с опорами качения: Учебное пособие. / Ю.В.Кирилин. А.В. Шестернинов. - Ульяновск: УлГТУ, 1998, - 72 с.
2. **Ивченко, Д.И.** Восстановление корпусных деталей анаэробными полимерными композициями (на примере картеров коробок передач автомобилей семейства ГАЗ/ Дис. ... канд. техн. наук. - Саранск, 2001. - 165 с.

УДК 621.91

МИЛЮТИНА Ю.С., ПАХОМОВ Д.С.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ДОСТИЖЕНИЯ НЕОБХОДИМЫХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современных системах автоматизированного проектирования технологических процессов не решены вопросы оптимизации и подбора необходимых рекомендаций для выбора методов, видов и параметров обработки для обеспечения заданных параметров качества поверхностей. Параметры качества поверхностей могут достигаться различными методами, видами и параметрами обработки, но не равнозначны по производительности и затратам, поэтому выбор оптимального варианта методов, видов и параметров обработки для достижения заданных параметров качества поверхностей наиболее коротким путем существенно сократит затраты на обработку деталей.

Для осуществления этой задачи разработана методика и алгоритм, которые позволяют технологу при автоматизированном проектировании технологических процессов выбирать необходимые режимы и геометрию обрабатывающих инструментов для заданных параметров качества, что приводит к сокращению времени технологической подготовки производства и обработки детали.

Предлагается методика и алгоритм, предназначенные для создания автоматизированного расчетного модуля при использовании в системах автоматизированного проектирования технологических процессов. Для предложенного алгоритма была сформирована необходимая база данных для различных методов окончательной обработки поверхностей.

Также разработан детальный алгоритм, который позволяет выбрать оптимальные методы и количество операций для достижения заданной шероховатости, определять необходимые режимы резания и геометрические параметры инструмента при обработке деталей типа тело вращения. Данный алгоритм был экспериментально подтвержден на примере обработки стальной детали типа вал с экономическим обоснованием.

УДК 62-408

ПУСТОХИН Д.С., КРУГЛОВ В.В., ПАЧУРИН Г.В.

АЭРОЗОЛЬНОЕ ЭПИЛАМИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует потребность в изготовлении прочных и износостойких деталей. В машиностроении при изготовлении детали в последующем применяют различные методы упрочнения поверхностного слоя для придания ему необходимых свойств: упрочнение с образованием пленки на поверхности; с изменением химического состава поверхностного слоя; с изменением структуры поверхностного слоя; с изменением энергетического запаса поверхностного слоя; с изменением микрогеометрии поверхности и наклепом; с изменением структуры по всему объему материала.

Наиболее частой причиной износа является истирание в парах трения, а именно валов и втулок, подшипников скольжения. Некоторые методы упрочнения невозможно применить из-за габаритных характеристик детали.

Существует множество методов увеличения прочности и сопротивления усталости поверхности, но лишь некоторые из них позволяют сохранить высокую пластичность, вязкость и трещиностойкость металла с увеличением надежности и долговечности. Наиболее эффективным методом физико-химического улучшения качества поверхности металлических и неметаллических тел является эпиламирование, успешно применяемое с 80-х годов двадцатого века [3].

Технология эпиламирования основывается на использовании поверхностно-активных веществ во фторуглеродных легкоиспаряющихся растворителях. Такие растворы (эпиламы) наносятся на поверхность и после испарения образуют тончайшую пленку толщиной $4 \div 100$ нм. Зачастую получается так, что деталь или участок детали имеют такую форму и размер, что делает применение стандартных методов эпиламирования невозможным. В данном случае применение аэрозольного нанесения эпилама в несколько слоев будет более целесообразно еще и по тому, что при распылении образуется так называемый туман, вследствие чего мелкодисперсные фракции композиции проникают вглубь детали, если та имеет в своей компоновке полости, отверстия и другие внутренние поверхности, которые также требуется обработать.

Анализ проведенных исследований и данных, полученных опытным путем, показал, что аэрозольное нанесение при обработке труднодоступных поверхностей очень хорошо себя зарекомендовало.

Физика процесса заключается в том, что деталь для обработки эпиламом надо соответствующим образом подготовить, а именно удалить масляную пленку и другие виды загрязнения с поверхности детали. После так называемой «моечной» операции деталь необходимо просушить, для обработки эпиламом подходит даже воздушная сушка, но возможно использовать специальные камеры или инструмент, которым можно подавать подогретый воздух на поверхность детали. После того как деталь будет высушена, следует нанести эпиламирующий состав. Законом-изготовителем [1] предусмотрено послойное нанесение эпилама, с межслойной выдержкой в 10-15 минут. Затем деталь следует просушить, проведя так называемую термическую фиксацию многофункциональной нано пленки, для этого может также подойти камера для просушки или специализированный инструмент. В результате термической фиксации растворители, находящиеся в смазочной композиции, испаряются, а на детали образуется пленка из ориентированных молекул фтора.

Основной задачей применения подобного способа эпиламирования является обработка труднодоступных поверхностей при наименьшем объеме расхода смазочной композиции для достижения многофункциональной нано пленки. Сцепление с поверхностным слоем детали ориентированных молекул фтора происходит следующим образом: в местах деформации кристаллической решетки образуются места с высокой электронной плотностью, куда молекулы фтора стремятся в первую очередь.

Анализ данных полученных в результате исследований показывает, что после обработки и нанесения многофункциональной нано пленки изделие меньше подвержено коррозии, сохраняется масляная пленка на поверхности детали, что способствует антифрикционным и гидрофобным свойствам изделия.

Таким образом, аэрозольный способ нанесения наиболее эффективен при обработке труднодоступных участков детали, что способствует приданию антифрикционных и антиадгезионных, гидрофобных свойств, что гарантирует продолжительную работу изделия.

Библиографический список

1. ООО "Автостанкопром". *avtostankoprom.ru*. [В Интернете] [Цитировано: 2 Апрель 2017 г.] <http://avtostankoprom.ru/technology/technology/>.
2. Нано индустрия. *www.nanoindustry.su*. [В Интернете] [Цитировано: 02 Апрель 2017 г.] <http://www.nanoindustry.su/journal/article/3306>.
3. Смазочная компания интер-авто. *termosmazki.ru*. [В Интернете] [Цитировано: 05 Апрель 2017 г.] <http://termosmazki.ru/stati/epilamirovanie-kak-sposob-uluchsheniya-harakteristik-instrumenta>.

УДК 62-408

ПУСТОХИН Д.С., КРУГЛОВ В.В.

ХОЛОДНОЕ ЭПИЛАМИРОВАНИЕ САДОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире основная задача - это экономичность, которая напрямую зависит от стоимости инструмента. Качественный инструмент стоит достаточно дорого, а значит, и его стойкость является одной из главных задач в производстве и проектировании. Выдающемуся химику, медику и композитору А.П.Бородину еще в 1859 году в Италии при работе с фтористыми соединениями первому удалось получить фтористый бензоил, по свойствам аналогичный хлористому бензоилу. Дальнейшие исследования позволили создать мощную теорию фторсоединений и промышленное производство продуктов фторорганики.

Значительное место среди них занимали многофункциональные композиции двойного назначения. На основе фторПАВ появились антифрикционные и защитные композиции

(эпиламы), существенно продлевающие ресурс деталей в машиностроении, а также элементов микроэлектроники, причем в настоящее время нанесение покрытий на основе фторорганики (эпиламирование) переживает второе рождение.

Анализ исследований, проведенных в лабораторных и производственных условиях применения смазочной композиции эпилам на различном инструменте, который не работает в зоне высоких температур, показал, что стойкость инструмента после обработки фторПАВ композицией увеличивается в 2-4 раза. Оценку стойкости инструмента проводят на испытательных стендах или в производственных условиях. После подобных испытаний принимают решение о возможности или невозможности применения данного метода упрочнения поверхностного слоя изделия и последующей его эксплуатации без потери необходимых свойств.

Основной задачей применения процесса эпиламирования является улучшение, модификация поверхностного слоя изделия за счет молекул фтора. Насыщение поверхностного слоя фтором не изменяет состав поверхностного слоя, а модифицирует его за счет внедрения молекул в микротрещины и поры с механической обработкой. Данное модифицирование позволяет достичь антикоррозионных и антифрикционных свойств.

Из анализа данных по опытным испытаниям и применению в производстве наглядно видно, что повышение срока службы изделия или образца напрямую зависит от качества поверхностного слоя.

Анализ исследований в этой области показывает, что на износ инструмента влияет и ряд внешних факторов, таких как температура и влажность среды, в которой работает инструмент, наличие загрязнения в зоне работы.

Таким образом, при выборе марки эпилама и способа его нанесения стоит учитывать не только материал, из которого изготовлено изделие, но в каких условиях данное изделие будет работать. Так, в секаторе садовом используется состав эпилама, который предотвращает коррозию металла и обеспечивает антифрикционные свойства поверхностному слою двух частей в зоне их контакта.

УДК 621.9

РЕМИЗОВ М.И., КАБАЛДИН Ю.Г.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном машиностроении одним из главных направлений его развития является повышение эффективности механообработки. Для повышения эффективности механообработки широко используется режущий инструмент с покрытием. Эффективные методы оценки его качества в настоящее время отсутствуют.

К настоящему моменту развития кластерного анализа дескриптивного подхода к построению классификационных моделей стал в некотором роде уже каноническим и в основном себя исчерпал. Об этом можно судить хотя бы по тому факту, что практически все современные профессиональные системы статистической обработки данных, например, такие как STATISTICA, STATGRAPHICS, SPSS и др., включают в себя примерно один и тот же набор алгоритмов кластерного анализа, созданных в предыдущие десятилетия. Наиболее рациональным с этой точки зрения считается подход, основанный на концепции фрактального анализа.

Оценка качества инструмента с покрытием на основе оценки его фрактальной размерности имеет ряд преимуществ: точность оценки и скорость обработки данных.

Суть использования нейронной сети заключается в том, что нейронные сети могут решать широкий круг задач обработки и анализа данных – распознавание и классификацию структуры покрытий.

Отличительной особенностью нейронных сетей в качестве инструмента оценки качества покрытий является простота в использовании. Пользователь нейронной сети подбирает представительные данные, а затем запускает алгоритм обучения, который автоматически воспринимает структуру данных. При этом от пользователя требуется некоторый набор эвристических знаний о том, как следует отбирать и подготавливать данные, выбирать нужную архитектуру сети и интерпретировать результаты, однако уровень знаний, необходимый для успешного применения нейронных сетей, гораздо скромнее, чем, например, при использовании традиционных методов статистики.

Применение нейронных сетей и фрактальной размерности для оценки качества покрытий является альтернативной заменой классическим способом оценки качества, и представляет существенный положительный эффект.

УДК 621

РОЖЕЦКИН Р.М., БАЕВСКИЙ А.А.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ НА МЕБЕЛЬНОМ РЫНКЕ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Показатели таких компаний как IKEA, «Мебелюкс», «Много Мебели», занимающихся производством и продажей мебели, за 2012-2013 года были достаточно высоки. Но паника, возникшая при скачке курса доллара и евро, начиная с 2014 года, привела к тому, что практически все сбережения в случайном порядке были потрачены на случайные вещи. Свои накопления люди вложили в самые разнообразные направления: автомобили, бытовая техника, украшения. Именно это и стало причиной «заморозки» продаж мебели с начала февраля, достигнув пика падения в середине весны. Люди просто перестали вкладывать деньги в дорогие товары длительного пользования, предпочитая держать свои «кровные» при себе. Как следствие, мебельные и дверные производства столкнулись с проблемой затоваривания складов и необходимостью проводить грандиозные распродажи. По итогам, декабрьский спрос на мебель 2014 и 2015 годов отличается почти в два раза. При этом большая часть покупателей не намерена отказываться от покупки мебели как таковой, однако имеет место ярко выраженное явление межсезонья, во время которого люди отдают предпочтение наиболее необходимым товарам в данный период времени.

В 2016 году, при продолжавшемся падении спроса на мебельную продукцию из-за условий нестабильной экономической ситуации многие мебельные компании пересматривают свою сбытовую политику и политику ценообразования. Многие крупные ритейлеры, торгующие как офисной, так и домашней мебелью, вынуждены вслед за поставщиками повышать цены на продукцию, объясняя эти решения падением курса рубля, ростом цен на сырье и тарифов на транспорт. Например, IKEA два раза в 2016 году повышала цены на свои товары. Компании - дистрибьютеры, которые работают только с зарубежными производителями мебели, вынуждены поднимать цены еще выше вслед за ростом валюты. Цены на такую продукцию постоянно обновлялись, согласно коммерческому курсу. Для большинства мебельных ритейлеров, имеющих в своем ассортименте импортную продукцию, в связи с нестабильным курсом рубля как никогда остро стоит вопрос импортозамещения. Торговцы мебелью искали и ищут российских поставщиков, чтобы нивелировать рост цен на импортную продукцию в сложившихся условиях. Доля импорта на российском мебельном рынке на сегодня составляет более 55%.

В таких условиях – снижение доли импортной мебельной продукции и переход на мебель российского производителя – наилучший выход для удержания цены и, как следствие, покупательского спроса. Компания «Мебелюкс» уже расширяет список своих поставщиков, ИКЕА же шагнула дальше, в сентябре 2016 года в Великом Новгороде открылась новая фабрика по производству мебели ИКЕА. Таким образом, компания сократила расходы на перевозку, что влияет на ценообразование продукции, а так же обеспечила работой около 500 человек и сократила выбросы CO₂ вследствие сокращения маршрута перевозки.

При сбалансированной реализации антикризисных мер, правильном эффективном анализе и оценке положения, повышении экономической эффективности, а также правильной политике цен у любого мебельного производителя есть все шансы с минимальными потерями преодолеть кризис, сохранить свои позиции, вернуться на уровень продаж 2012-2013 годов.

Библиографический список

1. Сайт компании Мебелюкс – (<http://www.mebeluxnn.ru/interesnoe/chto-budet-s-mebelnyim-rynkom>)
2. Статистика продаж – (<http://www.spb.kp.ru/daily/26510/3379673/>)
3. Что будет с мебельным рынком в 2017-2018 годах – (<http://mc-grup-komplekt.ru/chto-budet-s-mebelnyim-rynkom-v-2>)
4. Сайт компании «ИКЕА» - (http://www.ikea.com/ms/ru_RU/about_ikea/press/press_releases/national/nat_151.html)

УДК 681.518:621

САДЫКОВ Д.Р., АГАПОВ М.М.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ CRM-СИСТЕМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

CRM-система представляет собой высокотехнологичный инструмент для сбора, анализа и дальнейшего хранения информации о клиентах и поставщиках. Данная система основана на постулате, что центром всей философии бизнеса является клиент, а главными направлениями деятельности компании являются меры по обеспечению эффективного маркетинга, продаж и обслуживания клиентов.

Удобство и эффективность использования CRM-систем давно доказана, и с каждым годом предпринимателей, которые используют данную систему в своей компании, все больше. Но на этапе внедрения такого программного обеспечения многих пугают сложности, с которыми компании придется столкнуться.

Основные проблемы, которые встречаются при внедрении CRM-системы, для каждого предприятия индивидуальны, но, в общем, их можно разделить на организационные и технологические. Организационные проблемы связаны с внедрением и эксплуатацией системы, а технологические с возможностями и ограничениями CRM-систем при работе как внутри предприятия, так и с клиентом.

Первой проблемой при внедрении CRM-системы в работу фирмы является неправильная организация работы с сервисом CRM-систем руководителей среднего звена. Когда руководитель среднего звена фирмы сам до конца не понимает цель установки CRM-системы, какими функциями она обладает и какими управленческими рычагами руководство теперь владеет, то и до подчиненных необходимость таких преобразований донести будет сложно. Поэтому руководитель организации должен усвоить все преимущества системы, обучить руководителей среднего звена, а те, в свою очередь, обучать всем хитростям системы своих подчиненных.

Второй проблемой, вытекающей из первой, является нежелание работать в программе сотрудников компании. Такое сопротивление объясняется тем, что работники просто не хотят никаких нововведений. Также сотрудников пугает тот факт, что вся их работа будет под контролем руководителя и бездельничать уже не сможет никто. Решением такой проблемы может послужить процедура обучения и мотивация сотрудников. Обучение должно показать ускорение процессов и возможность получения дополнительного дохода предприятия и сотрудника, а мотивация заключается в определении уровня поощрения в зависимости от эффективности работы в системе.

Третья проблема - технологическая, связанная с отсутствием регламентов по использованию CRM-системы на предприятии. Для эффективной работы CRM-системы, необходимо разработать и утвердить документы по организации работы с клиентами и ведению клиентской базы, типичные ошибки при работе и методы их устранения, стандартные процедуры и возможности CRM-системы.

Заключительной проблемой при внедрении CRM-системы является понимание того, что только одна CRM-система сама по себе не обеспечит эффективность деятельности компании. Эффективность возможна только в случае ее интеграции с офисными системами и с другими системами управления типа ERP.

УДК 658

САЙГАКОВА Н.М., БАШИРОВА А.Р.,
ЗАПОРОЖЦЕВ А.В., БАЕВСКИЙ А.А.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ОПЕРАТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобилестроение является одной из основных отраслей в экономике России. Одним из ярких представителей автомобилестроительного кластера является Российская автомобилестроительная компания «Группа ГАЗ», которая выпускает легкие и среднетоннажные коммерческие автомобили, тяжелые грузовики, автобусы, легковые автомобили и автокомпоненты. При анализе деятельности завода были выявлены следующие проблемы: большие запасы готовой продукции, высокие долги внешним поставщикам, низкая эксплуатационная готовность оборудования, полная зависимость от вложений в предприятие, низкое качество выпускаемой продукции, высокая текучесть персонала.

Анализ работы одного из участков цеха ПАКРУ компании «Группа ГАЗ» позволил выявить ряд проблем:

- 1) потери в производственном процессе;
- 2) производство деталей большими партиями;
- 3) большой объем НЗП в производственном потоке;
- 4) загрузка оператора сверх нормы;
- 5) большие колебания в загрузке оператора.

Для устранения данных недостатков предлагается применить концепцию бережливого производства. В данном подходе имеется ряд инструментов, которые позволяют решить подобные проблемы: стандартизированная работа, система 5 «S», построение потока единичных изделий, внедрение тянущей системы «Канбан». Применение этих инструментов на заводе «ГАЗ» позволит повысить эффективность производства и обеспечить безопасную организацию рабочего места, снизить себестоимость продукции, повысить качество выпускаемой продукции, сократить время производственного цикла.

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ МОДУЛЬНОЙ ОСНАСТКИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В СТАНКАХ С ЧПУ

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

В настоящее время в условиях современного машиностроения и приборостроения при обработке сложных корпусных деталей, обрабатываемых на многоцелевых станках с ЧПУ, а также и на токарных станках с ЧПУ при обработке деталей тел вращения широко используется модульный инструмент. Понятия «модульная оснастка» и «модульный инструмент» до настоящего времени не обозначены в энциклопедических словарях, но считаются общепризнанными терминами, упоминаются в авторитетных научно-технических документах: патентах на изобретения и полезные модели, в научных статьях. Условно, по схожим конструктивным признакам, «модульный инструмент» можно сравнить с «универсальным ракетным модулем, т.к. в обоих случаях имеет место соединение и последующее разъединение нескольких взаимозаменяемых изделий. Преимуществом данного инструмента является то, что каждый узел сборного инструмента представляет собой независимую часть (модуль), выполняющую определенную функцию. Модульный инструмент может состоять из двух и более модулей. Компоновка инструмента в таком инструменте следующая: базовым элементом конструкции является инструментальная оправка, в которую устанавливается адаптер для установки сменного режущего модуля, либо удлинитель, который обеспечивает необходимую длину вылета инструмента, сменный режущий модуль (сверло, фреза, расточной резец, метчик).

В статьях различных научных журналов представлены сведения о конструктивных особенностях модульного инструмента, взятые из каталогов, научно-технических источников и патентов [1, 2]. Преимущество нового инструмента, по сравнению со стандартным, или простым специальным, заключается в том, что при его применении возможно сокращение номенклатуры инструмента, следовательно, уменьшаются затраты на его приобретение или изготовление. Опытные образцы разработанных нами токарных резцов, в которых использован принцип модульной сборки инструмента, в настоящее время проходят испытания. Новизна их заключается в том, что на базовую державку могут монтироваться разного вида сменные головки с проходными, подрезными, отрезными и другими режущими пластинами. При износе сменной головки она заменяется на новую, которая монтируется на ту же базовую державку.

Библиографический список

1. **Платонов, А.В., Ярош, А.М., Самсонов, И.С., Любомиров, А.С.** Исследование конструктивных особенностей блочно-модульного осевого инструмента, применяемого на обрабатывающих центрах с ЧПУ // Евразийский научно-практический журнал. Санкт-Петербург. 2017. №1, С 1 – 5.
2. **Самсонов, И.С., Любомиров, А.С., Виноградов, А.В., Платонов, А.В.** Исследование конструктивных особенностей блочно-модульной оснастки, применяемой на станках с ЧПУ. Часть 1 – Анализ блочно – модульной оснастки, применяемой на токарных станках с ЧПУ // Приволжский научный вестник. Научно – практический журнал, г. Ижевск. 2016. № 52 (3), С 81 – 86.

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВОЗОК КРУПНОГАБАРИТНЫХ ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время в ряде отраслей промышленности России, особенно в машиностроении, наблюдается тенденция в осуществлении крупноагрегатной сборки машин и установок, которые впоследствии требуется транспортировать на значительные расстояния. При организации перевозок такие грузы относятся к категории крупногабаритных и (или) тяжеловесных грузов (КТГ). При транспортировке КТГ появляются проблемы, связанные с организацией и особенностями перевозки таких грузов. Перевозка КТГ ведет к появлению таких проблем на автомобильных дорогах, как ограничение движения, снижение скоростей, пробки, простои, рост аварийности. В связи с этим возрастают сроки доставки других грузов, загруженность магистралей, увеличиваются материальные потери от организации перевозки. Особенно указанные проблемы характерны для крупных городов, где сосредоточены производственные фирмы машиностроения.

Особенно опасны ДТП с участием крупногабаритных и тяжеловесных автомобилей, которые отличаются всегда тяжелыми последствиями, гибелью и ранениями людей, повреждениями транспортных средств и длительными простоями транспортных средств [1].

Из-за неправильной фиксации груза возможны следующие ситуации:

- опрокидывание машины, везущей груз, вследствие резкого маневра;
- смещение или выпадение груза на других участников дорожного движения;
- удар по кабине водителя из-за экстремального торможения, что может повлечь за собой угрозу жизни водителя и сопровождающего [2].

Существует еще одна проблема - сложность получения разрешения на перевозку. Для получения такого разрешения необходимо пройти несколько этапов с привлечением сторонних организаций, ГИБДД и возможных мероприятий по перекрытию автомобильного движения на магистралях города [3].

Транспортировка КТГ требует решения таких актуальных проблем, как безопасность дорожного движения и обеспечение сохранности дорог, создания условий комфортного проезда всем участникам движения, включая водителей таких автомобилей [1].

Для решения части проблем перевозки КТГ в больших населенных пунктах можно применить следующие меры:

- разработка грамотной схемы закрепления груза;
- осуществление перевозок в ночное время по специальным улицам;
- осуществление смешанных перевозок (например, автомобиль-судно-автомобиль) при наличии ближайшего речного (морского) порта;
- использовать специальный транспорт с большим количеством осей (для распределения массы груза и автомобиля, чтобы не портить дороги);
- максимальное разукрупнение груза (разбор на части, насколько это возможно);
- перевозка в определенные дни с предупреждением и ограничением движения для простых автомобилей;
- объединение нескольких негабаритных перевозок в одном направлении сразу;
- выведение за территорию мегаполисов производств (заводов) крупногабаритных грузов;
- упрощение процедуры подготовки документов на перевозку таких грузов, чтобы уменьшить риски срыва сроков поставки.

Указанные мероприятия в массе своей не требуют больших финансовых затрат, а связаны с решением организационных аспектов, которые могут быть формализованы решениями местных органов власти, но реализация которых позволит избежать значительных проблем и недовольства участников дорожного движения.

Библиографический список

1. Проблемы совершенствования перевозок крупногабаритных тяжеловесных грузов автомобильным транспортом (<http://nsportal.ru/npo-spo/transportnye-sredstva/library/2016/08/15/problemu-sovershenstvovaniya-perevozok>)
2. Основные проблемы, возникающие при перевозке негабаритных грузов (<http://traft.ru/article/show3/>)
3. Проблемы перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов (<http://www.scienceforum.ru/2015/pdf/9080.pdf>)

УДК 658

СКОРОХОДОВА А.Л., БЕСПАЛОВ В.В., БАЕВСКИЙ А.А.

ВНЕДРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ «БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА» В ПРОЦЕССЕ СБОРКИ ДЕТАЛИ «ФИКСАТОР ЗАМКА КАПОТА» НА ПРЕДПРИЯТИИ ПАО «ГАЗ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Любое предприятие заинтересовано эффективном использовании своих ресурсов. Так, в любой деятельности можно обнаружить потери материальных, экономических и финансовых ресурсов, а также и потери времени. Все виды потерь необходимо сокращать или исключать из работы. С этой целью на нижегородском предприятии ПАО «ГАЗ» была разработана и введена в 2003 году уникальная система бережливого производства.

Система давно введена на предприятии, но не на всех производственных площадках и участках она была внедрена. Внедрение инструментов «Бережливого производства» требует немало времени, сил и знаний. Поэтому был рассмотрен участок в арматурном цеху по сборке детали «Фиксатор замка капота» для автомобилей семейства Газель Next.

Был применен такой инструмент как стандартизированная работа, который определяется как наилучший способ выполнения работы, основанный на движениях человека, обеспечивающий безопасность, качество, производительность, может помочь в выявлении стабильности процесса и причин колебаний, а также в определении загрузки оператора.

Сборка детали, которая включает в себя операции ручной сборки и использования пневмостанков, имеет ряд потерь, которые отражаются на качестве конечной продукции и не добавляют ей ценности.

С помощью бланков стандартизированной работы было определено, что оператор не укладывается в заданный темп производства. При устранении причин, выявленных в ходе анализа процесса, можно получить положительные результаты по ключевым показателям, таким как загрузка оператора, время выполнения одного цикла, время ожидания. При внедрении усовершенствований, которые исключают колебания процесса, может быть достигнут и экономический эффект в виде сокращения финансовых вложений в процесс.

АНАЛИЗ РЕКЛАМАЦИЙ ЗАДНЕГО МОСТА ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ В ПРОЦЕССЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс перспективного планирования качества продукции будет успешным только в том случае, если грамотно использовать общую информацию или «голос потребителя». В связи с этим особое внимание необходимо уделять анализу рекламаций от потребителей.

Проведем статистический анализ дефектов, заявленных в рекламациях от внешних потребителей автокомпонентов с целью выбора наиболее дефектного агрегата грузового автомобиля. В исследовании рассмотрено 15000 рекламаций.

По результатам статистического анализа выявлено, что наиболее распространенными дефектами грузовых автомобилей являются «Течь колесного цилиндра заднего тормоза» и «Течь масла через манжету ведущей шестерни заднего моста».

Грузовой автомобиль состоит из трех основных частей: двигатель, кузов, шасси. Шасси подразделяется на следующие системы: трансмиссию, ходовую часть, рулевое управление и тормозную систему [1]. После распределения дефектов агрегата грузового автомобиля по принадлежности их к определенному механизму (системе) можно сделать вывод, что наибольшее количество дефектов обнаружено в трансмиссии. Среди механизмов, составляющих трансмиссию, самым дефектным оказался задний мост. Процент рекламаций по дефектам заднего моста 49,2%, что составляет практически половину от общего количества рекламаций.

По результатам дальнейшего функционального анализа можно сделать вывод, что основными возможными причинами дефектов заднего моста грузового автомобиля, для предотвращения которых необходимо провести предупреждающие действия, являются следующие:

- превышение давления масла;
- использование трансмиссионного масла, не соответствующего ТУ;
- некачественное кернение гайки;
- неправильная регулировка шестерен дифференциала;
- несоблюдение температурных режимов;
- ослабление крепления ведомой шестерни к коробке дифференциала;
- неправильный боковой зазор;
- потеря преднатяга подшипников ведущей шестерни;
- превышение сроков эксплуатации;
- повреждение ступицы;
- деформация полуоси;
- повышенная нагрузка на подшипники;
- разрушение оси сателлитов.

Родичев, В. А. Грузовые автомобили: Учебник для нач. проф. образования. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.

**РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ 3D МОДЕЛИ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ЦЕНТРА
В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ VERICUT**

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

Важным моментом при разработке управляющих программ (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) является возможность верификации УП на предмет ошибок, которые могут привести к столкновению узлов станка и их поломке. Для предотвращения аварийных ситуаций на станках с ЧПУ предлагается использовать программный комплекс (ПК) VERICUT. Для верификации УП в ПК VERICUT необходимы: 3D модель обрабатывающего центра или станка с ЧПУ, 3D модели режущих инструментов, приспособления, заготовки и детали, файлы УП и подпрограмм, а так же алгоритм заполнения дерева проекта [1].

Разработка 3D модели станка с ЧПУ (рис. 1) в ПК VERICUT осуществляется следующим образом. По реальным габаритным размерам в CAD-системе создаются 3D модели ответственных узлов станка (*.stl). Из библиотеки VERICUT добавляется файл устройства числового программного управления (УЧПУ) (*.ctl и *.xctl). Во вкладку дерева проекта «Base» добавляются оси (X, Y, Z и др.) и файлы 3D моделей узлов станка, которые в свою очередь привязываются к осям. Выбирается пункт «Обнаружение столкновений станка», задаются расстояние опасного сближения узлов станка. Во вкладке «Пределы перемещения» в таблице задаются паспортные данные пределов перемещения узлов станка, выбирается пункт «Зарегистрировать ошибку при выходе за пределы перемещения» для регистрации ошибки в окне «Регистратор VERICUT» и пункт «Разрешить движение за пределом». Создается или выбирается из библиотеки файл подпрограммы (*.sub). В дереве проекта во вкладке «Столкновение» задаются настройки, и сохраняется файл станка (*.mch). Созданный проект (*.vcproject) сохраняется выбором в главном меню «Файл» > «Сохранить проект как».

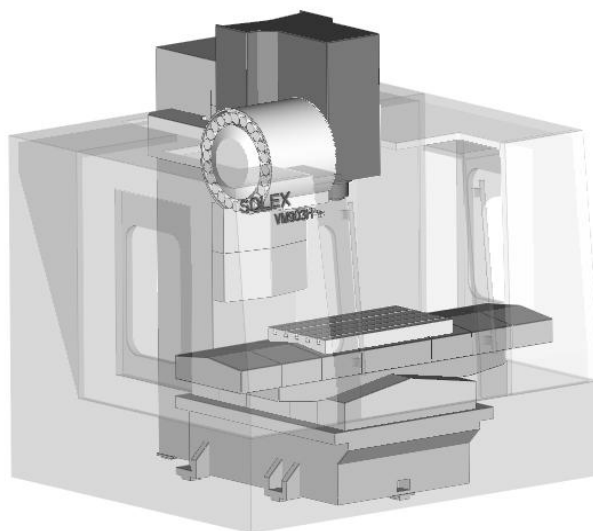


Рис. 1. 3D модель обрабатывающего центра в ПК VERICUT

1. Кангин, М.В., Трошин, А.М. Повышение эффективности подготовки управляющих программ за счет контроля столкновений узлов станка с использованием программного комплекса Vericut на примере детали «Рычаг» // журнал Приволжский научный вестник. - 2016. - №3 (55) – С. 46-51

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ «ТОЙОТА» ПРИ МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Производственная система – это система, использующая операционные ресурсы компании (персонал, заводы, материалы, процессы и системы планирования и управления) для преобразования вводимого фактора производства в избранную продукцию или услугу [1]. Одним из наиболее известных примеров производственной системы является производственная система «Тойота» (англ. *Toyota Production System – TPS*), производственная стратегия которой (сборка под заказ) реализуется за счет «вытягивания» изделий на конвейер [2].

В основе *TPS* лежат две базовых концепции. Первая из них – принцип «точно вовремя» (англ. *just in time*), согласно которому все необходимые материальные ресурсы поступают на производство только тогда, когда в них возникает необходимость, а их запас на складе предприятия минимален [1]. Вторая – дзидока (англ. *jidoka*), говорит о «встраивании» качества в производственный процесс для сокращения дефектов и брака, отходов и переделок. Кроме того, к основным элементам *TPS* относятся также выравнивание производства как по объему, так и по номенклатуре изделий (*heijunka*), непрерывное совершенствование производственных процессов (*kaizen*), стандартные операции, быстрая переналадка (англ. *Single-Minute Exchange of Dies (SMED)* – быстрая смена пресс-форм), система 5S, визуальный контроль (*visual control*), канбан (*kanban*) и др. [2,3].

Все методы и инструменты системы *TPS* применяются в условиях, характерных для массового производства, в котором производственная среда, спрос, и, следовательно, протекание всех производственных процессов в течение длительного периода отличаются высокой стабильностью. Именно для этих условий система доказала свою эффективность.

Но на большинстве российских предприятий производство организовано по единичному или мелкосерийному типу. Условия их работы отличаются высокой нестабильностью, которая может быть вызвана как короткими жизненными циклами изделий, так и изменениями спроса на них. В большинстве случаев такая нестабильность ведет к нарушениям графика выполнения заказов клиентов.

Отсюда можно сделать вывод, что внедрение отдельных методов и инструментов *TPS* на предприятиях с единичным или мелкосерийным типами производства может быть неоправданно или не приносить тех результатов, на которые рассчитывает руководство. Однако если выделить в *TPS* ключевые принципы работы (не отдельные составные элементы), за счет которых и достигается ее эффективность, можно попытаться реализовать их в условиях мелкосерийного производства. Какие методы и способы при этом использовать – в настоящее время вопрос интересный и актуальный.

Библиографический список

1. **Чейз, Р.** Производственный и операционный менеджмент / Р.Чейз, Н. Дж. Эквилайн, Р. Ф. Якобс 8-е изд., перераб. и доп. – Пер. с англ. М. Издательский дом «Вильямс», 2004. – 704 с.
2. **Лайкер, Дж.** Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Дж. Лайкер. Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402 с.
3. **Сигео, С.** Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства / Пер. с англ. – М.: Институт Комплексных Стратегических Исследований, 2006 – 312 с.

**ПОДСИСТЕМА РАСЧЕТА И ПЛАНИРОВАНИЯ РЕЖУЩЕГО
ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разрабатывается методика автоматизированного учета, прогнозирования и расчета расхода режущего инструмента и усовершенствования инструментального хозяйства предприятия. Разрабатываемая методика обеспечит ряд преимуществ: оптимизация производства за счет рационального использования ресурсов предприятия; значительное сокращение складских запасов за счет прогнозирования потребностей в инструментальном оснащении; доступность информации на всех этапах управления, что обеспечивается соответствующим агрегированием и фильтрацией информации техническими средствами.

Основой такой методики является автоматизированный расчетный модуль прогнозирования расхода режущего инструмента на основе производственных планов изготовления деталей и технологий.

Для использования методики прогнозирования и расчета расхода режущего инструмента нужно выполнить условие: создать электронную базу данных инструмента, используемого для изготовления деталей. В процессе ознакомления с существующей на сегодняшний день организацией инструментального обеспечения была выявлена информация, которая должна содержаться в базе данных, и вид документов, сопровождающих взаимодействие подразделений предприятия в процессе обеспечения инструментальной оснасткой станков с ЧПУ.

Разработана методика прогнозирования и расчета расхода режущего инструмента для одного из заводов г. Н.Новгорода. В качестве исходных данных используются следующие: технологический процесс обработки каждой детали, из которого выбирается время резания конкретным инструментом, партия запуска и программа выпуска по каждой детали, количество разных типов деталей, величины стойкости каждого инструмента.

Разработанная методика позволяет спрогнозировать количество цельного инструмента на партию запуска, программу выпуска, а также определить точное количество инструмента, которое потребуется для обработки детали. Также методика позволяет вести прогнозирование инструмента с многогранными пластинами и рассчитывает такие значения, как количество пластин на партию запуска и программу выпуска с учетом случаев, когда в инструменте расположено несколько сменных многогранных пластин, количество деталей, после которых нужно поменять режущую грань пластины. Разработанная методика позволяет строить временные диаграммы зависимости (диаграммы Ганта), которые наглядно демонстрируют, когда и в какое время нужно произвести замену инструмента, а также позволяют отслеживать наличие инструмента на складе, давал возможность заранее прогнозировать момент, когда инструмент будет отсутствовать на складе, и заранее заказать новый. В первой версии подсистема реализована на основе EXCEL, в дальнейшем предполагается разработка специализированного программного обеспечения.

Приведен пример расчета расхода инструментов для группы технологических процессов на основе как цельного инструмента, так и с многогранными пластинами.

На основе разработанной методики также создается структура базы данных по определению критического по инструменту оборудования.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При однодуговой сварке по флюсом вертикальным электродом со скоростью выше 60 м/сек образуется подрезы. При сварке углом вперед форма сварного шва хорошая, однако низка глубина проплавления, что ведет к непроварам. Чрезмерное повышение сварочного тока и соответственно погонной энергии не только повышает энергопотребление, требования к источнику питания и автомату в целом, но и увеличивает зону термического влияния, деформации и напряжения, приводит к перегреву зоны сварки. При многодуговой сварке шов выполняется несколькими отдельными независимыми дугами.

Так, при сварке труб большого диаметра данный способ обеспечивает включение сварочных дуг, сварку и последовательное отключение сварочных дуг при одновременном уменьшении скорости сварки. В начале сварки поочередно включают сварочные дуги на расстоянии от начала трубы, обеспечивающем идентичность начальной части шва по глубине провара, ширине и форме, указанным параметрам шва в зоне сварки на установленном режиме. В процессе сварки по всей длине шва удельную погонную энергию сварки поддерживают на постоянном уровне. Отключают сварочные дуги на расстоянии от конца трубы, обеспечивающем хорошее качество концевой части шва без требования кратерной части. Включение и отключение сварочных дуг осуществляют при плавном регулировании их мощности и скорости подачи электродной проволоки. Значения мощности сварочных дуг скорости подачи электродной проволоки устанавливают производными от скорости движения трубы. Это позволит повысить качество шва в начале и конце сварки, а также уменьшить обрез концов.

При многодуговой сварке в зону плавления можно подавать дополнительную присадочную проволоку и таким образом увеличивать долю присадочного и уменьшать долю основного металла в шве, что особенно важно при сварке металла с повышенным содержанием ухудшающих свариваемость элементов - углерода, кремния, серы.

Благоприятный термический цикл при таком расположении дуг позволяет повысить качество сварки, особенно тех металлов, которые при однодуговой сварке имеют пониженную свариваемость. Достоинство этого вида сварки заключается также в высокой производительности. При двухдуговой сварке по сравнению с однодуговой производительность увеличивается в 2,5-3 раза.

Большое количество факторов процесса усложняет разработку технологии.

Один из путей решения данной задачи - компьютерное моделирование процесса многодуговой сварки. В качестве исходных данных, кроме параметров процесса необходимо учитывать число дуг, род тока в каждой дуге, циклограмма горения дуг.

Модель включает подмодели нагрева электродов электрической дугой и нагрева сварочной ванны. Наиболее сложной задачей является учет угла наклона электродов. Данные исследования представляют интерес при сварке под флюсом труб большого диаметра.

Таким образом, увеличение количества дуг при многодуговой сварке труб большого диаметра оправдано повышением производительности труда, скорости сварки, улучшением качества сварного шва, а также позволяет в переходных и в установившемся режимах поддерживать постоянной погонную энергию сварки и количество наплавленного металла на всей длине шва, обеспечивая неизменность характеристик сварного шва и уменьшая величину обреза по торцам труб.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ЗАГОТОВОК ПРИ ОДНОКОМПОНЕНТНОМ И КОМБИНИРОВАННОМ НАГРУЖЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При решении задач интенсификации штамповочного производства важную роль играют новые технологические процессы, в основу которых положено сложное комбинированное нагружение (сочетание осевого и вращательного движений) взамен однокомпонентного. В связи с этим актуальна разработка теоретических и технологических основ комбинированного нагружения.

С помощью программного комплекса DEFORM-3D проведен анализ процесса штамповки осесимметричных заготовок при однокомпонентном и комбинированном нагружении. DEFORM-3D позволяет смоделировать полный цикл формоизменения в процессе штамповки, получить полную информацию о поведении металла и о напряженно-деформированном состоянии (НДС) заготовки на каждом этапе деформирования.

При анализе полученных графиков распределения деформаций в процессе штамповки без кручения и с кручением видно, что во втором случае деформация распределена более равномерно. Теоретически, показатель неравномерности деформации и показатель неравномерности распределения эффективного напряжения определяется через следующие соотношения [2]:

$$K_\varepsilon = e_{\max}/e_{\min}, K_\sigma = \sigma_{\max}/\sigma_{\min} \quad (1)$$

При коэффициенте трения $\mu=0,5$ при штамповке без кручения неравномерность деформации быстро растет, тогда, как при комбинированном нагружении сначала возрастает, а затем снижается.

Таким образом, «наложение» кручения на процесс штамповки равносильно действию эффекта «смазки», который уменьшает коэффициент трения между инструментом и заготовкой, облегчая течение металла в радиальном направлении. Уменьшение неравномерности распределения деформации при сложном нагружении $K_{\text{εкруч}}$ по сравнению с обычной штамповкой, можно оценить соотношением [2]:

$$m_\varepsilon = \frac{K_\varepsilon}{K_{\text{εкруч}}}; m_\sigma = \frac{K_\sigma}{K_{\text{σкруч}}} \quad (2)$$

Посредством моделирования получили зависимости осевой силы P , крутящего момента M от степени деформации ε . Для оценки силы при штамповке с кручением использовали приближенную формулу [1]:

$$P = \frac{s \cdot \sigma \left(1 + \frac{1}{3} \mu \cos \alpha\right)}{\sqrt{1 + \frac{4,38 r^2 K^2}{i^2}}}, \quad (3)$$

где S – площадь контакта; σ – напряжение течения; K – коэффициент схватывания, для осадки принято $K \approx 0,1$.

Эффект уменьшения силы при сложном нагружении представлен в виде соотношения [3]:

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{кр}}} \quad (4)$$

С учетом работы крутящего момента, общие затраты энергии при комбинированном нагружении больше, чем при однокомпонентном. Крутящий момент можно определить по формуле [2]:

$$M = \frac{2}{3} \pi r^2 \tau \quad (5)$$

Таким образом, компьютерное моделирование процесса штамповки с кручением вместе с традиционной штамповкой позволяет: уменьшить неравномерность распределения деформаций, выражаемой показателем K_ε ; снизить осевую силу в 1,5 раза при штамповке с кручением; уменьшить неравномерность напряжений, выражаемую показателем K_σ .

Библиографический список

1. Михаленко Ф.П., Пудов А.С., Шнейберг А.М. Компьютерное моделирование процесса раздачи кольцевых заготовок осадкой при однокомпонентном и комбинированном нагружении// КШП. ОМД. 2006. № 7. С.14-20.
2. Михаленко Ф.П., Пудов А.С., Шнейберг А.М., Кошелев О.С. Исследование процесса осадки при однокомпонентном и комбинированном нагружении посредством компьютерного моделирования// К.ШП. ОМД. 2007. № 8. С.31-40.
3. Михаленко Ф.П., Пудов А.С., Шнейберг А.М. Теоретическое и экспериментальное исследование процесса раздачи кольцевых заготовок при осадке с кручением// КШП. ОМД. 2007. № 2. С.3-7.

УДК 658.5:005.511

ШМЕЛЕВА Н.А., СЕМИНА А.О.

ПЛАНИРОВАНИЕ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пусконаладочные работы (ПНР) представляют собой комплекс взаимосвязанных работ: проверка проектно-сметной документации, прием оборудования для проведения ПНР, индивидуальные испытания, комплексное опробование для регулирования и наладки систем, включая 72-часовые испытания на эксплуатационных режимах в составе объекта и передачу в эксплуатацию с оформлением необходимой исполнительной документации. Проведение пусконаладочных работ на магистральных газопроводах является одной из наиболее важных задач обеспечения эксплуатационной надежности единой системы газоснабжения, так как именно квалифицированно проведенные ПНР являются обязательным условием эксплуатации газотранспортных станций с повышенными требованиями безопасности.

ПНР должны планироваться на основе современных методов объемно-календарного планирования, которые обеспечивают график работ и оптимизацию ресурсов, необходимых для выполнения данных работ. В календарном планировании графическая интерпретация календарных планов может выражаться в виде линейного календарного графика (диаграмма Г. Гантта) и сетевого календарного графика. Диаграмма Гантта представляет собой таблицу, состоящую из организованного списка этапов работ и временных характеристик данных этапов [1], в которой продолжительность работ изображается в виде горизонтальных отрезков линий, а сетевой график, основанный на использовании математической модели – граф, представляет собой графическое изображение процессов, выполнение которых приводит к достижению одной или нескольких поставленных целей, с указанием установленных взаимосвязей между этими процессами.

Осуществление пусконаладочных работ на компрессорных станциях магистральных газопроводов выполняется в соответствии с графиком производства пусконаладочных работ, то есть на все время пусконаладочных работ составляется график их поэтапного проведения. Данный график работ можно представить либо в виде диаграммы Гантта, либо сетевым графиком или в том и другом виде, так как использование линейных графиков позволяет наглядно увидеть сроки проведения работ, но если вдруг произошло нарушение сроков выпол-

нения работ, то появляется сложность в их корректировке, тогда данный недостаток можно устранить с помощью сетевого графика.

1. Манцеров С.А. Аналитическая система ProjectExpert: учеб. пособие /сост.: С.А. Манцеров. Нижегород. Гос. Техн. Ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 102 с.

УДК 621.91

ШОТИН М.А., ЛАПТЕВ И.Л.

ТВЕРДОЕ ТОЧЕНИЕ КАК АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЗАМЕНА ШЛИФОВАНИЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В реалиях современного машиностроительного производства главным вектором развития является повышение эффективности процесса изготовления деталей с соблюдением требуемых точностных характеристик за минимально возможное время. В частности для получения поверхности высокого качества на деталях типа «Тело вращения», используется следующая стратегия обработки: точение → термообработка → шлифование → суперфиниширование. Применяемый способ обеспечивает требуемые технологические характеристики детали, но, является трудозатратным и дорогостоящим. Возникает вопрос, можно ли найти альтернативную замену актуальному методу обработки при уменьшении затрат на изготовление детали, при этом сохранив качество получаемых поверхностей. Токарная обработка и шлифование имеют очень схожие технологические задачи. Но процесс точения имеет большую производительность по сравнению со шлифованием. Также следует отметить, что токарный станок имеет более широкую функциональность. Следовательно, необходимо подобрать такой метод токарной обработки, который не будет уступать шлифованию как в качестве получаемых поверхностей, так и в производительности.

Один из наиболее интересных технологических процессов с данной точки зрения – это процесс твердого точения. Суть данного способа обработки заключается в том, что в зоне резания за счет подбора режимов и геометрии лезвия обрабатываемый материал нагревается и пластифицируется. Твердость срезаемого слоя уменьшается, и он может удаляться лезвием режущего инструмента. Твердость же детали после обработки падает не более чем на одну-две единицы HRC. Данный способ обработки является относительно новым и пока не получил широкого применения в производстве, поскольку требует высоких эксплуатационных свойств используемого оборудования и оснастки.

В ходе исследования процесса твердого точения на базе предприятия НОАО «Гидромаш» был осуществлен производственный эксперимент на станке Integrex e-670 3000II ф. MAZAK (Япония). В ходе эксперимента обрабатывался имитатор штока из закаленной стали 30XГСА (твердость 49...52 HRC) методом твердого точения. Варьировались инструментальные материалы, скорость, подача, глубина резанья и геометрия лезвия. Наилучший результат был показан при обработке пластиной из режущей керамики – CNGA 120408 ST300 ф. SsangYong (Корея). Полученная поверхность имитатора была исследована на предмет определения шероховатости, а также выявления возможных дефектов (прижогов, изменения твердости, обезуглероживания верхнего слоя металла). Дефектов выявлено не было. Полученная шероховатость соответствует техническим требованиям.

Машинное время резания сократилось в 2 раза, тем самым уменьшая затраты на изготовление продукции подобного типа. Также стоит отметить, что отсутствие применения СОЖ при выполнении операции твердого точения положительно влияет на снижение себестоимости детали, а также на экологическую и санитарно-гигиеническую безопасность производства.

АНАЛИЗ ПОЛОЖЕНИЯ КОМПАНИИ «ГРУППА «ГАЗ» НА ОТЕЧЕСТВЕННОМ И ЗАРУБЕЖНОМ РЫНКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

«Группа ГАЗ» – крупнейшая машиностроительная компания в России, производящая широкий спектр автомобилей, автобусов, двигателей, автокомпонентов. Она обеспечивает машиностроительной продукцией различные отрасли экономики, социальные виды перевозок и гарантирует безопасность, надежность техники, безупречный сервис.

Однако вследствие последнего экономического кризиса объем спроса внутреннего рынка значительно упал. «Группа ГАЗ», как и все предприятия автотранспортной отрасли, оказалась в трудной ситуации. С одной стороны, главные потребители продукции компании (к которым в первую очередь нужно отнести представителей малого и среднего бизнеса), были вынуждены отказаться от приобретения новой техники. Это было связано со снижением их платежеспособности. С другой стороны, самим предприятиям стало очень сложно получить кредит. И, наконец, с третьей — в новых экономических условиях оставаться конкурентоспособным крайне трудно. Для крупной компании, настроенной на массовое производство и имеющей высокие затраты, это вызвало определенные сложности.

Несмотря на снижение рыночного спроса, руководство «Группы ГАЗ» продолжает прикладывать максимум усилий, использовать потенциал сотрудников, чтобы обеспечить необходимый результат. У компании была узкая продуктовая линейка и небольшие объемы производства. В настоящее время удалось полностью обновить и расширить предложение в каждом сегменте: грузовики, автобусы, силовые агрегаты. Одна из новинок – микроавтобус «Газель Next» – была признана в России автомобилем года. Это одна из наиболее конкурентоспособных моделей российского автопрома по сравнению с западными аналогами. Наличие автомобилей такого уровня способствовало развитию продаж на экспорт, тем самым увеличив доходы компании.

При сегодняшней доле экспорта 20% от общих продаж «Группа ГАЗ» ставит себе цель увеличить ее до 50% через несколько лет, не уступая при этом внутренний рынок России конкурентам. Прорабатывается возможность организации сборочных производств в Иране, Вьетнаме, на Кубе, в Египте, в крупных странах Африки и других странах. Планируется выход на Ближний Восток, развитие продаж в странах Африки (Алжир, Марокко, Тунис, Эфиопия, Гана, Нигерия). В Азии активно проводится работа над развитием поставок во Вьетнам, Лаос, Камбоджу, Филиппины и др.

Также продукция «Группы ГАЗ» традиционно широко представлена в странах СНГ, где одним из приоритетных для компании рынков является Казахстан. На данный момент у «Группы ГАЗ» есть сборочное производство в Турции и Казахстане.

Библиографический список

1. Сайт «Группа ГАЗ» – (<http://gazgroup.ru/>)
2. Статистика поставок автомобилей – (<https://www.autostat.ru/news/28747/>)
3. Кризис компании «Группа ГАЗ» – (http://www.trucklist.ru/media/gruppa-gaz-krizis-glubzhe-ekonomiya-%E2%80%93-bolshe_2801.html)

СЕКЦИЯ 4

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Секция 4.1

Конструирование наземных транспортных средств

УДК 630*232.4

АВДЕЕНКО Р.С., АЛЯБЬЕВ А.Ф., ЛАЗАРЕВ Д.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГРУНТОЗАЦЕПОВ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Одним из путей повышения тяговых качеств гусеничных тракторов является выбор рациональных значений таких конструктивных параметров как шаг и высота грунтозацепов. Каждому типу грунта и высоте грунтозацепов соответствует определенный шаг гусеницы.

Скорость движения лесных гусеничных тракторов на лесохозяйственных работах и на трелевке в тяжелых условиях не превышает 2-3 км/ч. Динамические нагрузки при взаимодействии трака с почвой малы и их можно не рассматривать. В переходный режим движения – начало буксования - почва находится в состоянии предельного равновесия, и взаимодействие трака гусеницы с почвой рассматривается методами статики сыпучей среды.

Рассматривается плоское предельное равновесие почвы при его взаимодействии с траком гусеницы. Предельно допустимые касательные напряжения на площадке скольжения определяются по закону Кулона. Процесс заглубления грунтозацепа в почву мы не рассматриваем. Массу почвы не учитываем. При взаимодействии трака гусеницы с почвой может образовываться область предельного равновесия. Буксование трактора начнется если область предельного равновесия выйдет за пределы подошвы трака или произойдет выклинивание области предельного равновесия, то есть превышении вертикальной составляющей нагрузки, уравнивающей тяговое усилие трактора, веса трактора, приходящегося на подошву трака.

Проведенными ранее исследованиями [1], установлено, что форма области предельного равновесия определяется свойствами почвы и свойствами материала трака: углом внутреннего трения ρ и углом трения грунта о трак ω . Размер области предельного равновесия определяется размером грунтозацепа h . Форма и размер области предельного равновесия не зависят от сцепления почвы C и силы тяги. Для конкретных почвенных условий и размеров трака форма и размер области предельного равновесия не изменяется при изменении тягового усилия. Если область предельного равновесия выходит за габариты подошвы трака, то трактор будет буксовать («закапываться») при любом тяговом усилии, при котором возникает область предельного равновесия. Таким образом, длина опорной поверхности трака должна превышать длину области предельного равновесия, которая определяется высотой грунтозацепа h , углом внутреннего трения ρ и углом трения грунта о трак ω . В качестве примера, определим для трактора Т10М длину области предельного равновесия l и максимальную высоту грунтозацепа h для дерново-подзолистой почвы

суглинистого состава (Ленинский район Московской области) в зависимости от влажности почвы. Используем методику [1] и характеристики почвы по П.У. Бахтину[2].

Из таблицы видно, что область предельного равновесия l превышает длину трака при влажности почвы 20 % (относительная влажность 80 %), т.е. трактор Т10М будет работать в рассмотренных почвенных условиях, практически во всех диапазонах влажности.

Абсолютная влажность почвы, %	tg(ρ)	tg(ω)	h , см	l , см
5	0,92	0,30	7,8	16,7
10	0,62	0,36	8,3	15,7
15	0,49	0,38	7,2	18,0
20	0,40	0,36	5,4	23,9
25	0,37	0,3	7,3	17,9
30	0,32	0,28	6,7	19,3

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 9.8996.2017/БЧ

Библиографический список

1. Алябьев А. Ф., Калинин С. Ю. Модель взаимодействия гусеницы трактора с грунтом // Лесной вестник. 2016. № 2. С. 173-177
2. Технологические свойства почв: монография / П.У. Бахтин, В.Н. Винокуров, А.Ф. Алябьев. –М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2014. – 168 с.

УДК 630*3

БЕЛЯКИН И.В., АКИНИН Д.В.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СНИЖЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ ДАВЛЕНИЙ МАШИН НА ГРУНТ

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
Мытищинский филиал

Удельное давление является одним из основных оценочных параметров как машин лесного комплекса, так и других тракторов. От величины и распределения удельного давления по длине опорной поверхности гусениц зависят тягово-сцепные качества тракторов и воздействия ходовой системы на почву. Это воздействие выражается в уплотнении почвы, разрушении ее структурных агрегатов, снижении эрозионной стойкости почвы и др.[1].

С целью установления допустимых напряжений, возникающих в почве под воздействием рабочих органов и ходовых устройств машин лесного комплекса, необходимо располагать данными о характере распределения напряжений, возникающих при этом в почве в зависимости от ее физико-механических свойств.

В связи с тем, что физико-механические свойства почвы зависят от нескольких факторов (механического состава, влажности, структуры и др.), то различные типы почв при различном значении указанных факторов не могут быть представлены одной какой-либо моделью сплошной среды. Для этого необходимо использовать несколько моделей, причем одни из них являются основными, а другие второстепенными.

При определении напряжений в почвенной среде, возникающих под воздействием рабочих органов машин лесного комплекса или ходовых устройств, необходимо исходить из математических моделей, являющихся основными для данных типов почв во время выполнения технологических процессов и производственных операций.

В зависимости от физико-механических свойств почвы и требуемой точности определения возникающих в ней напряжений, для построения модели почвенной среды можно использовать как простые, так и сложные способы математической формализации, основными из которых являются:

- 1) модель идеально-вязкой жидкости,
- 2) модель Фохта,
- 3) модель Гука,
- 4) модель Максвелла,
- 5) модель Фусса-Зинклера,
- 6) модель Берштейна-Летошнева,
- 7) упруго-изотропная модель,
- 8) сложная модель упруго-вязкой среды, описываемая дифференциальными уравнениями первого порядка,
- 9) сложная модель упруго-вязкой среды, описываемая дифференциальными уравнениями второго порядка,
- 10) сложная многоэлементная упруго-вязкая среда.

Напряжения, возникающие в почвенной среде, являются следствием движущихся рабочих органов машин лесного комплекса или их ходовых устройств. В силу этого такие напряжения носят не статический, а динамический характер. И поэтому для их определения необходимо прибегать к изучению волн напряжений в такой среде, что позволяет находить максимальное значение указанных напряжений.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 9.8996.2017/БЧ.

-
1. Акинин Д.В., Казначеева Н.И., Борисов В.А. Лесные машины и почвенная часть лесной экосистемы // Наука третьего тысячелетия: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: РИОМЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. – с. 23-31.

УДК 629.113

**БЕРЕСНЕВ П.О., МАКАРОВ В.С., ПОРУБОВ Д.М.,
ФИЛАТОВ В.И., БЕЛЯКОВ В.В., КУРКИН А.А., ЗЕЗЮЛИН Д.В.**

РАЗРАБОТКА АМФИБИЙНОГО МОДУЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛНОВОЙ ДИНАМИКИ ЗОНЫ ПРИБОЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мониторинг среды морского дна как в шельфовой зоне, так и в зоне прибоя всегда был сложной задачей для ученых и исследователей [1].

Создаваемый в рамках проекта устойчивый к гидродинамическому воздействию мобильный исследовательский комплекс, передвигающийся в условиях зоны прибоя, будет использоваться для верификации данных, получаемых от автономного мобильного робототехнического комплекса. Комплекс будет собирать данные с использованием системы видеоинспектирования и гидростатического волнографа со струнными датчиками, установленными на стационарных опорах корпуса.

Амфибийное модульное транспортное средство (АМТС) представляет собой трехопорную систему. Основанием комплекса является опорная платформа – стальной лист служит для закрепления на ней рычагов и герметичного кейса с измерительным оборудованием. Для связи опорной платформы с ведущими колесами используются рычаги, состоящие из спаренных стальных труб. Конструкция рычагов обеспечивает прочность и

жесткость всей системы транспортного средства при малом весе. В движение АМТС приводится двумя шаговыми электродвигателями FL86STH118-4208. Данные двигатели имеют реверс - движение задним ходом и возможность фиксирования положения вала двигателя, что является тормозной системой для данного комплекса. Поворот транспортного средства осуществляется за счет разной величины крутящих моментов, подаваемых на ведущие колеса. Для увеличения крутящего момента на ведущих колесах применяется планетарный редуктор РХ86 с передаточным числом $U=10$. Для крепления двигателей и передачи мощности на ведущие колеса используется ступичный узел. Особенностью данной конструкции является применение антифрикционных материалов, что позволит исключить использование смазочных материалов на нефтяной основе и повысить экологическую безопасность транспортного средства.

АМТС имеет возможность регулировки положения центра тяжести для повышения устойчивости при движении по крутым склонам морского дна и при значительном гидродинамическом воздействии. Максимальная длина рычага составляет 920 мм, минимальная – 770 мм. В горизонтальной плоскости регулировка производится за счет изменения угла между опорными рычагами ведущих колес. Минимальный угол составляет 40° , максимальный – 1° .

При изменении положения центра масс в двух указанных плоскостях происходит расхождение осей движения ведущих колес. Это приводит к рассогласованию направления действий тяговых сил, увеличению сил сопротивления движению и потере управляемости комплекса. Для устранения данной проблемы применяется регулировочный узел, позволяющий изменять положение направления осей движения ведущих колес и выставлять их параллельно с точностью ± 1 градус.

Конструкция АМТС позволит передвигаться в разных условиях и при разных глубинах. Использование АМТС для мониторинга прибрежной зоны является перспективным направлением и позволит верифицировать данные получаемые от автономных комплексов.

Представленные результаты получены при финансовой поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-6637.2016.5, а также гранта РФФИ 16-38- 00672 мол_а.

1. Коленик М.Р., Беляев А.М., Филатов В.И., Порубов Д.М., Макаров В.С., Зезюлин Д.В., Папунин А.В., Беляков В.В., Куркин А.А. Анализ конструкций робототехнических комплексов для проведения исследований в прибрежной зоне // Будущее технической науки: сборник материалов XV Международной молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016. – с. 204-205

УДК 629.113

ВОЛКОВ С.А., КРАВЕЦ В.Н., МУСАРСКИЙ Р.А.

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ МАСС ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ БОЛЬШОГО И БИЗНЕС-КЛАССОВ ОТ ИХ ДЛИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В европейской классификации легковых автомобилей в качестве главного параметра принята их габаритная длина. В зависимости от габаритной длины при проектировании легковых автомобилей выбирают многие конструктивные параметры, в том числе важнейшие из них – снаряженную и полную массы. К настоящему времени сложилось шесть классов легковых автомобилей: А, В, С, D, Е, F. В данной работе изложены результаты статистического

анализа зависимостей снаряженной (m_0) и полной (m_a) масс легковых автомобилей большого и бизнес-классов от их длины.

Объем выборки составил 213 современных легковых автомобилей класса D (большого класса), из которых 82 седана, 19 хетчбеков, 33 универсала и 79 купе и кабриолетов. Для класса E (бизнес-класса) объем выборки составил 118 автомобилей, в том числе 52 седана, 20 универсалов, 37 купе и кабриолетов и 9 хетчбеков (для них ввиду малого объема выборки отдельный анализ не проводился).

Таблица 1
Коэффициенты и погрешности аппроксимации

Коэффициенты аппроксимации	a	b	c	Погрешности аппроксимации, %
Класс D – m_a	2,195	– 19,100	43,327	10,8
Класс D – m_0	3,951	– 35,214	79,835	12,9
Класс D (седаны) – m_a	2,463	– 21,061	46,575	8,3
Класс D (седаны) – m_0	3,839	– 33,881	75,956	8,6
Класс D (хетчбеки) – m_a	2,008	– 18,286	43,512	27,9
Класс D (хетчбеки) – m_0	– 0,183	1,655	– 2,323	9,0
Класс D (универсалы) – m_a	– 13,830	127,560	– 292,010	10,0
Класс D (универсалы) – m_0	– 7,100	65,980	– 151,760	11,9
Класс D (купе и кабриолеты) – m_a	2,520	– 22,108	50,365	22,0
Класс D (купе и кабриолеты) – m_0	4,484	– 40,034	90,855	10,2
Класс E – m_a	8,500	– 81,320	196,520	9,8
Класс E – m_0	10,030	– 96,140	231,890	12,6
Класс E (седаны) – m_a	6,760	– 64,610	156,330	8,2
Класс E (седаны) – m_0	5,550	– 53,040	128,220	8,6
Класс E (универсалы) – m_a	22,300	– 213,300	512,070	17,9
Класс E (универсалы) – m_0	19,280	– 184,970	445,200	7,7
Класс E (купе и кабриолеты) – m_a	4,167	– 38,705	91,968	11,0
Класс E (купе и кабриолеты) – m_0	– 1,569	16,126	– 39,441	13,1

Результаты анализа представлены численными значениями коэффициентов аппроксимации в уравнениях полиномов второго порядка, устанавливающих зависимости снаряженной и полной масс автомобилей от их габаритной длины. Значения коэффициентов аппроксимации, а также погрешности их вычисления представлены в табл. 1.

В работе показано, что с погрешностью в пределах от 7,7% до 27,9% зависимости между массами и габаритной длиной автомобилей классов D и E могут быть аппроксимированы полиномами второго порядка вида $aL^2 + bL + c$. Результаты исследования рекомендуется использовать в проектно-конструкторских организациях автомобильных концернов для обоснованного выбора снаряженной и полной масс проектируемых легковых автомобилей различных классов.

УДК 629.113

ГРАЧЕВ П.С., ЧЕРКУНОВ А.М.

МАСШТАБНЫЕ МОДЕЛИ МАШИН ДЛЯ ГРУНТА И СНЕГА

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
Мытищинский филиал

Делается исторический обзор применения масштабных моделей для изучения технических характеристик машин, работающих вне дорог. Описываются в общих чертах программа современных исследований в этой области Мытищинского филиала МГТУ им.

Н.Э. Баумана и выработанный в результате этих работ метод характеристики грунта из снега для целей испытания масштабных моделей. Даны соотношения между характеристиками масштабных моделей и прототипа для естественных снежных и песчаных грунтов. И наконец, представлены проектные данные по техническим параметрам для машин с колесной формулой 4 на 4 с пневматическими шинами при работе на песке и снегу с соответствующей информацией об ожидаемом вероятном минимуме напряжения материалов. В дополнениях детально изложен современный анализ размерности, на котором базируется исследование.

Важно, начиная обсуждение масштабных моделей машина - грунт, подчеркнуть, что понимание основ взаимодействия машины и грунта необходимо для обоснованного успешного анализа размерности. Это тот необходимый минимум, который требуется для проведения любого другого формального анализа с равной обоснованностью [1,2,3,4]. Исследование по использованию масштабных моделей имеет дело, во-первых, с индикацией основных коэффициентов, влияющих на поведение систем машина - грунт. Таким образом, результаты этого исследования являются весьма важными независимо от того, использовались или нет масштабные модели, или они были только полезны для изучения некоторых частных конструктивных задач.

На самом деле исследования не только вносят ясность во многие основные взаимодействия машин и грунта, но также приводят к развитию практических и экономических приемов применения испытаний.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 9.8996.2017/БЧ .

Библиографический список

1. Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е. К вопросу определения удельных давлений на лесные грунты движителями лесозаготовительных машин // Инженерный вестник. 2016. № 12. с. 18.

2. Клубничкин, В.Е. Модель взаимодействия элементов опорной поверхности гусениц лесозаготовительной машины с грунтом / В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, В.И. Запруднов, Л.Д. Бухтояров, Д.Ю. Дручинин, С.В. Малюков // Лесотехнический журнал. - 2014. - Т. 4. № 4 (16).- С. 191-200.

3. Klubnichkin, V.E. Model to calculate loading of transmission elements at controlled curvilinear motion of the tracked timber harvesting machine / V.E. Klubnichkin, E.E. Klubnichkin, V.I. Zaprudnov, L.D. Bukhtoyarov, S.V. Malyukov, D.Yu. Druchinin // Лесотехнический журнал. - 2015. - Т. 5. № 2 (18).-С. 166-176.

4. Клубничкин, В.Е. Моделирование движения гусеничных машин по лесным дорогам /В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин, А.В. Редкозубов, В.В. Беляков // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексева. – 2016. – № 1. – С. 171–176.

УДК 629.014.5

ГУСЬКОВ А.А., КИЙ Е.А., МАНЯНИН С.Е.

КОНСТРУКЦИЯ СОЧЛЕНЕННЫХ ДВУХЗВЕННЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН. ДВУХЗВЕННЫЕ ГУСЕНИЧНЫЕ МАШИНЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В своем докладе мы рассмотрим особенности конструирования и создания первых отечественных СГМ или ДТ (двухзвенных транспортерах), плюсы и минусы конструкций отечественных машин.

Сочлененные гусеничные машины (СГМ) предназначены для работы в условиях Севера, Сибири и Дальнего Востока на грунтах с низкой несущей способностью (болото, снежная целина, бездорожье, пересеченная лесистая местность и т.д.) при температуре окружающей среды от плюс 40°С до минус 50°С. СГМ относятся к принципиально новому типу быстроходных транспортных машин - сочлененным гусеничным машинам, сочетающим большую грузоподъемность и грузовместимость с высокими показателями проходимости и маневренности в особо тяжелых дорожно-климатических условиях.

Создание первых отечественных СГМ - унифицированного семейства двухзвенных транспортеров «Витязь» - это уникальное научно-техническое событие и достижение того времени. Примечательность и уникальность этого события в том, что произошло оно в далеком от научно-технических и культурных центров Советского Союза алтайском городе Рубцовске, и свершилось по воле малоизвестного в то время конструкторского коллектива – Специального конструкторского бюро по военным гусеничным машинам.

К началу НИОКР по созданию отечественных СГМ у советских конструкторов полностью отсутствовали научные заделы, практический опыт по созданию подобной транспортной техники. В Советском Союзе не было информации и об опыте работы иностранных фирм с сочлененными машинами, несмотря на то, что в США, Канаде и Швеции к началу 1960 годов уже серийно изготавливались несколько десятков наименований и видов СГМ различного назначения. Много сил и времени было затрачено на разработку агрегатов и узлов ходовой части ДТ-Л, т.к. это были первые шаги и первый опыт по созданию резиноканевой ленточной гусеницы с разнесенными цельносварными поперечинами, с пневматическими опорными катками. В конечном счете было создано целое семейство СГМ Витязь для разных целей, назначения, и каждая модель имеет свои особенности. Впоследствии эти машины поступили на вооружение сухопутных и морских войск СССР и РФ.

УДК 621.1+06

ДМИТРИЕНКО Д.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВЫХ РЕГУЛИРУЮЩИХ ОРГАНОВ В ВОЗДУХООЧИСТКЕ НА ТРАНСПОРТЕ

ГБОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля»,
г. Луганск, Украина

Современный автономный подвижной состав железнодорожного транспорта, тепловозы и газотурбовозы, являются мощными потребителями атмосферного воздуха; он используется в силовых установках как компонент рабочей смеси, а также для охлаждения тяговых электрических машин и аппаратов [1]. Воздух содержит множество примесей, которые интенсифицируют износ деталей ДВС и ГТУ, снижают механическую и диэлектрическую прочность изоляции электрических машин и ухудшают их теплоотдачу.

Средства очистки воздуха играют важную роль в обеспечении надежности энергетических установок транспортных средств и систем тепловодоснабжения железнодорожного транспорта. Поэтому актуальной задачей при создании новой техники и модернизации существующей является разработка современных эффективных пылеулавливающих устройств [2].

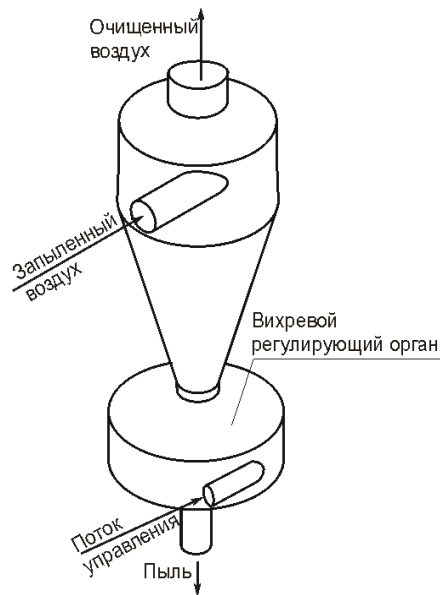


Рис. 1. Схема работы ВРО с циклонным пылеуловителем

Циклоны обычно служат для предварительной очистки газов, т.к. имеют значительное гидравлическое сопротивление и малую эффективность при улавливании частиц размером до 5 мкм.

Для повышения эффективности работы пылеулавливающего оборудования проведены теоретические исследования использования вихревых регулирующих органов (ВРО) совместно с циклонными аппаратами. Циклон дополняется вихревым регулирующим органом, присоединенным к разгрузочному отверстию (рис.1).

В результате, появляется возможность регулирования давления на выходе из песковой насадки, т.е. разделительной способности циклона. Среда для управления работой вихревого регулирующего органа – жидкость или газ.

Библиографический список

1. **Финоченко, В.А.** Экозащитные технологии на железнодорожном транспорте: Монография / В.А. Финоченко. РГУПС. – Ростов н/Д.: 2009. – 111 с.
2. **Дмитриенко, Д.В.** Совершенствование схем циклонных пылеуловителей // Прикладная экология. Сборник научных трудов ВНУ им. В.Даля – Луганск: Изд-во ВНУ им. В.Даля. - №1 (2).– 2010. – С. 82-88.

УДК 629.11

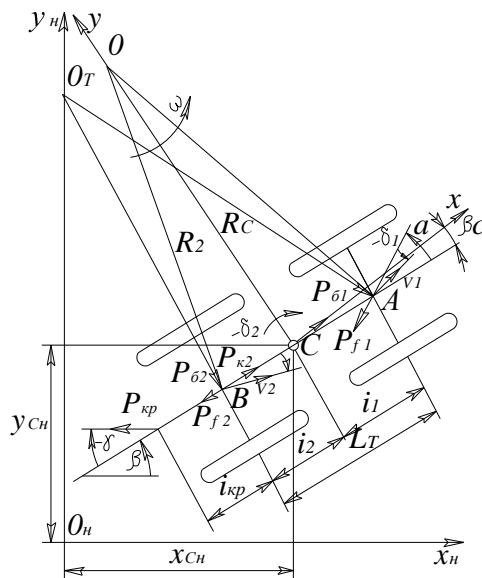
ДОНИН М.Е.

КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
Мытищинский филиал

Для аналитического исследования криволинейного движения колесного трактора воспользуемся плоской расчетной моделью (см. рис.). В процессе поворота на трактор действуют суммарная сила тяги ведущих колес P_{K2} , боковые силы на передней $P_{\delta 1}$ и задней $P_{\delta 2}$ осях, силы сопротивления движению передней P_{f1} и задней P_{f2} осей и крюковая нагрузка $P_{кр}$, составляющая при криволинейном движении угол γ с продольной осью трактора [2,3,4,5]. Повороту трактора препятствует момент сопротивления повороту M_c . Управляемые

колеса трактора повернуты на угол α . Середины передней (точка А) и задней (точка В) осей двигаются со скоростями v_1 и v_2 направления которых составляют с продольной осью трактора соответственно углы $\alpha - \delta_1$ и δ_2 . Трактор поворачивается с угловой скоростью ω относительно мгновенного центра поворота O .



Составим систему уравнений, описывающих движение трактора в подвижной системе координат xCy . Начало системы координат шарнирно свяжем с центром масс трактора, ось абсцис совместим с направлением абсолютной скорости центра масс, составляющей с продольной осью трактора угол β_C

$$\begin{aligned} m\dot{v}_C &= (P_{k2} - P_{f2})\cos\beta_C + P_{62}\sin\beta_C - P_{f1}\cos(\alpha - \beta_C) - P_{61}\sin(\alpha - \beta_C) - P_{kp}\cos(\gamma + \beta_C); \\ 0 &= P_{61}\cos(\alpha - \beta_C) + P_{62}\cos\beta_C - P_{f1}\sin(\alpha - \beta_C) + (P_{k2} - P_{f2})\sin\beta_C + P_{kp}\sin(\gamma + \beta_C); \\ J\dot{\omega} &= P_{61}l_1\cos\alpha - l_2P_{62} - l_1P_{f1}\sin\alpha - P_{kp}(l_{kp} + l_2)\sin\gamma. \end{aligned} \quad (1)$$

Полученная система из трех уравнений содержит шесть неизвестных: $v_C, \omega, P_{61}, P_{62}, P_{k2}, \beta_C$, т. е. система (1) неопределима. Из условия отсутствия скольжения колес трактора в направлениях, нормальных к направлениям абсолютных скоростей передней v_1 и задней v_2 осей, получаем еще два уравнения:

$$\begin{aligned} l_1\omega\cos(\alpha - \delta_1) - v_C\sin[(\alpha_1 - \delta_1) - \beta_C] &= 0; \\ l_2\omega + v_C\sin(\beta_C + \delta_2) &= 0. \end{aligned}$$

Чтобы решить исходную систему уравнений и получить величины, характеризующие криволинейное движение, задаются касательной силой тяги ведущей оси, принимая ее постоянной и равной силе тяги при прямолинейном движении, или скоростью трактора, также принимая ее постоянной и равной скорости прямолинейного движения [1]. Эти допущения позволяют исследовать на математической модели криволинейное движение трактора и являются первым приближением к реальным условиям движения, так как одной и той же касательной силе тяги ведущих колес P_{k2} в зависимости от передаточного числа трансмиссий соответствуют различные скорости движения трактора (рис.), и, наоборот, задавшись произвольной скоростью движения трактора v' из решения уравнений в зависимости от начальных условий получим различные касательные силы тяги ведущей оси.

В реальных условиях при криволинейном движении возрастает сила сопротивления качению колес и возникает момент, препятствующий повороту трактора, которые преодолеваются за счет увеличения касательной силы тяги ведущих колес:

$$P_{k2} = \frac{M_{дв}i\eta}{r_{02}},$$

где $M_{дв}$ - момент двигателя; i - передаточное число трансмиссии; η - КПД трансмиссии; r_{02} - радиус качения ведущего колеса в ведомом режиме по твердой опорной поверхности; $r_{02} \approx r_{д2}$ [1].

Касательная сила тяги ведущих колес увеличивается с уменьшением угловой скорости коленчатого вала двигателя $\omega_{дв}$ (момент двигателя возрастает).

Зависимость момента двигателя от угловой скорости коленчатого вала на регуляторной ветви характеристики двигателя близка к линейной, поэтому текущее значение $M_{дв}$ при изменении его от нуля до номинального момента $M_{дв.н}$ будет

$$M_{дв} = M_{дв.н} \frac{\omega_{хх} - \omega_{дв}}{\omega_{хх} - \omega_{н}}, \quad (2)$$

где $\omega_{хх}$ и $\omega_{н}$ - угловые скорости коленчатого вала соответственно максимальная и при номинальном моменте двигателя.

Зависимость момента двигателя от угловой скорости коленчатого вала на безрегуляторной ветви характеристики двигателя определяется по формуле проф. В. Н. Болтинского

$$M_{дв} = M_{дв.маx} \left[1 + \frac{\omega_{дв}}{\omega_{м}} - \left(\frac{\omega_{дв}}{\omega_{м}} \right)^{\frac{M_{дв.маx}}{M_{дв.н}}} \right], \quad (3)$$

где $M_{дв.маx}$ - максимальный момент двигателя; $\omega_{м}$ - угловая скорость коленчатого вала при максимальном моменте двигателя.

Изменение силы тяги ведущих колес сказывается на их буксовании $s_{\delta 2}$ и радиусах качения колес

$$r_{к2} = r_{02}(1 - s_{\delta 2}).$$

Уменьшение угловой скорости коленчатого вала двигателя приводит к уменьшению угловой скорости ведущих колес трактора: $\omega_{к2} = \omega_{дв}/i$ Следовательно, скорость трактора в процессе поворота уменьшится по сравнению со скоростью прямолинейного движения.

Таким образом, скорость движения и сила тяги ведущих колес трактора взаимосвязаны. Эта связь выявляется через характеристики двигателя, трансмиссии и взаимодействие ведущих колес с опорной поверхностью. Скорость и сила тяги ведущих колес при криволинейном движении трактора не остаются постоянными.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 9.8996.2017/БЧ.

Библиографический список

1. Клубничкин Е.Е., Клубничкин В.Е. Применение численного метода при исследовании ходовых систем многоопорных колесных лесотранспортных машин // Инженерный вестник. 2016. № 12. с. 3.
2. Клубничкин, Е.Е. К вопросу о методике исследования нагруженности гусеничных цепей колесных машин с тандемными тележками /В.М. Котиков, Е.Е. Клубничкин // Естественные и технические науки. № 3. 2010. С. 321-326.
3. Клубничкин, Е.Е. Общая методика исследования проходимости колесных машин с тандемными тележками, оснащенными гусеничными цепями / В.Е. Клубничкин, В.М. Котиков, Е.Е. Клубничкин // Естественные и технические науки. № 3. 2010. С. 327-334.
4. Макуев В.А., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е., Шняков А.В. К вопросу оценки устойчивости шарнирно-сочлененного колесного шасси лесозаготовительной машины // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 1. С. 111-115.
5. Макуев В.А., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е., Шняков А.В. Переходный режим при повороте колесной шарнирно-сочлененной лесозаготовительной машины // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 1. С. 107-110.

О СОЗДАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВАЛОЧНО-ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНОЙ

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
Мытищинский филиал

В процессе управления манипулятором валочно-трелевочной машины ЛЗ-4 с механогидравлической системой управления непрерывно участвует оператор, который задает необходимое перемещение звеньев манипулятора путем поочередного включения соответствующих органов.

Наличие большого числа органов управления, многократные их переключения вызывают утомляемость операторов и снижают производительность их труда. В то же время каждое переключение органов управления влечет за собой разгон или торможение больших масс технологического оборудования, вызывающие значительные пики нагрузок, снижающие долговечность машин [1].

Специалистами Государственного научного центра лесопромышленного комплекса (ГНЦ ЛПК) и Мытищинского филиала МГТУ им Н.Э. Баумана составлена программа работ по созданию автоматизированной системы управления (АСУ) валочно-трелевочной машиной (ВТМ). Результатом выполнения этой программы будет разработка рекомендаций по кооперированному производству ВТМ с автоматизированной системой управления.

При решении указанных вопросов использован опыт создания ВТМ и систем программного управления технологическими процессами и оборудованием лесной промышленности России и за рубежом.

Система привода и управления манипулятора ВТМ ЛЗ-4 состоит из гидрораспределителей управления, гидроцилиндров, гидромотора и гидравлических насосов с постоянным расходом жидкости, ростом давления до определенного значения расход рабочей жидкости, подаваемой насосом в гидросистему, незначительно уменьшается.

Основным показателем работы ВТМ является производительность, которая определяется временем выполнения машиной технологических операций. Поэтому за критерий оптимизации можно выбрать быстродействие выполнения наведения.

Для манипулятора ВТМ под управлением подразумеваются управляющие моменты, создаваемые исполнительными механизмами стрелы, рукояти, поворотной колонны и ЗСУ. Величина этих моментов зависит от давлений в напорных магистралях. Для гидросистем, работающих от источников питания с постоянным расходом, давления определяются нагрузкой, действующей на исполнительные механизмы. Для манипулятора ВТМ значения скоростей перемещении штоков исполнительных механизмов можно принять постоянными.

Очевидно, что оптимальным по быстродействию процессом может быть такой, длительность которого равна минимальному значению времени действия базового исполнительного механизма, который определяется по наибольшему значению времени функционирования в цикле [1].

АСУ ограничиваем одним переключением и в процессе испытаний экспериментального образца уточняем. Конструктивные параметры манипулятора не накладывают ограничений на выполнение операции пакетирования.

Основной целью создания АСУ ВТМ является улучшение условий труда оператора, повышение производительности и долговечности машины. Применение АСУ, выполненных на базе микропроцессоров и осуществляющих позиционное управление манипуляторами ВТМ, является наиболее целесообразным.

При создании АСУ ВТМ рекомендуется автоматизировать следующие элементы технологического цикла: подвод ЗСУ в наиболее вероятную зону нахождения дерева, валку

дерева, вынос и укладку его в коник. Окончательная наводка ЗСУ на дерево и его захват осуществляются в ручном режиме.

Библиографический список

1. Порубов Д.М., Макаров В.С., Зезюлин Д.В., Беляков В.В., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е. Интеллектуальная система управления автономным мобильным робототехническим комплексом // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. Т. 4. № 5-3 (25-3). С. 330-335.

2. Попиков П.И., Бухтояров Л.Д., Клубничкин В.Е. Оптимизация параметров энергосберегающего гидропривода механизма поворота манипулятора лесной машины // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5. № 4 (20). С. 215-223.

УДК 629.11

ЖУКОВ Д.В., СИРКИН А.С.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БОРТОВЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ НА КОЛЕСНЫХ МАШИНАХ

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
Мытищинский филиал

Из анализа работы трехступенчатого планетарного механизма поворота вытекает, что этот механизм выполняет уже не только функции механизма поворота, но в значительной мере и функции коробки передач. Возможна схема трансмиссии колесной машины, в которой вообще отсутствует разделение редукторов с переменными ступенями на основную коробку передач и механизм поворота. Вместо этих агрегатов сделаны две бортовые коробки передач, имеющие необходимое для прямолинейного движения машины число ступеней переднего и заднего хода.

Обе бортовые коробки передач (БКП) соединяются, например, через коническую передачу (или непосредственно) с валом двигателя и передают мощность на бортовые передачи. Включение в них одноименных ступеней обеспечивает устойчивое прямолинейное движение с соответствующей скоростью. Для поворота колесной лесозаготовительной машины сначала выключается передача со стороны отстающего борта. (свободный поворот), а затем снижается номер включенной передачи на одну (или две) ступень с отстающей стороны машины. Таким образом получается расчетный радиус поворота, зависящий от номера передачи и определяемый в конечном счете так же, как и для двухступенчатого планетарного механизма поворота [1,2,3,4].

$$R_{pi} = \frac{B}{1 - \frac{i_i}{i_{i-1}}},$$

где i_i – передаточное число на данной передаче, т.е. к забегающему колесу; i_{i-1} – передаточное число на предыдущей передаче, т.е. к отстающему колесу.

Так как отношение передаточных чисел соседних передач составляет $q_p = \frac{i_{i-1}}{i_i} \approx 1,3 \div 1,5$, то при этом радиус поворота будет $R_{pi} \approx (3,0 \div 4,5)B$. Если снижать скорость отстающего колеса по сравнению с забегающим колесом на две ступени переключений в БКП, то получаемый радиус поворота оказывается, как правило, довольно малым.

Крутой поворот обеспечивается остановочным тормозом при нейтрале в коробке передач отстающего борта, а торможение колесной машины – одновременным действием двух остановочных тормозов.

Естественно, что управление такой трансмиссией должно быть автоматизировано за счет применения соответствующих сервоприводов и пневмоприводов, что легче и проще

осуществить в случае применения планетарных передач. В части баланса мощности при повороте бортовые коробки передач обеспечивают такое же распределение энергии, как и двухступенчатые планетарные механизмы поворота применяемые в гусеничных машинах. В рассматриваемой схеме трансмиссии имеет место рекуперация мощности с отстающего колеса на забегающее колесо при повороте с радиусом $R \geq R_{pi}$. При расчетном радиусе этот механизм работает так же, как идеальный механизм поворота без затрат энергии на буксование фрикционных элементов.

Тяговая характеристика поворота для бортовых коробок передач имеет такой же вид, как и для планетарного механизма передач, но на каждой передаче будет свой расчетный радиус поворота R_{pi} , который и подставляется в соответствующие формулы. В случае же разбивки передач в точности по геометрической прогрессии бортовые коробки передач при повороте колесной лесозаготовительной машины работают, как двухступенчатый планетарный механизм поворота.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 9.8996.2017/БЧ .

Библиографический список

1. Макуев В.А., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е., Шняков А.В. Переходный режим при повороте колесной шарнирно-сочлененной лесозаготовительной машины // Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 1. С. 107-110.
2. Клубничкин, Е.Е. К вопросу о методике исследования нагруженности гусеничных цепей колесных машин с тандемными тележками / В.М. Котиков, Е.Е. Клубничкин // Естественные и технические науки. № 3. 2010. С. 321-326.
3. Клубничкин, Е.Е. Общая методика исследования проходимости колесных машин с тандемными тележками, оснащенными гусеничными цепями / В.Е. Клубничкин, В.М. Котиков, Е.Е. Клубничкин // Естественные и технические науки. № 3. 2010. С. 327-334.
4. Макуев В.А., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е., Шняков А.В. К вопросу оценки устойчивости шарнирно-сочлененного колесного шасси лесозаготовительной машины // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 1. С. 111-115.

УДК 629.113

ЗЕЛЕНОВ М.Ю., ВАШУРИН А.С., ТУМАСОВ А.В.,
ОРЛОВ Л.Н., КАЛАЕВ В.В.

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ БАЛКИ ВЕДУЩЕГО МОСТА АВТОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАГРУЗОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение долговечности узлов и агрегатов позволяет увеличить ресурс автомобиля и уменьшить затраты на их обслуживание. Использование методик расчетной оценки долговечности автомобилей, его агрегатов и узлов позволяет обоснованно подходить к выбору запасных частей, повышению долговечности деталей путем проведения своевременных конструктивных и технологических мероприятий, а при ремонте - к применению наиболее рациональных способов восстановления деталей и сборки автомобиля.

Исследование долговечности балки заднего моста легкого коммерческого автомобиля, проводилось расчетным путем с использованием компьютерных программ MSC Software и включала следующие этапы:

- разработка конечно-элементной модели балки моста;

- вычисление собственных частот, определение форм колебаний моста и возникающих при этом напряжений;
- создание кинематической модели автомобиля;
- моделирование условий нагружения заднего моста;
- определение истории возникновения напряжений;
- оценка долговечности балки заднего моста для каждого режима нагружения.

Поля повреждаемости для каждого режима нагружения приведены на рис. 1.

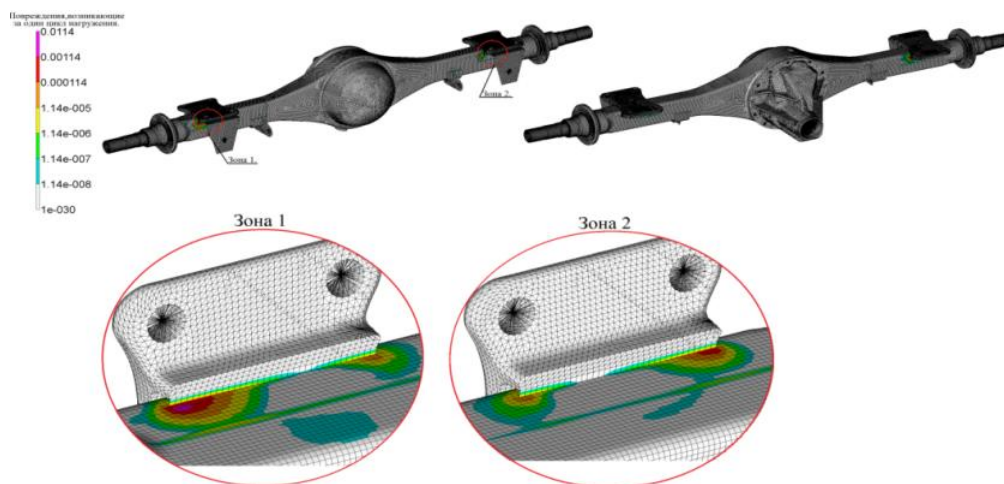


Рис. 1. Поле повреждаемости балки моста в режиме «Переезд единичной искусственной неровности»

Результаты и выводы:

- разработана методика расчетно-экспериментальной оценки долговечности балки заднего моста легкого коммерческого автомобиля на основе решения связанной задачи в специализированных расчетных пакетах.
- создана виртуальная модель легкого коммерческого автомобиля с упругой балкой заднего моста, позволяющая проводить оценку его напряженно-деформированного состояния во время испытаний.
- наибольшая повреждаемость наблюдается при выполнении маневра «Преодоление искусственной неровности».
- разработанная методика может быть использована для расчетно-экспериментальной оценки долговечности балок мостов автомобилей.

УДК 629.113

ЗОРЬЕВ Д.С., БЛОХИН А.Н., ПАНТУСОВ Д.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ СИНХРОНИЗАЦИИ И РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕЙ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ПО ОКОНЧАНИЮ ПРОЦЕССА СИНХРОНИЗАЦИИ В КОРОБКЕ ПЕРЕДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ VBA (Visual Basic Applications)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Уменьшение времени переключения передач является актуальной проблемой при проектировании роботизированных и автоматических коробок передач, а также систем управления ими, при этом уделяется особое внимание процессу синхронизации, в коробке передач, и процессам, происходящим во время переключения передачи.

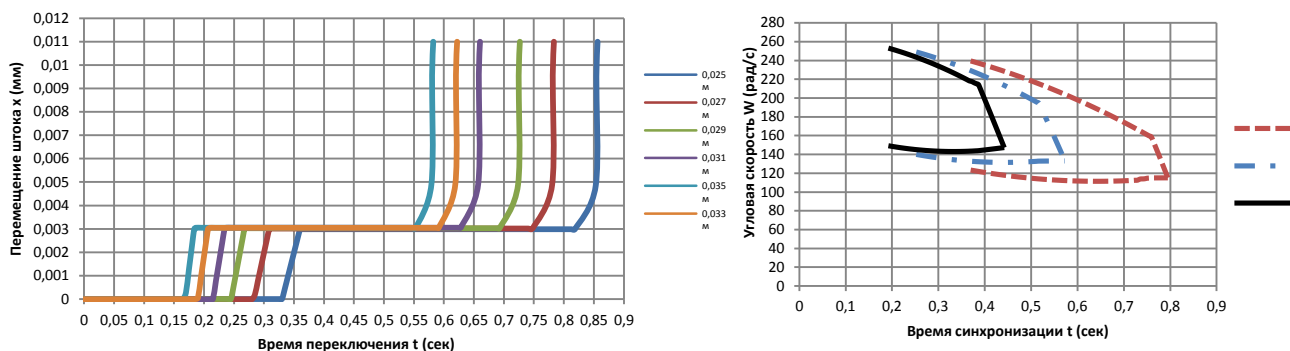


Рис. 1. Время переключения передач при разных радиусах поршня пневмоцилиндра

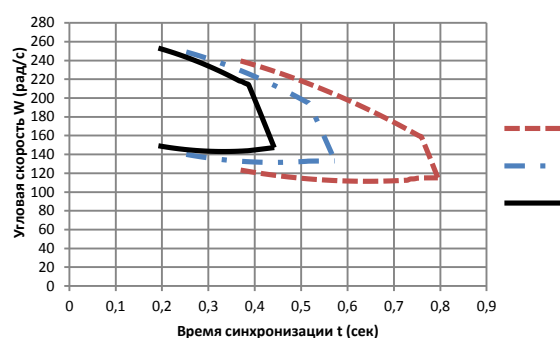


Рис. 2. Изменение процесса синхронизации при разной интенсивности нарастания давления

Целью научного исследования является подбор оптимальных параметров рабочих механизмов переключения передач и получения результатов для последующего моделирования. В качестве программного комплекса для проведения расчета выбрана программа VBA (Visual Basic Applications), для расчета параметров написан программный код, в котором содержатся все основные математические формулы и законы, происходящие во время переключения передачи.

Объектом исследования являлся коробка передач М6-700 в составе грузового транспортного средства полной массой 10 тонн. Параметры рабочих механизмов взяты с прототипа разработанного НОЦ «Транспорт», представляющего пневмоцилиндр с 2 рабочими камерами, и 2 положениями штока.

На рис. 1 и 2 показано изменение времени синхронизации и общего времени переключения передач от различных конструктивных параметров рабочего механизма переключения передач. На основе проведенных расчетов были определены конструктивные параметры, обеспечивающие лучшие показатели по времени переключения передач, и времени синхронизации, которые могут быть применены к данной коробке передач.

УДК 630.377.44

КЛУБНИЧКИН Е.Е.¹, КЛУБНИЧКИН В.Е.¹,
 МАКАРОВ В.С.², ЗЕЗЮЛИН Д.В.², БЕЛЯКОВ В.В.²

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ В ПРОЦЕССЕ ЛЕСОЗАГОТОВОК

1 - Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
 Мытищинский филиал

2 - Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Проблема экологической совместимости самоходных машин и почв неоднозначна и требует комплексного системного анализа многофакторных задач, познания региональных особенностей произрастания леса в сочетании с объективными законами создания лесных машин, технологии их использования и не может ограничиваться только величинами среднего давления и глубиной колеи [1,2,3,4].

В связи с этим разработка теоретических основ предварительной оценки степени уплотнения и минерализации почв на стадии освоения лесосеки в зависимости от способа лесовозобновления является актуальной задачей для лесного комплекса.

Цель работы заключается в разработке теоретических основ предварительной оценки степени воздействия лесозаготовительных машин на лесные почвы в процессе лесозаготовок. Для сохранения и возможно более быстрого восстановления плодородия лесных почв необходимо на стадии освоения лесосеки определить допустимую границу воздействия лесозаготовительной техники, при которой повреждения почвы не носят необратимый характер, а процесс восстановления ее свойств наиболее короткий. Концепция теории базируется на основе математической связи параметров машин, технологии и лесных почв.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований экологических последствий воздействия движителей лесозаготовительных машин на почвы в методическом отношении позволяют:

- проводить ретроспективную, текущую и перспективную оценку техники и технологии лесозаготовок с позиции степени уплотнения и минерализации площади вырубок, применительно к конкретному объекту с учетом типов леса, почвы, сезона года и погодных условий;
- определять области применения существующей техники и технологий без значительных экологических последствий с точки зрения сохранения наиболее благоприятного состояния почв для лесовозобновления и выбирать пути совершенствования лесозаготовительных машин и способов их применения;
- расширить и углубить научные основы для составления лесоводственных требований к технике и технологии лесозаготовок;
- определять скоростные режимы движения лесосечных машин по неровностям микропрофиля волоков, при которых следует учитывать динамическую составляющую при колееобразовании и уплотнении почв.

Предлагаемая методика состоит из четырех этапов:

1. Состояние проблемы экологической совместимости лесозаготовительных машин с лесными почвами.
2. Теоретические исследования процессов уплотнения лесных почв и грунтов движителями лесных машин.
3. Динамическое взаимодействие движителей с грунтами и препятствиями.
4. Экспериментальные исследования изменения физических свойств почв после воздействия на них лесозаготовительных машин.

Данная методика включает возможность определения степени уплотнения и минерализации почв вырубок в зависимости от способа лесовозобновления с учетом параметров и конструктивных особенностей ходовых систем машин.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 9.8996.2017/БЧ.

Библиографический список

1. Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е. К вопросу определения удельных давлений на лесные грунты движителями лесозаготовительных машин // Инженерный вестник. 2016. № 12. с. 18.
2. Клубничкин, В.Е. Модель взаимодействия элементов опорной поверхности гусениц лесозаготовительной машины с грунтом / В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, В.И. Запруднов, Л.Д. Бухтояров, Д.Ю. Дручинин, С.В. Малюков // Лесотехнический журнал. - 2014. - Т. 4. № 4 (16).- С. 191-200.
3. Klubnichkin, V.E. Model to calculate loading of transmission elements at controlled curvilinear motion of the tracked timber harvesting machine / V.E. Klubnichkin, E.E. Klubnichkin, V.I. Zaprudnov, L.D. Bukhtoyarov, S.V. Malyukov, D.Yu. Druchinin // Лесотехнический журнал. - 2015. - Т. 5. № 2 (18).-С. 166-176.
4. Клубничкин, В.Е. Моделирование движения гусеничных машин по лесным дорогам /В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин, А.В. Редкозубов, В.В. Беляков // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2016. – № 1. – С. 171–176.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СЦЕПЛЕНИЯ, ОСНАЩЕННОГО АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование работы сцепления можно разделить на три этапа: исследование процесса полного выключения сцепления, исследование процесса трогания транспортного средства, исследование процесса полного включения сцепления. В ходе данного этапа научной работы разработана математическая модель процесса полного включения сцепления с электропневматическим приводом. Произведено сравнение полученных теоретических данных и результатов экспериментальных исследований.

Работа сцепления осуществляется с помощью электропневматического механизма управления сцеплением, представляющем из себя диафрагменную пневмокамеру одностороннего действия, контролируемую электронным блоком управления. Перемещение нажимного диска при включении сцепления происходит за счет диафрагменной пружины. Т.о. задача моделирования процесса полного включения сцепления сводится к моделированию процесса перемещения штока механизма управления сцеплением под действием упругой силы деформации диафрагменной пружины сцепления.

Движение штока механизма управления сцеплением описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\ddot{x} = B - kx' - p(t) \times S(x),$$

где \ddot{x} – ускорение штока механизма управления сцеплением, $p(t)$ – давление в пневмокамере, $S(x)$ – активная площадь диафрагмы пневмокамеры, k – жесткость пружин системы, B – изначально действующие силы, x' – перемещение штока при включении сцепления.

В результаты моделирования получен график процесса перемещения штока механизма управления сцеплением следующего вида:

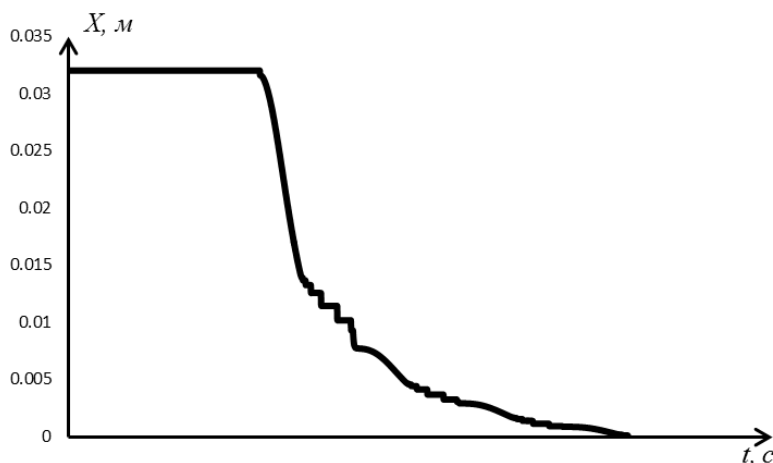


Рис. 1. График процесса полного включения сцепления

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
БЕЗВОЗДУШНЫХ ШИН**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пневматическая шина - наиболее распространенный элемент современного колеса, обеспечивающий улучшение показателей плавности хода и повышение эксплуатационных свойств автомобиля, и сегодня уже немислимо использование автомобиля, не оборудованного такими шинами. Однако, обладая рядом преимуществ, пневматическая шина имеет существенные недостатки, основная масса которых связана с избыточным давлением внутри шины. Его отклонение от рекомендуемых значений, как в сторону повышения, так и в сторону понижения приводит к негативным последствиям, таким как повышенный расход топлива, потеря устойчивости или даже возникновение заноса, а полная потеря внутреннего избыточного давления в большинстве случаев полностью лишает транспортное средство возможно

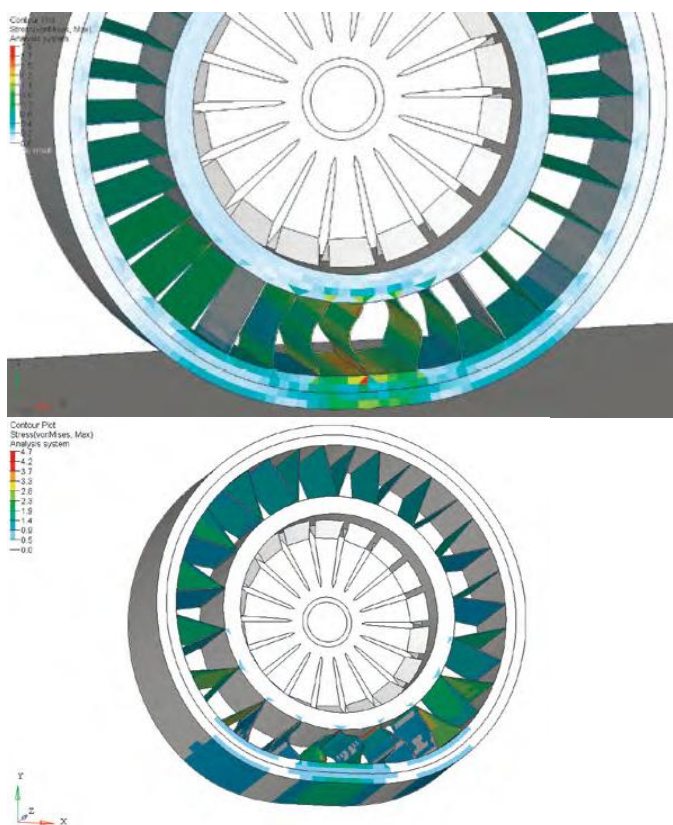


Рис. 1. Напряжения в модели, возникающие при статическом нагружении

конечно-элементный анализ производится при помощи программы LS-DYNA.

Целью настоящего исследования является определение несущей способности безвоздушных шин при вертикальном статическом нагружении на твердом опорном основании; сравнение их жесткостных характеристик в зависимости от конструкции упругого элемента.

Для определения жесткостных характеристик необходимо создать ряд конечно-элементных моделей безвоздушных шин с упругими элементами различных конструкций. В первую очередь необходимо рассмотреть форму, выполненную в виде спиц, равномерно распределенных по окружности шины и расположенных в радиальном направлении, при различном числе спиц. Следующими конструкциями являются шины с раздвоенными спицами и спицами, расположенными под углом, а также с упругим элементом, выполненным в виде сот. Все модели создаются в программном пакете HyperWorks, а

РАЗРАБОТКА АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ТОПЛИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛКА ГАЗЕЛЬ NEXT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Потребительские качества автомобилей во многом определяются характеристиками и показателями его топливной экономичности. В настоящее время эксплуатационные затраты на топливо для двигателя автомобиля являются наиболее значимой частью затрат на его эксплуатацию, и этот показатель продолжает увеличиваться независимо от модели, категории и грузоподъемности.

Топливная экономичность АТС определяется совокупностью свойств, определяющих расход топлива при выполнении автомобилем транспортной работы в различных дорожно-эксплуатационных условиях. *Основными показателями расхода топлива* являются: контрольный расход топлива при заданной скорости движения, расход топлива при движении по дороге с переменным макропрофилем и расход топлива при движении в городском и магистральном циклах. *Особенностью указанных измерителей* является возможность их определения только экспериментальными методами и невозможностью их использования на этапах проектной работы. Вместе с тем задача оценки расхода топлива и повышения топливной эффективности автомобиля на стадии проектирования новых моделей является одной из важнейших задач.

В работе приведен пример моделирования движения легкого коммерческого автомобиля ГАЗель Next с дизельным двигателем в магистральном цикле для АТС категорий М1, М2 и М3 класса II и решения задачи аналитического расчета расхода топлива. Алгоритм реализован с помощью ПК GT-SUITE. Режимы движения при испытаниях по определению расхода топлива установлены операционной картой и схемой цикла и выполняются при соблюдении определенных требований. В соответствии с этим магистральный цикл состоит из участков разгона, движения с постоянной скоростью и замедления двигателем. Сделанные допущения и их последующая проверка позволила выделить режимы движения на каждом из участков, совокупность которых соответствует схеме цикла, а расход топлива может быть определен в результате суммирования расходов топлива для каждого из режимов движения выделенной совокупности и для каждого участка цикла. Расчет расхода топлива выполняется при некоторых допущениях, касающихся линейности параметров движения и особенностях моделирования переходных режимов работы двигателя. Особенностью расчетов является использование частичных дроссельных характеристик двигателя, заданных дискретными массивами и моделирование ускоренного движения с применением эквивалентной инерционным силам силе сопротивления движению. Методика позволяет не только рассчитать расход топлива, но и выполнить анализ влияния на расход основных конструктивных параметров АТС и условий движения.

Сравнение результатов экспериментальных исследований, выполненных с соблюдением определенных требований и расчетов в соответствии с предлагаемой аналитической методикой показало, что по измерителю «Среднее значение расхода топлива» относительно ошибки расчетного метода составило не более 2,7%.

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В АВТОМОБИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрим основные материалы, используемые в автомобильной промышленности.

В современных автомобилях большую часть веса составляет сталь. К примеру, в 2014 году средний пассажирский автомобиль содержал около 1 090 кг стали, а пикап или внедорожник – почти 1 360 кг. В автомобилях сталь используется для создания основания шасси, которое является скелетом автомобиля, защищающим пассажиров в случае столкновения. Двери, крыша, панели кузова и двигатель, выхлопная система выполнены из нержавеющей стали.

Конструкцию нового автомобиля составляет около 50% пластика. Пластик долговечный, дешевый в производстве, достаточно легкий и ему можно придать любую форму. Из пластика производят такие детали как: панель приборов, указатели, индикаторы, переключатели, вентиляторы системы кондиционирования, ручки дверей, напольные коврики, ремни и подушки безопасности, компоненты черного кузова, множество мелких деталей внутри двигателя, например, рукоятка масляного щупа.

В мире автомобильной промышленности алюминий – новичок. Его используют все больше в производстве благодаря его природной легкости и прочности. Ожидается, что к 2025 году доля алюминия в одном автомобиле превысит 250 кг. В автомобильной промышленности алюминий может использоваться для производства кузовных панелей для создания более легкого автомобиля. Колеса так же чаще всего производят из алюминия. Чугунные головки цилиндров двигателя заменили алюминиевыми. Они не настолько долговечны, как чугунные, но более легкий вес обеспечивает улучшенные характеристики автомобиля.

Автомобильная индустрия – двигатель резиновой промышленности, так как около 75 % мирового запаса натурального каучука используется для производства шин. Кроме шин, такие детали, как стеклоочистители, подушки, уплотнители, шланги и ремни двигателя так же сделаны из резины. Наравне с пластиком, резина очень долговечный, дешевый и гибкий материал с большим спектром применения в автомобилях.

Широкое применение в автомобилестроении получили новые композитные материалы на основе углеродных волокон. Материалы из углеволокна обладают рядом уникальных характеристик и свойств и имеют наилучшее соотношение цены и качества. Наиболее важное достоинство углеволокна - необычайно легкий вес и высокая прочность. Углепластик в 5 раз легче стали и в 1,8 раза легче алюминия. Композитные материалы и изделия на основе непрерывных волокон и армирующих тканей широко используются для производства внешних деталей автомобиля. Чаще всего из них делают бамперы, обтекатели, спойлеры, элементы внутренней отделки салона автомобиля, декоративные панели салона, элементы защиты корпуса автомобиля, днища автомобиля.

Наряду с углепластиком в автомобилестроении используется такой композитный материал как стеклопластик. Его широко применяют в производстве внешних панелей кузовов (передних и задних) автобусов, троллейбусов, элементов внутреннего интерьера, элементов аэродинамических обводов, подкрылок, бамперов автомобилей, багажников на крышу, приборных панелей. Физико-механические свойства стеклопластиков более высокие по сравнению с другими типами термопластов и пластмасс. Они обладают более высокой прочностью и стойкостью к образованию царапин; постоянностью структуры материала при низких и высоких температурах; относительно небольшим весом стеклопластиковых изделий; стойкостью к вибрационным нагрузкам и ударам.

Керамические композиты (керамокомпозиты) – имеют керамическую матрицу и содержат металлическую или неметаллическую волокнистую арматуру. Керамические матри-

цы обеспечивают наиболее высокий уровень рабочих температур композиционных материалов. Керамика является химически и термически стойким материалом, имеет высокий уровень прочностных свойств на сжатие. Для упрочнения керамических композитов разработали комбинированную матрицу, полученную из порошков (более 50 % - керамика, а остальное - металл). Металлические волокна более пластичны по сравнению с керамикой. Они воспринимают значительную часть нагрузки, сдерживают развитие трещин в композите, выполняют функцию структурных элементов, повышающих трещиностойкость и термостойкость материалов.

Интерметаллиды – новый класс материалов (химические соединения металлов), которые по своей структуре занимают промежуточное положение между металлами и керамикой. Они имеют сложную кристаллическую структуру, что и определяет их физико-механические свойства: высокую жаропрочность, низкую плотность и возгораемость в кислороде, высокую износостойкость. Интерметаллидные сплавы называют материалами следующего поколения, так как этим сплавам присущ эффект запоминания формы. Этот эффект проявляется в том, что после придания образцу определенной формы при повышенной температуре ему придают новую форму пластической деформацией при более низкой температуре, а после нагрева исходная форма образца (детали) восстанавливается.

Основным направлением развития в автомобилестроении в настоящее время является создание легких, безопасных, комфортабельных и экологически чистых в эксплуатации автомобилей. Поэтому многие известные автопроизводители используют новые композитные материалы, что снижает затраты на производство и повышает безопасность конструкции.

УДК 629.113А

ПАНТУСОВ Д.С., БЛОХИН А.Н., ЗОРЬЕВ Д.С.

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ПЕРЕДАЧ В СИНХРОНИЗИРОВАННОЙ КОРОБКЕ ПЕРЕДАЧ С ПНЕВМОПРИВОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В автомобильной промышленности давно намечена тенденция автоматизации работы агрегатов (в частности, агрегатов трансмиссии) транспортных средств. Если в отношении легковых автомобилей проблемы работы автоматических трансмиссий на протяжении нескольких десятилетий решаются весьма успешно, то задача создания «коробок-автоматов» для грузовых автомобилей была поставлена сравнительно недавно. Следовательно, остаются малоисследованными те процессы, которые протекают в синхронизированной коробке передач легких и тяжелых грузовых автомобилей при переключении, особенно в отечественной науке.

В данной работе рассмотрен расчет основных параметров, описывающих процесс синхронизации в коробке передач, а также работу пневмопривода управления коробкой передач; представлен выбор базовых параметров (диаметр поршня пневмоцилиндра и

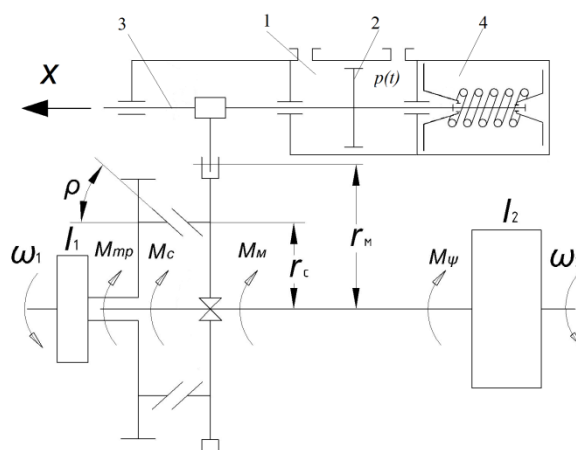


Рисунок 1 - Расчётная схема

давление в ресивере) пневматического привода из условия обеспечения минимальных времени синхронизации и напряжений на конусах синхронизатора.

Объектом исследования являются процессы, протекающие при включении передач в шести ступенчатой коробке передач (М6-300) и пневматическом приводе управления. Транспортное средство – снегоболотоход «Русак - 3993» с колесной формулой 8x8 и полной массой 6,4 тонны.

Расчетная схема приведена на рис. 1. Вычисления проводились в среде Microsoft Office Excel при помощи программы, написанной в среде Visual Basic.

Процесс включения передачи условно делится на несколько этапов, для каждого из которых определялись необходимые зависимости. При этом учитывалось нарастание давления в рабочей полости пневмоцилиндра. Входными данными для расчета служат параметры транспортного средства, коробки передач и пневматического привода. Выходными данными являются зависимости перемещение поршня пневмоцилиндра (рис.2), нарастание давления в рабочей полости пневмоцилиндра, время включения передачи, силовые параметры и параметры буксования на конусах трения. Также были рассчитаны оптимальные диаметр поршня пневмоцилиндра и давление в ресивере по удовлетворению критериям обеспечения минимальных времени синхронизации и напряжений на конусах синхронизатора.

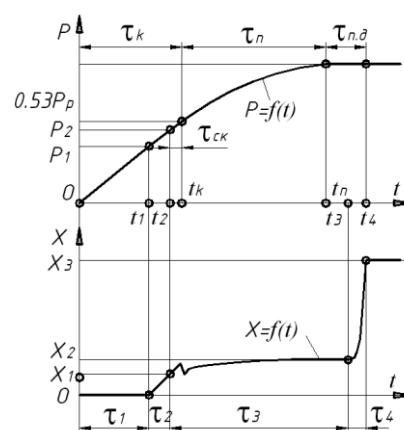


Рисунок 2 - Зависимости давления и перемещения поршня от времени

УДК 629.113

ПАПУНИН А.В., МАКАРОВ В.С., БЕЛЯКОВ В.В., ЗЕЗЮЛИН Д.В.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ И ПРОЧНОСТИ ПРЕПЯТСТВИЯ НА ПОТЕРЮ ПРОХОДИМОСТИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Движение транспортно-технологических машин связано с постоянным преодолением различных профильных препятствий. Все эти препятствия, для понятия возможности их преодоления, требуют определенной классификации. Анализ технической литературы [1, 2] позволил сделать выводы, что с некоторым допущением все эти препятствия можно разбить на отдельные участки и свести к следующим видам: эскарп, стенка, насыпь, контрэскарп, канава, ров а также дискретные. Во всех них можно выделить определенный признак - принципиальный геометрический размер, который больше всех остальных влияет на возможность преодоления этих неровностей.

Сопоставляя его с размерами транспортно технологической машины разумнее всего выделить четыре основных случая:

- 1) размер препятствия меньше размера движителя машины;
- 2) размер препятствия больше размеров движителя, но меньше «основного размера проходимости» машины;
- 3) размер препятствия больше «основного размера проходимости» машины;
- 4) размер препятствия имеет дискретный характер.

В первом случае потеря проходимости чаще всего связана с недостаточным коэффициентом сцепления или попыткой осуществить сложное движения (подъем с

поворотом). Во втором случае добавляется утыкание носовой частью машины в не разрушаемое препятствие или зависание машины на нем, а так же невозможность использования средств повышения проходимости (лебедки, сендтраки, средства плавучести). В третьем случае потеря возможности дальнейшего движения связана с невозможностью объезда данного препятствия. Второй случай потери проходимости является самым интересным и наименее изученным, при этом огромную роль в потере проходимости играет сопоставление прочностных характеристик элементов машины и препятствия, находящихся во взаимодействии.

Библиографический список

1. Беккер М.Г. Введение в теорию систем местность-машина. – М. Машиностроение. 1973г. – 520 с.
2. Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей. – М.: Машиностроение, 1981. – 230 с.

УДК 629.11

ПАРУБЕЦ П.Е.

УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ТРАКТОРА

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
Мытищинский филиал

Колесная машина, движущаяся на упругих шинах, принципиально неустойчива относительно заданной траектории [1]. Любые возмущения, действующие на машину, связанные с неровностями дороги, ветром, силами инерции и т. д., приводят к тому, что первоначальная траектория движения изменяется [2,3,4,5]. Чтобы выдерживать заданное направление движения, водитель должен непрерывно его корректировать.

Условия устойчивого прямолинейного движения машины сводятся к известной формуле, описывающей критическое условие устойчивого движения автомобиля,

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{k_{y1}k_{y2}(l_1+l_2)^2}{m(l_1k_{y1}-l_2k_{y2})}}, \quad (1)$$

где k_{y1}, k_{y2} - коэффициенты сопротивления уводу передней и задней осей машины; l_1, l_2 - расстояние от центра масс машины соответственно до передней и задней осей; m - масса машины.

Чтобы получить условия устойчивого движения трактора, рассмотрим его движение в неподвижной системе координат $x_H O_H y_H$ (рис. 1). В продольном направлении на трактор действуют сила тяги задней ведущей оси $P_{к2}$, силы сопротивления движению передней P_{f1} и задней P_{f2} осей и тяговое сопротивление $P_{кр}$. Под действием внешних возмущений трактор отклоняется в боковом направлении на расстояние u_{CH} , а его продольная ось повернулась на угол β . Чтобы вернуть трактор на заданную траекторию, водитель поворачивает управляемые колеса на угол a . Повороту трактора препятствует момент сопротивления повороту M_C .

Рассматривая боковое и курсовое отклонение трактора от заданного направления движения, и учитывая малые угловые перемещения, систему уравнений движения трактора запишем в виде

$$\begin{aligned} m\ddot{u}_{CH} &= (P_{к2} - P_{f2})\beta - P_{кр}(\gamma + \beta) - P_{б2} - P_{б1} + P_{f1}(a - \beta); \\ J\ddot{\beta} &= P_{кр}(l_{кр} + l_2) + P_{б2}l_2 - P_{б1}l_1 + P_{f1}l_1 - M_C. \end{aligned} \quad (2)$$

Боковые силы представим пропорциональными углам увода, т. е. $P_{б} = k_{y}\delta$. Углы увода передней и задней осей выразим через обобщенные скорости движения центра масс трактора $\dot{x}_{CH} = v, \dot{y}_{CH}$, и β из уравнений неголономных связей осей, полученных из условия

отсутствия бокового движения в направлениях, нормальных к направлениям абсолютных скоростей передней и задней осей. Для этого определим координаты середин каждой оси при известных координатах центра масс трактора x_{CH} и y_{CH}

$$\begin{aligned} x_1 &= x_{CH} + l_1 \cos \beta \approx x_{CH} + l_1; & x_2 &= x_{CH} - l_2 \cos \beta \approx x_{CH} - l_2; \\ y_1 &= y_{CH} + l_1 \sin \beta \approx y_{CH} + l_1 \beta; & y_2 &= y_{CH} - l_2 \sin \beta \approx y_{CH} - l_2 \beta. \end{aligned}$$

Продифференцировав эти выражения, получим значения составляющих абсолютных скоростей передней и задней осей трактора, направленных вдоль осей координат неподвижной системы.

Отношение боковой скорости \dot{y}_i к продольной \dot{x}_i есть тангенс угла между осью абсцисс и направлением абсолютной скорости каждой из осей трактора. Для передней и задней осей соответственно

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(\beta - \alpha + \delta_1) &= \frac{\dot{y}_1}{\dot{x}_1} = (\dot{y}_{CH} + l_1 \dot{\beta})/v; \\ \operatorname{tg}(\beta + \delta_2) &= \frac{\dot{y}_2}{\dot{x}_2} = (\dot{y}_{CH} - l_2 \dot{\beta})/v. \end{aligned}$$

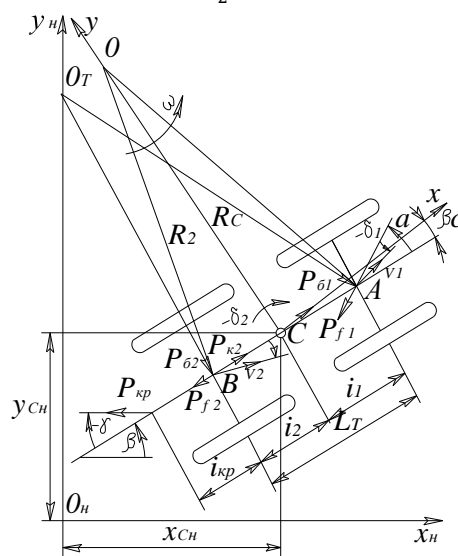


Рис. 1. Схема криволинейного движения трактора

Так как углы $\alpha, \beta, \delta_1, \delta_2$ малы, то приближенно тангенс угла принимаем равным его аргументу и находим выражения для определения углов увода передней и задней осей трактора:

При движении со скоростью выше критической трактор неустойчив. Из формулы (1) видно, что с ухудшением почвенно-дорожных условий (при увеличении сил P_{k2}, P_f и P_{kp} , уменьшении коэффициентов сопротивления уводу осей) критическая скорость движения снижается. К снижению критической скорости приводит и увеличение силы тяги ведущей оси. Такие условия возникают при ускоренном движении в момент трогания и разгона трактора, особенно при броске педали сцепления и наличии зазора в сцепном устройстве, а также во время совершения маневра: переставки, обгона и т. д. От водителя в этих условиях движения требуется особое внимание.

Итак, колесный трактор является неустойчивой машиной относительно неподвижной системы координат, т. е. при отклонении трактора от заданного направления требуется корректировка движения водителем. Если нас не интересует положение трактора на плоскости дороги, то трактор будет двигаться устойчиво при выполнении условия, которое зависит от конструктивных и эксплуатационных факторов. Для обеспечения устойчивого движения в этом случае скорость трактора не должна превышать критической. Устойчивость движения трактора снижается при ускоренном движении, при ухудшении почвенно-дорожных условий и т. д.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 9.8996.2017/БЧ .

Библиографический список

1. Клубничкин Е.Е., Клубничкин В.Е. Применение численного метода при исследовании ходовых систем многоопорных колесных лесотранспортных машин // Инженерный вестник. 2016. № 12. с. 3.
2. Клубничкин, Е.Е. К вопросу о методике исследования нагруженности гусеничных цепей колесных машин с тандемными тележками /В.М. Котиков, Е.Е. Клубничкин // Естественные и технические науки. № 3. 2010. С. 321-326.
3. Клубничкин, Е.Е. Общая методика исследования проходимости колесных машин с тандемными тележками, оснащенными гусеничными цепями / В.Е. Клубничкин, В.М. Котиков, Е.Е. Клубничкин // Естественные и технические науки. № 3. 2010. С. 327-334.
4. Макуев В.А., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е., Шняков А.В. К вопросу оценки устойчивости шарнирно-сочлененного колесного шасси лесозаготовительной машины // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 1. С. 111-115.
5. Макуев В.А., Клубничкин В.Е., Клубничкин Е.Е., Шняков А.В. Переходный режим при повороте колесной шарнирно-сочлененной лесозаготовительной машины // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 1. С. 107-110.

УДК 629.113

ПОРУБОВ Д.М., ЗЕЗЮЛИН Д.В., МАКАРОВ В.С.,
ФИЛАТОВ В.И., БЕРЕСНЕВ П.О., КУРКИН А.А., БЕЛЯКОВ В.В.

РАЗРАБОТКА БЕСПИЛОТНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, ОСНАЩЕННОГО СИСТЕМАМИ АДАПТИВНОЙ ПОДВИЖНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Всеобъемлемый мониторинг прибрежных зон Российской Федерации является важнейшей задачей для обеспечения безопасности и надежности гидротехнических, нефтедобывающих, нефтеперерабатывающих и других сооружений. В настоящее время перспективным является использование беспилотных наземных транспортных средств (БНТС), так как возможно осуществление непрерывного получения данных об обстановке в прибрежной зоне. Однако наша страна обладает обширной прибрежной территорией с неразвитой инфраструктурой дорожного сообщения, а также территорией, где развитие и содержание данной инфраструктуры нецелесообразно. Ведение работ по мониторингу на неподготовленных участках местности возможно только с использованием специальной вездеходной техники. Отсюда возникает необходимость создания высокоэффективных беспилотных наземных транспортных средств, областями использования которых являются мониторинг прибрежных зон, а также возможно проведение поисково-спасательных и эвакуационных работ в зонах катастрофических природных явлений без возможности использования летательных аппаратов, транспортное обеспечение газо- и нефтепромыслов; строительство, ремонт и инспектирование линейных сооружений; транспортировка топогеодезических, геологических и буровых отрядов; доставки медицинского оборудования, продовольствия и различных грузов.

Необходимость эффективной работы в условиях бездорожья предопределяет особые требования к транспортным средствам, к обеспечению высокого уровня их мобильности. Однако мобильность БНТС ограничивается возможностями конструкции. Весьма

эффективным способом повышения подвижности и эффективности работы БНТС на местности, а также повышения вероятности выполнения ими поставленной задачи является оборудование БНТС системами адаптивной подвижности. Другими словами, одним из важнейших резервов повышения подвижности транспортных и транспортно-технологических операций является повышение проходимости и маневренности, достигаемое созданием структурно и функционально иных шасси. Российская Федерация отстает от основных развитых стран по уровню разработок в области создания автоматических систем контроля динамики БНТС. Это обусловлено, прежде всего, нехваткой методологических подходов к созданию систем адаптивного управления курсовой ориентацией, тяговыми параметрами привода движителей, подрессориванием, их интеграции и обеспечению совместной работы, а также отсутствием опытно-демонстрационных объектов с комплексными системами контроля динамики. Таким образом, в настоящее время существует техническая, экономическая и социальная потребность в развитии разработок, связанных с созданием таких систем.

В результате выполнения исследований будут получены значимые научные результаты, позволяющие переходить к разработке новых и эффективных методов создания систем адаптивной подвижности высокоподвижных беспилотных наземных транспортных средств (БНТС), способствующих радикальному повышению эффективности выполнения задач мониторинга прибрежных зон и транспортно-технологических операций.

УДК 623

РОМАНОВ И.Д., ЧЕРНЫШОВ Е.А.

СОВРЕМЕННЫЕ ЛЕГКИЕ КОЛЕСНЫЕ БРОНИРОВАННЫЕ МАШИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Легкие бронированные машины успешно производятся и применяются различными странами [1]. Современные бронев автомобили имеют различные модификации и зачастую машины, созданные на одной базе, могут именоваться по-разному: Infantry Mobility vehicle, Infantry fighting vehicle, Combat Vehicle Reconnaissance, Multi Rule Combat Vehicle, Multipurpose Carrier и др. Ряд бронированных машин для перевозки грузов и людей имеет более высокий уровень бронезащиты чем БТР, но не предназначен для участия в боевых действиях.

Полноприводные автомобили для разведывательных и диверсионных действий активно применялись в ходе второй мировой войны. После второй мировой войны на основе полноприводных автомобилей и специально разработанных шасси практически во всех странах мира построены специальные автомобили, например, Light Strike Vehicle, Desert Patrol Vehicle или Fast-Attack-Vehicle. С развитием противотанковых средств, в ряде случаев, действия довооруженных автомобилей могут нанести существенные потери регулярным силам, характерным примером является Toyota Wag. Однако данные машины, несмотря на вооружение и в ряде случаев локальное бронирование, не являются бронев автомобилями.

В настоящее время легкие колесные бронемшины делятся на следующие основные типы:

- Многофункциональные автомобили, например, High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle (США), которые могут быть дооборудованы путем установки вооружения и круговым или локальным бронированием, в том числе скрытым, используются в основном для действий в районах с низкой возможностью нападения. Кроме того в ходе вооруженных конфликтов противоборствующими сторонами активно изготавливаются довооружаются и бронируются коммерческие автомобили.

- Бронеавтомобили, имеющие в базе локальное или круговое бронирование и предназначенные для действий в условиях ограниченных угроз L-ATV (США), Snatch Land Rover (Англия). Данные машины имеют возможность установки легкого вооружения и/или ПТУР.

- Бронеавтомобили, предназначенные для действий в условиях полномасштабных боевых действий Fox (Англия), AML - 60/90 (Франция), БРДМ-2 (Россия). Данные машины в основном имеют вооружением устанавливаемое в башне, однако в ряде случаев например Fennek (Германия) при значительной массе не имеют башни и предназначены в основном для разведки.

Также после окончания второй мировой войны появилось специализированное направление развития бронированных машин Mine Resistant Ambush Protected, которые при относительно высокой противоминной стойкости в ряде случаев обладают низкой противопулевой стойкостью.

1. **Романов, И.Д.** История развития и современное состояние колесных легких бронированных машин / И.Д. Романов, Е.А. Чернышов, А.Д. Романов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). - 2016. - № 4 (47). - С. 40-48.

УДК 62-1/9

СТРИЖАК А.Д., ВИШНЯКОВ А.В., ЛИПИН А.А.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНО-ВИНТОВОГО ДВИЖИТЕЛЯ (РВД) ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ПО ЗАБОЛОЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разнообразные климатические условия, обширные болота и разреженная дорожная сеть Российской Федерации и, в частности, ее северо-восточной территории требует для решения важных производственных задач специальных мобильных технических средств. В сильно заснеженных, заболоченных и илистых районах применяются машины с нетрадиционными опорно-тяговыми системами, одной из которых является роторно-винтовой движитель (РВД).

Транспортно-технологическое средство с РВД было описано как механическая система, для исследования рассматривался только РВД. Так как моделирование движения РВД в условиях заболоченной местности является достаточно трудоемким, в связи с недостаточной изученностью физических параметров рассматриваемой среды, то для оценки результатов было допущено, что грунт является "идеальным", со всеми известными параметрами. Основными параметрами анализа динамики движения машины приняты угловые скорости вращения элементов движителей и их рассогласование.

При помощи разработанной математической модели проведено исследование влияния геометрических параметров РВД, а именно, угла наклона винтовой лопасти и ее высоты, на скоростные параметры шнекового движителя, при равномерном прямолинейном движении ТТС на РВД.

Процессе моделирования изменение угла наклона винтовой лопасти производилось в системе автоматизированного проектирования - SolidWorks - в промежутке от 3° до 60° с шагом в 3°. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение высоты лопасти в соответствии с изменением угла лопасти.

Угол наклона град.	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Высота лопасти, мм.	200	199,7	198,9	195,6	193,2	190,2	186,7	182,7	178,2	173,2
Угол наклона град.	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
Высота лопасти, мм.	167,7	161,8	155,4	148,6	141,4	133,8	125,9	117,6	108,9	100

В результате проведенных исследований была разработана математическая модель прямолинейного движения ТТС с РВД изменяемой геометрии, главной особенностью которого является возможность варьирования угла наклона винтовой линии. Также была установлена взаимосвязь показывающая, что фиксированное значение угла наклона винтовой линии значительно сокращает диапазон возможных скоростей ТТС. Нами было замечено, что при изменении угла наклона винтовой лопасти в промежутке от 3° до 60° с шагом в 3° происходит увеличение возможной максимальной скорости V_{max} в среднем в 3 раза по сравнению с базовым фиксированным углом наклона.

УДК 629.11

ТРЕЙКО Е.А.

ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННАЯ МАШИНА С КОЛЕСНОЙ ФОРМУЛОЙ 4X2

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
Мытищинский филиал

Современным технологическим машинам, создаваемым на базе тракторов, приходится работать в тяжелых почвенно-грунтовых условиях. В тяжелых почвенно-грунтовых условиях сила сопротивления движению оказывает значительное влияние на эффективность работы [1].

Колесные технологические машины имеют следующие преимущества перед гусеничными машинами: большие рабочие и транспортные скорости движения; существенно меньшее вредное воздействие на почву; значительно меньшая металлоемкость; свободу передвижения без применения специальной техники.

В зарубежной практике технологических работ наибольшее распространение нашли колесные машины. Массовое производство колесных тракторов с шарнирно-сочлененной рамой было начато в Северной Америке в конце 50-х годов прошлого века. В Европе производство данных тракторов началось в конце 60-х годов.

Классификация технологических колесных машин показывает, что машины распределены по массе на легкие - от 6 до 10т, средние - от 10 до 14т и тяжелые - свыше 14 т. В основу распределения технологических машин было заложено их назначение.

На технологических машинах в зависимости от назначения устанавливаются двигатели широкого мощностного диапазона от 60 до 200 кВт. Это среднеоборотные четырех и шести цилиндровые четырехтактные дизельные двигатели с турбонаддувом, с объемом цилиндров от пяти до восьми литров и коэффициентом загрузки по моменту 1,25-1,55.

Трансмиссии, применяемые на технологических колесных машинах, в основном гидромеханические, состоящие из гидротрансформатора и коробки передач с переключением на ходу, также применяется трансмиссия в гидростатическо-механическом исполнении, состоящая из гидростата и планетарной реверсивной коробки передач с переключением передач на ходу под нагрузкой.

Родоначальником современных колесных технологических машин с шарнирно-сочлененной рамой является тягач «Турно-скиддер» фирмы «Летурно» (США), созданный в 1953 г. Это был тягач-одноосник с шарнирно присоединенным арочным прицепом и колесной формулой 4х2. Трансмиссия применяемая на тягача была электромеханическая, что позволяло поворачивать за счет изменения крутящего момента подводимого к левому или правому колесу.

Принимая во внимание тенденции последних лет, связанные с внедрением роботизации в управление машинами, авторами предлагается аналогичный принцип поворота колесной технологической машины за счет изменения крутящего момента подводимого к левому и правому колесу путем установки роботизированных бортовых коробок передач. Мы считаем, что данное предложение позволит повысить технический уровень и производительность колесных шарнирно сочлененных машин с колесной формулой 4х2.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 9.8996.2017/БЧ.

1. Клубничкин Е.Е., Клубничкин В.Е., Шняков А.В. Оценка оптимальной величины крюковой нагрузки машинотракторного агрегата //Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2.№ 2-2 (7-2). с. 224-228.

УДК 629.113

ТУМАНОВ А.В., ТУМАСОВ А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ЛЕГКОГО КОММЕРЧЕСКОГО АВТОМОБИЛЯ, ОСНАЩЕННОГО СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование динамики движения легкого коммерческого автомобиля осуществляется виртуальным моделированием, представленное на рис. 1, при помощи программного пакета SDK Simulation. Модель оснащена системой электронного контроля устойчивости и имеет полную массу 3,5 тонны. При использовании данного пакета производится имитация дорожных испытаний двухосного автомобиля в условиях маневрирования по усеченной синусоиде с учетом характеристик демпфирующих и упругих элементов подвески силового агрегата, рабочей тормозной системы ТС, параметров рулевого управления ТС.



Рис. 1. Виртуальное испытание ЛКА на маневр по усеченной синусоиде

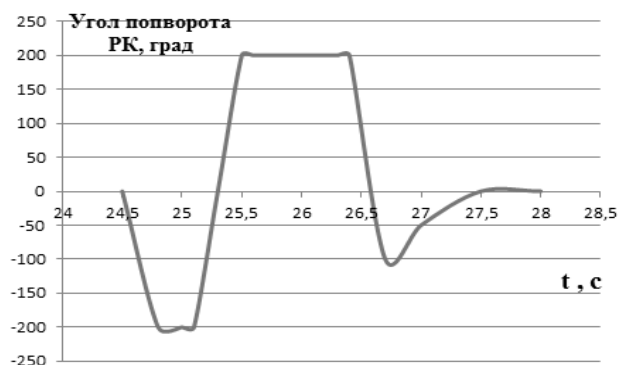


Рис. 2. График отклонения рулевого колеса и скорости рыскания в ходе испытания

Для оценки соответствия поведения модели критериям устойчивого движения использовалось испытание на маневр по усеченной синусоиде, представленное в Глобальном техническом правиле №8. Согласно данному правилу, испытываемая модель ЛКА, двигаясь с постоянной скоростью 80 км/ч, совершает маневрирование с использованием схемы отклонения рулевого колеса, показанной на рис. 2.

На основании результатов, полученных в ходе исследования, был сделан вывод о том, что виртуальная модель ЛКА, оснащенная системой электронного контроля устойчивости, позволяет избежать опрокидывания ТС, путем автоматического контроля тормозным моментом. Согласно Глобальному техническому правилу №8, данная модель считается прошедшей испытание, тому подтверждением являются показатели реакций на колесах ТС и мгновенная скорость рыскания, которая не превышает 35% от зафиксированной максимальной скорости рыскания.

УДК 669

ТУМАСОВ А.В., ШИЯН С.А., РОМАНОВА А.Д.,
ШАКОЛИН В.В., ТУМАНОВ А.В.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВИЗУАЛЬНОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ ВОДИТЕЛЯ, ИНТЕГРИРОВАННАЯ В СТОЙКИ ВЕТРОВОГО СТЕКЛА

ООО «Нижпромпласт»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время у любого, даже самого современного, автомобиля есть зоны с ограниченной видимостью или «слепые» зоны. Препятствия в «слепой» зоне не видно с места водителя, в ряде случаев это может привести к аварийной ситуации. В слепой зоне может спрятаться не только ребенок, но и автомобиль. Нередко, когда из «слепой» зоны резко выходит другое транспортное средство, водитель, пытаясь избежать столкновения, выезжает со своей полосы, что приводит к столкновению с другим транспортным средством. Часть слепых зон может быть сокращена за счет установки за счет применения сферических зеркал, парктроников и др [1]. Тем не менее, полностью избавиться от слепых зон они не в силах. Поэтому во всем мире ведутся разработки систем на основе видеокамер. Одним из первых концептов с «прозрачными стойками» стал Nissan Pivo (рис 1). Компания Jaguar Land Rover развивает концепцию виртуального видения Vision, которая включает в «прозрачные стойки», «виртуальные лобовые стекла», «прозрачный капот» и др. Аналогичные разработки ведутся во всех ведущих автомобилестроительных компаниях.



Рис. 1. Nissan Pivo



Рис. 2. Jaguar

В России при поддержке Фонда содействия развитию инноваций компания ООО «Нижпромпласт» ведет разработку системы визуального информирования водителя, интегрированная в стойки ветрового стекла, ее особенностями являются комплексный подход. Разрабатываемая система позволит предупредить водителя об опасном сближении и воз-

возможности фронтального столкновения; осуществлять контроль слепых зон о нахождении потенциального препятствия в зоне видимости камер и датчиков с выдачей как предупредительного звукового сигнала, так и видеоинформации на экраны вмонтированные в ветровые стойки; получать информацию на маршруте следования (наличии пробок, дорожно-ремонтных работ, ограничениях скоростного режима, расчетное времени в пути и др).

Предыдущий опыт сотрудничества научных сотрудников НГТУ с инновационными компаниями в рамках международного технического проекта «Formula SAE» [2] показал возможность практической реализации сложных высокотехнологичных проектов.

Библиографический список

1. Ханген Хе, Тао Ву, Тимофеев А.В. Новые методы обнаружения препятствий для навигации и управления движением мобильных роботов // XI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. 2004. с. 47-49.
2. Чернышов, Е.А. Опыт внедрения технологии сквозного цифрового проектирования в рамках научно-исследовательской работы студентов и аспирантов / Е.А. Чернышов, К.О. Гончаров, А.Д. Романов, А.Л. Кулагин // Современные наукоемкие технологии. - 2014. - № 4. - С. 92-96.

УДК 629.113

ФИЛАТОВ В.И., БЕРЕСНЕВ П.О., МАКАРОВ В.С.,
ПОРУБОВ Д.М., БЕЛЯКОВ В.В., КУРКИН А.А., ЗЕЗЮЛИН Д.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Важнейшим вопросом в проектировочных расчетах специальных транспортных средств (СТС) является корректный учет характеристик опорных поверхностей береговой зоны. Для определения возможности движения СТС по определенному опорному основанию достаточно знать массово-геометрические параметры шасси и основные характеристики грунта: влажность - W , объемная плотность грунта - ρ , модуль деформации - E , угол внутреннего трения - φ_0 , внутреннее сцепление в грунте - c_0 , толщина мягкого слоя - H_T . Данные характеристики входят в большинство разработанных на сегодняшний день математических моделей движения по мягким грунтам [1].

Исходя из данных величин по известным зависимостям [2] могут определяться все характеристики грунта, необходимые для расчета силовых факторов в контакте движителя с опорной поверхностью и, соответственно, параметров движения робототехнического комплекса.

Основные характеристики могут быть получены путем пересчета по аналитическим зависимостям, если известно сопротивление пенетрации.

Исследования физико-механических характеристик грунта проводились с применением пенетromетра грунтового ПГ-1 и «Полевой лаборатории Литвинова» ПЛЛ-9.

Для определения параметров грунта используются таблицы пересчета в соответствии с паспортом пенетromетра ПГ-1. На основе методики проведения испытаний с помощью пенетromетра ПГ-1, определяем: усилие пенетрации (P , Н); сопротивления пенетрации (E_w , Н/см²); модуль упругости (E_y , Н/см²); угол внутреннего трения (φ_{zp} , °); удельное сцепление грунта (C_{zp} , МПа). Данных значений, а также известной плотности достаточно для оценки проходимости и подвижности АМТС по береговым зонам.

При проведении испытаний на побережье о. Сахалин наблюдается снижение несущей способности на участках около уреза воды из-за повышенной влажности, а также из-за наличия в структуре грунта органических включений [3].

При этом по мере отдаления от уреза воды среднее сопротивление пенетрации возрастает в 1,5 раза и как следствие несущая способность [4].

Плотность грунта определяют путем взвешивания нормированного объема. Аналитическая зависимость для вычисления плотности грунта:

$$\rho = \frac{m-m_0}{V_0},$$

где m – масса грунта с банкой в естественном состоянии, m_0 – масса банки, V_0 – объем банки.

Влажность грунта определяется по зависимости:

$$W = \frac{m-m_1}{m_1} \cdot 100\%,$$

где m_1 – масса грунта с банкой в сухом состоянии.

Таким образом, зная основные параметры грунта береговых зон можно спрогнозировать проходимость и подвижность СТС.

Влияние влажности для несущей способности является важным при входе и выходе СТС в воду. Появляется дополнительное бульдозерное сопротивление. Для исследования изменения характеристик были проведены замеры.

Представленные результаты получены при финансовой поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-6637.2016.5 и молодых ученых - кандидатов наук МК-5854.2016.5.

Библиографический список

1. Вольская Н.С. Разработка методов расчета опорно-тяговых характеристик колесных машин по заданным дорожно-грунтовым условиям в районах эксплуатации: дис. ... докт. Техн. Наук: 05.05.03. – М., 2010
2. Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей. – М.: Машиностроение, 1981. – 230 с.
3. Kurkin A. AUTONOMOUS ROBOTIC SYSTEM FOR COASTAL MONITORING / Kurkin A., Pelinovsky E., Tyugin D., Giniyatullin A., Kurkina O., Belyakov V., Makarov V., Zeziulin D., Kuznetsov K. // 12th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 2015 12. 2015. С. 933-943.
4. Куркин А.А. Исследования прибрежных районов охотского моря с использованием наземного мобильного робота / Куркин А.А., Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Зайцев А.И., Беляев А.М., Береснев П.О., Беляков В.В., Пелиновский Е.Н., Тюгин Д.Ю. // Экологические системы и приборы. Изд-во «Научтехлитиздат», г. Москва, 2016, № 8 с. 11-17

УДК 629. 365

**ЧЕМОДАНОВ Е.Ю., МАКАРОВ В.С., ПАПУНИН А.В.,
ЗЕЗЮЛИН Д.В., БЕЛЯКОВ В.В.**

РАЗРАБОТКА НЕЗАВИСИМОЙ ПОДВЕСКИ И ГИДРООБЪЕМНОЙ ТРАНСМИССИИ МНОГООСНОГО ВЕЗДЕХОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ОСОБО ЛЕГКОГО КЛАССА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

Значительный интерес в настоящее время для научных исследований представляют вопросы создания высокоэффективных наземных транспортно-технологических средств особо легкого класса. Использование легких вездеходов позволяет снизить расходы в

эксплуатации и предоставляет возможность свободного перемещения в местах, где не могут проехать тяжелые вездеходы.

Для улучшения показателей подвижности такие машины следует оснащать гидрообъемной трансмиссией и подвеской. Гидрообъемные трансмиссии очень компактны и при этом обладают небольшой массой и габаритными размерами, а также малой инерционностью, обеспечивающей хорошие динамические свойства машины. При использовании таких трансмиссий появляется возможность реализации больших передаточных чисел при объемном регулировании и надежного предохранения от перегрузок двигателя и системы привода. Также немаловажным фактором является независимость расположения агрегатов трансмиссии, позволяющая наиболее целесообразно их разместить. Недостатками гидрообъемной трансмиссии можно назвать меньший коэффициент полезного действия, чем у механической, необходимость использовать качественные рабочие жидкости, а также более высокую стоимость. Однако организация массового автоматизированного производства унифицированных сборочных единиц с использованием современных технологий позволит снизить себестоимость этой трансмиссии. Независимая подвеска обеспечивает малые крены и небольшой вес неподрессоренных масс, комфортное передвижение для водителя и пассажиров, а также позволяет динамически регулировать наклон колеса в повороте. Недостатками являются высокая стоимость деталей подвески и ее сложность.

В данной работе были проведены исследования и разработана кинематическая схема проектируемого вездеходного транспортного средства (ВТС), осуществлен расчет тягово-скоростных характеристик, выбраны на основании предварительных расчетов и компоновки массово-габаритные параметры шасси колесной машины особо легкого класса, параметры и характеристики трансмиссии и системы поддрессирования, а также создана 3D модель подвески и ее анимация.

В дальнейшем планируются разработка эскизной конструкторской документации с проведением соответствующих поверочных расчетов для обеспечения необходимого уровня подвижности ВТС по надежности; анализ адекватности разработанных математических моделей на основе результатов исследовательских испытаний; имитационное моделирование движения машины в условиях бездорожья; создание исследовательского макета ВТС для использования в научной работе НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Библиографический список

1. Зезюлин Д.В. Транспортное средство "КОРСАК" для обслуживания линейных объектов / Зезюлин Д.В. [и др.] «Труды НГТУ»– Н.Новгород, 2014. №4(106) С. 336-341
2. Макаров В.С. Разработка многоосного вездеходного транспортного средства особо легкого класса с гидрообъемной трансмиссией / Макаров В.С. [и др.] // Беспилотные транспортные средства: проблемы и перспективы: сборник материалов 94 международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016 С. 162-167
3. Чемоданов Е.Ю. Разработка многоосного вездеходного транспортного средства особо легкого класса с гидрообъемной трансмиссией и независимой подвеской / Чемоданов Е.Ю. [и др.] // Будущее технической науки: сборник материалов XV Международной молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016. с. 230

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ ГРЕЙФЕРА,
РАБОТАЮЩЕГО ПОД ВОДОЙ**

ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

В процессе зачерпывания водонасыщенного материала под водой под днищем грейфера возникают дополнительные нагрузки ввиду фильтрации воды через поры материала, при его сжатии, в момент схождения челюстей грейфера. Уменьшение пиковых нагрузок за счет снижения скоростей зачерпывания и подъема осуществляет крановщик, путем кратковременного включения и выключения лебедок. Эффективность такой работы зависит от квалификации крановщика и зачастую приводит к снижению производительности, поперечному кренению крана и возникновению аварийных ситуаций.

Решение данной проблемы заключается в установке между двигателем и редуктором лебедок механизма подъема гидротрансформаторов, соответствующих мощностям лебедок. Надежность их подтверждается длительной эксплуатацией в приводах тракторов, бульдозеров и локомотивов. Гидротрансформаторы позволяют автоматически регулировать скорость подъема и замыкания грейфера, путем создания обратной связи между нагрузкой на канатах и скоростями зачерпывания и подъема грейфера.

При создании привода механизма подъема с гидротрансформатором необходимо совмещать исходные характеристики асинхронного электродвигателя и гидротрансформатора, что осуществляется совмещением номинального момента электродвигателя с зоной максимального КПД гидротрансформатора. В этом случае преобразующие свойства гидротрансформатора используются при всех режимах работы привода с реализацией положительных качеств, применительно к подводной добыче.

Основное требование к гидротрансформатору - высокий КПД в рабочей зоне. Это требование наиболее полно можно реализовать в комплексных гидротрансформаторах (с центростремительной турбиной и симметричным расположением насосного и турбинного колес. Кроме того, в гидротрансформаторах с центростремительной турбиной при установке в колесах реактора муфт свободного хода реализуется эффективная работа в режиме гидромуфты. Отмеченное свойство обусловлено тем, что в гидротрансформаторах указанного типа выход рабочей жидкости из насосного колеса располагается на большем диаметре круга ее циркуляции.

Автоматическое регулирование скорости зачерпывания и подъема грейфера ввиду установки гидротрансформатора позволит оставаться нагрузке в канатах механизма подъема в допустимых значениях, что приведет к увеличению срока службы крана, снижению стоимости ремонтов и повышению эффективности цикла. Слюсаревым А.С. и Яблоковым А.С. был разработан и защищен патентом на полезную модель привод для механизма подъема плавучего крана, включающий в себя гидротрансформатор.

ОЦЕНКА ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КУЗОВА ВАХТОВОГО АВТОБУСА С ВНЕСЕННЫМИ В ЕГО КОНСТРУКЦИЮ ИЗМЕНЕНИЯМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В соответствии с существующим ГОСТ Р 41.66-99 (Правилами ЕЭК ООН №66) вахтовый автобус вместимостью более 22 пассажиров должен обеспечивать их пассивную безопасность при боковом опрокидывании с уступа высотой 0,8м. Существующими нормативными документами предусмотрено проводить оценку безопасности кузова по результатам расчетов и компьютерного моделирования. При этом расчетная модель, ее закрепление или опрокидывание, а также аварийная нагрузка должны соответствовать условиям проведения соответствующего испытания.

Разработанная на кафедре «Автомобили и тракторы» НГТУ им. Р.Е. Алексеева методика проведения расчетного анализа работоспособности кузовов автобусов в условиях опрокидывания позволяет оценивать их пассивную безопасность на стадиях проектирования, доводки и сертификации.

В данной работе оценка пассивной безопасности по результатам компьютерного моделирования выполнена на примере кузова вахтового автобуса. Особенностью его конструкции является то, что каркас выполнен из труб с тонкостенным профилем. Наружная обшивка выполнена из стальных листов, а внутренняя – из фанеры. Между ними вклеен жесткий пенопласт. Все эти особенности учтены в подробных геометрической (рис. 1) и соответствующей конечно-элементной моделях кузова.

По данным конечно-элементного расчета были получены следующие результаты, выводы и прочностные рекомендации:

- целесообразным является усиление каркаса фургона за счет повышения прочности двух крайних поперечных балок основания путем установки сверху дополнительных брусьев аналогичного профиля (рис.2);
- конструкция каркаса фургона с внесенными изменениями отвечает требованиям пассивной безопасности, так как при опрокидывании модели вахтового автобуса с уступа происходит полное поглощение энергии удара, а внутри салона автобуса сохраняется остаточное жизненное пространство, обеспечивающее безопасность пассажиров;
- поскольку в модели не учитывались дополнительные деревянные брусья, прикрепленные со стороны салона к стальным трубам каркаса, многослойное основание пола, а также каркасы сидений, то реальная конструкция вахтового автобуса должна иметь гарантированный запас по несущей способности с точки зрения восприятия аварийных нагрузок.

Методика проведения оценки пассивной безопасности кузовов автобусов по результатам компьютерного моделирования может успешно использоваться при доводке конструкций, разработке их модификаций, при оценке внесения конструктивных изменений на их несущую способность.

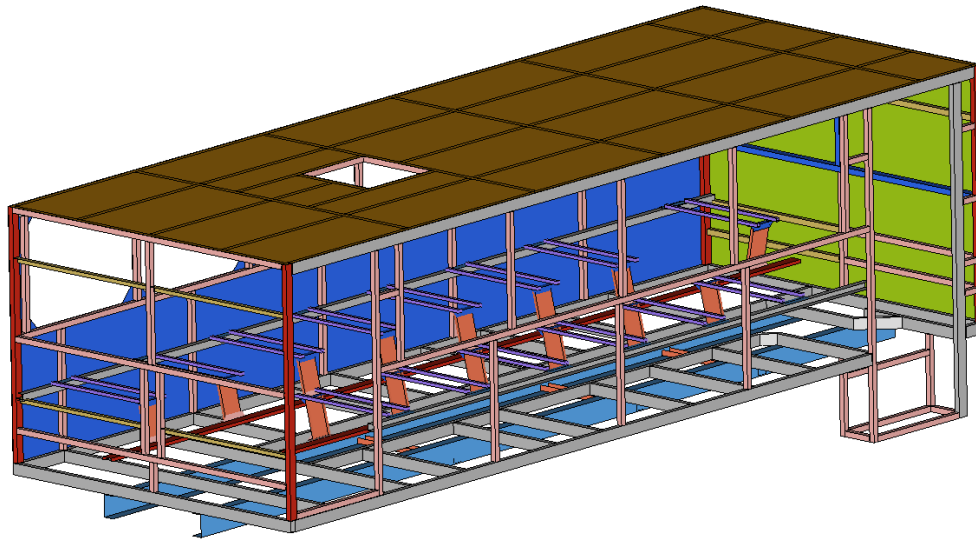


Рис. 1. Геометрическая модель кузова вахтового автобуса

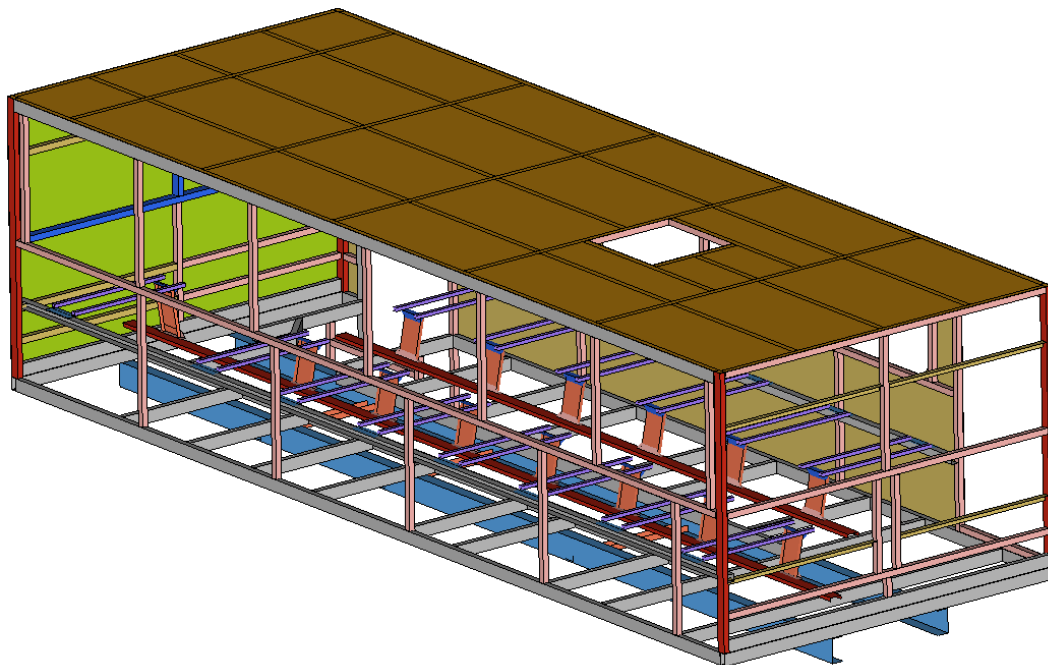


Рис. 2. Модель кузова с усиленным основанием

УДК 629.113

ШУРЫГИН В.Ю., ГЕРАСИН А.В., ОРЛОВ Л.Н., ТУМАСОВ А.В.

**РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИДЕНЬЯ
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ
ПРАВИЛ ЕЖКООН №80**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В статье представлены результаты расчетных исследований каркаса сиденья транспортного средства на предмет пассивной безопасности. Численное исследование каркаса выполнено с использованием программного комплекса ABAQUS.

Одним из важных требований при проектировании транспортного средства является обеспечение пассивной безопасности. Особое внимание уделяется и прочности отдельных

элементов автомобиля – в том числе сиденьям. Согласно существующим требованиям, каркас сиденья должен иметь соответствующую прочность и несущую способность по разрушающим нагрузкам. Конструкция сиденья должна выдерживать нагрузки, действующие на него в различных аварийных ситуациях. Группа исследователей занимается проведением экспертной расчетной оценки прочности каркасов сидений наземных транспортных средств. В ходе данной работы были разработаны подробные расчетные модели каркасов, проведена экспертная расчетная оценка, анализ результатов и выводы.

В качестве объекта выбран каркас сиденья наземного транспортного средства. Расчетные исследования проводились по требованиям Правил ЕЭК ООН №80.

На рис. 1,а показана схема нагружения сиденья, которая реализуется с помощью верхней и нижней цилиндрических поверхностей с радиусом кривизны $R = 82 \pm 3$ мм, и шириной - по меньшей мере, равной ширине спинки сиденья для верхней части туловища, равной 320 мм для нижней части туловища.

На рис. 1, б показаны результаты расчета деформаций, мм.

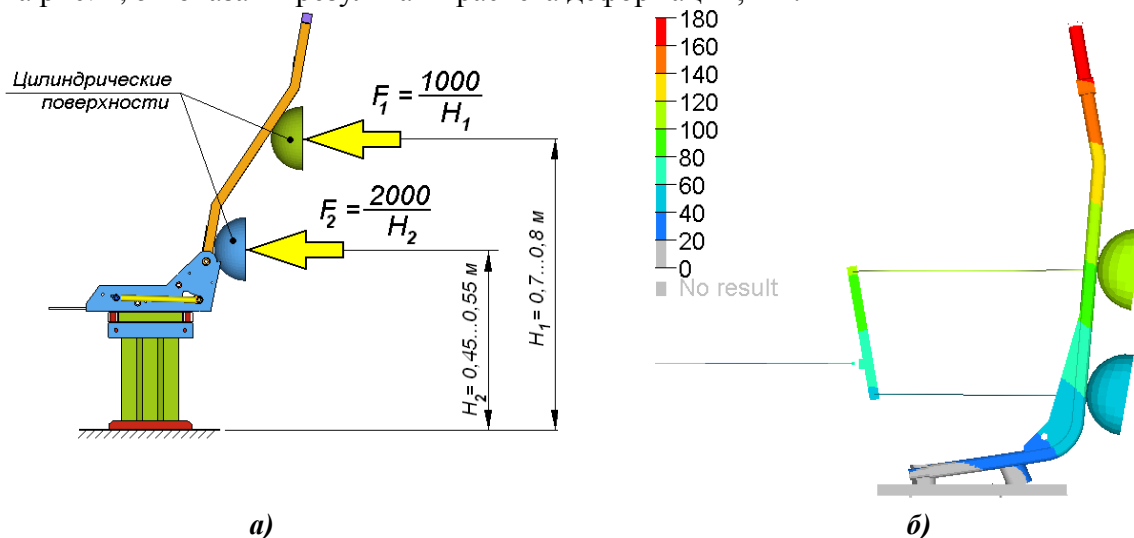


Рис. 1. Модель каркаса сиденья:
а – схема нагружения; б – результаты расчета

В ходе данной работы была проведена оценка пассивной безопасности каркаса сиденья. Рассматриваемый каркас сиденья отвечает требованиям правил ЕЭК ООН №80. Испытания каркасов сидений наземных транспортных средств на пассивную безопасность представляет собой довольно трудоемкий и дорогостоящий процесс, поэтому применение расчетных методов исследований позволяет достаточно точно спрогнозировать поведение конструкции, а также рассмотреть множество ее вариантов. В совокупности полученные результаты представляют большой интерес для инженеров, инженерных отделов компаний, занимающихся проектированием сидений наземных транспортных средств.

УДК 656.132

АРЕФЬЕВ Н.А., МОЛЕВ Ю.И.

ВЫДЕЛЕННАЯ ПОЛОСА ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Быстрый рост объемов транспортного движения в крупных городах России требует новых подходов к формированию эффективных транспортных систем общественного транспорта. Один из таких подходов - это введение в улично-дорожную сеть выделенных полос для общественного транспорта.

Существует нормативно-правовой документ, который указывает на то, что "затраты времени в городах на передвижение от мест проживания до мест работы для 90% трудящихся (в один конец) не должны превышать 40 мин. для городов с населением один миллион человек (СП 42.13330.2011, п.11.2)

Крайними дальними точками следования людей между домом и работой в Нижнем Новгороде являются Сормово - Верхние Печеры - Автозавод - Щербинки. Минимальная длина маршрутов находится в диапазоне от 15 до 20 км. Самые длинные же достигают 33км. Получается, чтобы выполнить норму, согласную СП 42.13330.2011, п.11.2, средняя скорость движения автобусов должна быть равной около 30км/ч. Реальная же скорость движения автобусов в часы пик, а именно в эти часы преобладающее большинство людей добираются от дома на работу (или обратно), составляет около 13 км/ч. Что является недопустимым по не только для самых длинных маршрутов следований из одного перечисленного ранее района в другой, но и даже для самых коротких.

В наиболее тяжелых ситуациях, причем как в одном направлении (в утренний час пик), так и в обратном (в вечерний час пик), находятся дороги по улицам: пр. Гагарина, пр. Ленина, Московское ш. ул. Советская, Сормовское ш, ул. Горького, ул. Белинского, ул. Ванеева, ул. Родионова, Казанское ш., а также все мосты через р. Оку.

Для того чтобы увеличить среднюю скорость движения автобусов в часы пик, используются полосы для маршрутных транспортных средств. Полоса, предназначенная для движения только маршрутных транспортных средств и транспортных средств, используемых в качестве легкового такси, движущихся попутно общему потоку транспортных средств.

Анализ грамотно расположенных полос для маршрутных транспортных средств в таких городах России, как Москва, Санкт-Петербург, Казань показал, что увеличивается эффективность автобусного и троллейбусного транспорта. Изменяются следующие показатели:

- увеличивается средняя скорость движения автобусов и троллейбусов,
- уменьшается средний интервал,
- уменьшается среднее время поездки,
- увеличивается количество людей, пользующихся общественным транспортом,
- уменьшается аварийность с участием автобусов.

В настоящее время в Нижнем Новгороде нужно вводить полосы для маршрутных транспортных средств на дорогах, которые были перечислены ранее. Там, где это не представляется возможным из-за недостаточной ширины проезжей части, нужно создавать усло-

вия для введения полос для маршрутных транспортных средств - расширять проезжие части либо реорганизовывать движение.

УДК 656

БАЛАБАНОВ А.А., МОЛЕВ Ю.И.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОВОЧНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобильный транспорт является одним из стратегически важных элементов в инфраструктуре современных городов. Традиционно формирование систем управления на транспорте осуществляется путем создания соответствующей инфраструктуры, информационного обеспечения транспортных систем. Анализ этих направлений показывает, что одним из наиболее актуальных направлений является информационное обеспечение транспортных процессов. Это объясняется тем, что во многих случаях нарушаются требования системного подхода и реализуются локальные организационно-технические решения, в том числе при создании систем управления парковками.

Целью создания интеллектуальных транспортных систем является оптимизация и координация всех функций при управлении дорожным движением. Для достижения этой цели система должна выполнять такие основные функции, как планирование и управление пассажирскими и грузовыми перевозками; управление автомобильными парковками всех видов и доступом в центральную часть города.

Характеризуя особенности функционирования городских транспортных систем можно отметить, что подобная система представляет собой комплексную систему управления, создаваемую на базе расширенной технологической платформы мониторинга транспортных потоков и транспортного планирования.

Наиболее важные задачи, которые решаются в процессе развития парковочного пространства в рамках единой системы управления дорожным движением, можно представить на двух уровнях - локальном и системном. Эти преимущества формулируются следующим образом.

На локальном уровне:

- расширение подсистемы мониторинга характеристик транспортных потоков;
- уменьшение вероятности возникновения заторовых ситуаций;
- повышение безопасности движения и транспортной безопасности;
- создание возможностей для расширения транспортного сервиса;
- стимулирование производственных, торговых и сервисных предприятий к рациональному использованию парковочного пространства.

Системном уровне:

- создание стимулов для развития рынка современных технологий управления движением;
- формулирование типовых методических принципов и рекомендаций на институциональном и организационном уровнях;
- продвижение опыта разработки транспортных проектов среди органов управления муниципальными образованиями;

Библиографический список

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: справочник: пер. с англ./ В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт. - М.: Транспорт, 1981.
2. **Голубев, Г.Е.** Автомобильные стоянки и гаражи в застройке городов. - М.: Стройиздат, 1988.

**ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ
ПО ПРАВКЕ ДИСКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС**

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

В настоящее время актуальным вопросом при правке дисков автомобильных колес является сертификация выполняемой услуги, которая находится на стадии поиска компромисса с органом по сертификации (ОС) в части схемы сертификации.

Нами сформулирована и представлена в ОС концепция процесса сертификации правки дисков. На наш взгляд, сертификат, именно по правке дисков, должен быть подтвержден испытаниями и заключениями независимой лаборатории. С нашей стороны потребуются подготовка образцов дисков, с выполненными на них «искусственными дефектами». На эти диски должны быть составлены паспорта с характеристиками дефектов. В независимой лаборатории их должны проверить по специальной методике на целостность материала дисков в зоне дефектов и механические свойства. Далее диски подвергаются правке в нашей мастерской и возвращаются в независимую лабораторию на повторное обследование. Занимаясь много лет правкой дисков, убедились в том, что эта технология относится к потенциально опасному виду деятельности и требует особого внимания и оснащения.

Следует отметить, что такая концепция положительно себя зарекомендовала при сертификации нами нового оборудования, «стенда для правки дисков автомобильных колес» [1] в 2002 году. После получения сертификата в период с 2002 по 2006 гг. таких стандов было изготовлено и реализовано примерно 110 единиц [2].

В статье [3] приведены результаты исследований, обосновывающие технологию исправления дефектов литых и кованых дисков с использованием нагрева ремонтируемой поверхности, это могло бы послужить документальным обоснованием возможности сертификации.

В настоящее время не только малые предприятия, имеющие станды для правки дисков, но и специализированные предприятия, проводят эту работу без специальных разрешений (сертификатов), мотивируя это тем, что данная услуга не значится в списке работ, подлежащих обязательной сертификации.

Доводы ОС основываются на следующем: «Сертификат соответствия ГОСТ Р выдается только на новую продукцию. Продукция, бывшая в употреблении, не подлежит обязательному декларированию (сертификации) и достаточно ограничится актом выполненных работ, а не загружать лабораторию проведением трудоемких исследований по ГОСТ Р 54824-2010 и ГОСТ 50511-93 – «технические условия на изготовление дисков», и «методы испытаний» (ГОСТ 1497-84 и ГОСТ 11701-84).

На основании изложенного материала можно сделать вывод, что необходимо искать компромисс с ОС в части схемы сертификации, заниматься документальным технологическим оформлением процессов правки и патентованием, что может стать необходимыми и достаточными документами при проведении работ по сертификации.

Библиографический список

1. Патент на изобретение РФ №2281176 «Стенд для правки дисков», заявка №2004130795 от 20.10.2004г., опубл. 10.08.2006г., бюл. №36. Автор и патентообладатель Платонов А.В.
2. **Платонов, А.В.** Инновационные разработки в области ремонта дисков колесного транспорта/ (МНТК «ИНТОМ-2013»). Ч.2. – Казань, 2013. – С 74...78.

3. **Платонов, И.А., Платонов, А.В.** Исследования и разработки по оптимизации диагностирования параметров дисков колесного транспорта и технологических режимов при их правке/ (МНТК «ИНТОМ-2013»). Ч.2. – Казань, 2013. – С 78...82.

УДК 656.11

БАХТАРИН Д.М., БЕРДНИКОВ Л.А., КУЛЯЗИН А.Д.

CARSHARING В УСЛОВИЯХ ГОРОДА НИЖНИЙ НОВГОРОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Нижнем Новгороде разрабатывается проект концепции единого парковочного пространства города, в котором упор делается на подземные и многоярусные паркинги.

По проекту, на территории Нижнего Новгорода планируется создать около 130 современных парковок, которые будут располагаться вблизи наиболее загруженных транспортом мест: площади Лядова, Маркина, Свободы, улица Минина, Почаинский оврага и других. Подсчитано, что себестоимость возведения одного парковочного места многоярусной стоянки оценивается в 350 тыс.руб., а строительство паркинга обойдется в среднем в 160 млн. Данные факты говорят о существующей и явной проблеме парковочных мест, что в свою очередь связано с такими факторами как:

- рост числа машин на душу населения,
- конфигурация улиц и дорог Нижнего Новгорода,
- неравномерное распределения количества машин в «часы пик» в верхней и нижней части города.

Исполняющий обязанности директора департамента градостроительного развития и архитектуры администрации Нижнего Новгорода Александр Корнилов сообщил, что в городе есть стоянки и гаражи на 126 тыс. машиномест, что составляет 30% потребности.

В настоящее время действует постановление Городской Думы от 29 ноября 2006 года «Об утверждении нормативов градостроительного проектирования и размещения стоянок и автотранспортных средств в городе Нижнем Новгороде». В этом постановлении предполагалось, что уровень автомобилизации в городе до 2010 года составит 320 автомобилей на 1000 человек, а к 2020 году увеличится до 470 автомобилей на 1000 нижегородцев. В реальности уже в 2005 году на 1000 жителей приходилось 350 автомобилей. Получается, что за 5 лет количество автомобилей возросло на 52%.

Такими темпами, по расчетам, к 2020 году парк личных автомобилей превысит 640 машин на 1000 нижегородцев. Поэтому вопрос с парковками имеет достаточно серьезное значение и для старой застройки и при возведении новых микрорайонов. Однако между районами города есть существенные различия.

Carsharing — вид краткосрочной аренды автомобиля с поминутной или почасовой оплатой, обычно используемый для коротких внутригородских поездок. Каршеринг позволяет сэкономить до 70 % совокупной стоимости транспорта для своих участников, так как они оплачивают только время, когда реально используют автомобиль. В условиях густонаселенных городов, главное преимущество данной услуги заключается в том, что автомобили находятся на парковочном месте минимальное количество времени, после чего его арендует следующий клиент. Это в свою очередь решает проблему парковочных мест в городе Нижний Новгород, однако на данный момент использование этой системы не является необходимостью и не будет внедрено в ближайшие года.

СБОРКА И ДОРАБОТКА ДВИГАТЕЛЯ ЗМЗ – 24Д С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задачей является восстановление двигателя ЗМЗ-24Д с сохранением аутентичного внешнего вида с использованием современных технологий ремонта и применением современных эксплуатационных материалов для дальнейшей эксплуатации в ретроавтомобиле.

Общее описание двигателя ЗМЗ-24Д

ЗМЗ 24Д – 8-клапанный четырехтактный четырехцилиндровый двигатель, имеет верхнее расположение клапанов и нижнее расположение распределительного вала. Блок цилиндров и головка блока цилиндров (ГБЦ) отлиты из алюминиевого сплава AL 4. ДВС предназначен для работы на бензиновом топливе Аи-93. Мотор ЗМЗ 2401 обладает такими же характеристиками. В отличие от ЗМЗ 24Д, ЗМЗ 2401 работал на бензине А-76. Топливная система оснащается двухкамерным карбюратором К 126Г.

В свое время применение алюминиевого блока цилиндров (БЦ) и головки блока являлось новшеством и считалось передовой технологией. «Двадцать четвертые» моторы просуществовали без каких-либо изменений до 1985 года, когда на смену им пришло новое поколение двигателей ЗМЗ 402 и ЗМЗ 4021.

Технические характеристики ЗМЗ 24Д и ЗМЗ 2401

- Количество цилиндров – 4;
- Диаметр поршня стандартного размера – 92 мм;
- Ход поршня – 92 мм;
- Количество коренных опор коленчатого вала – 5;
- Диаметр коренных шеек стандартного коленчатого вала – 64 мм;
- Диаметр шатунных шеек стандартного коленчатого вала – 58 мм;
- Степень сжатия ЗМЗ 24Д – 8,2; степень сжатия ЗМЗ 2401 – 6,7;
- Объем ДВС – 2,445 л.

В масляный картер ДВС заливается от 5 до 5,5 литров моторного масла.

Отличия двигателя ЗМЗ-402 от ЗМЗ-24Д

• Головка блока цилиндров. В передней части ГБЦ ЗМЗ-24Д расположен водяной насос, у ГБЦ ЗМЗ-402 в этом месте находится корпус термостата, а насос переместился на БЦ. На ГБЦ ЗМЗ-402 двойные пружины клапанов, на ГБЦ ЗМЗ-24Д - одинарные;

• Ось коромысел. На модели ЗМЗ-402 у оси по краям появились дополнительные стойки. Это позволило проводить более точную регулировку клапанов за счет более жесткой фиксации оси;

• Блок цилиндров. ЗМЗ-402 – водяной насос находится на передней части блока. ЗМЗ-24Д – водяной насос находится на ГБЦ, в этом месте на блоке просто алюминиевый гладкий отлив;

• Карбюратор. ЗМЗ-402 – модель карбюратора К126ГМ

• Масляный насос. У моторов ЗМЗ-402 новый насос имел более крупные шестерни и корпус. За счет новшества повысилась его производительность;

• Шкив коленчатого вала. На двигателях ЗМЗ 402 стал применяться массивный шкив, который позволил увеличить крутящий момент ДВС;

• Водяной насос. Помпа ЗМЗ-24Д была совмещена с корпусом термостата. У новых моторов помпа она совершенно другого вида и меньше в размерах. Предполагалось, что подшипникам помпы ЗМЗ-402 достаточно было заводской смазки, поэтому масленку в ней не предусмотрели;

- Совмещенный впускной и выпускной коллектор. ЗМЗ-402 – конструкция рассчитана на приемную трубу глушителя с двумя коленами. ЗМЗ-24Д – коллектор рассчитан на одинарную приемную трубу.

Нашу доработку мы начнем с того, что используем большое количество деталей от модернизированной версии двигателя - ЗМЗ-402. В своей доработке будем использовать систему газораспределительного механизма, цилиндро-поршневую группу, распределительный и коленчатый вал, масляный насос от двигателя ЗМЗ-402. Будет произведена замена направляющих втулок клапанов под 8 маслосъемных колпачков, так как на ГБЦ ЗМЗ-24Д они предусмотрены только на выпускных клапанах. Далее был выбран коленчатый вал от ЗМЗ-402, так как на нем имеются центральные смазывающие отверстия, которые обеспечивают улучшенное смазывание подшипников скольжения и исключают масляное голодание. Шкив коленчатого вала тоже устанавливается от ЗМЗ-402, потому что он имеет большую массу и повышает крутящий момент двигателя. Поршневая группа от ЗМЗ-402 выбрана потому, что на поршне на третьей дорожке под маслосъемное кольцо имеется 3 отверстия, что тоже обеспечивает лучшее смазывание. Заводская графитовая набивка заменяется на сальниковую "мерседесовскую", прокладка головки блока цилиндров с круглыми отверстиями заменяется на прокладку с треугольными отверстиями, она пропускает большее количество тосола, и за счет этого улучшается охлаждение двигателя. ГБЦ фрезеруется на 3,5мм для повышения степени сжатия и перехода на бензин Аи-92. Так же доработке подвергается карбюратор К126Г и система зажигания заменяется на бесконтактную, что повышает надежность и долговечность этих узлов. В двигателе будут применены современные смазочные и резинотехнические материалы.

В результате получится двигатель, по запасу надежности и мощности превосходящий характеристики, предусмотренные заводом-изготовителем, но полностью соответствующий внешним видом двигателю, установленному на автомобиле ГАЗ-24 первой серии.

УДК 656.132

БЕЛЯНИНА Е.Н., КОРЯКОВЦЕВА А.А.,
ЯРЕМЕНКО А.И., ЗВЯГИНЦЕВ Е.В.

ПРИОРИТЕТНОЕ ДВИЖЕНИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANYLOGIC

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Жизнь в современных мегаполисах, таких как: Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, невозможно представить без маршрутного пассажирского транспорта (МПТ), главной и самой важной задачей которого является удовлетворение потребности населения в качественных и безопасных перевозках.

В последнее время наиболее ярко наблюдается изменение спроса на пассажирские перевозки и рост уровня автомобилизации городского населения, что приводит к увеличенной загрузке уличной дорожной сети (УДС). Проведенные исследования доказывают, что МПТ в большей степени экономически выгодно использует УДС, чем легковые автомобили. При полной вместимости транспортного средства, в легковом автомобиле занимаемая площадь дороги одним пассажиром составляет 3,6 м², автобус же - 0,41 м². Кроме этого, провозная способность первого в среднем – 1400 чел/ч, второго – 5000 чел/ч, что почти в 3,5 раза больше.

Все это указывает на необходимость оптимизации всей системы МПТ в городе путем организации приоритетного движения автобусов для того, чтобы:

- Сократить время движения пассажиров на МПТ;
- Повысить эффективность использования МПТ;

- Повысить комфорт и безопасность движения МПТ;
- Сформировать наиболее благоприятный вариант движения транспортных потоков;
- Сократить поездки на легковых автомобилях, тем самым частично разгрузить УДС.

Одним из способов организации приоритета является выделение отдельной обособленной полосы для движения пассажирского транспорта. Такие условия имеют успех на стадиях градостроительных проектов, когда есть возможность сделать различные местные расширения или увеличить ширину проезжей части дороги. Проблематично реализовать такой проект на уже существующих проезжих частях, которые требуют реконструкции улиц, проведения специальных обследований.

На кафедре «Автомобильный транспорт» НГТУ разрабатывается учебная модель (см. рис.1) в программе Any Logic, благодаря которой можно оценить эффективность работы МПТ в случаях выделения отдельной полосы на различных участках дороги.

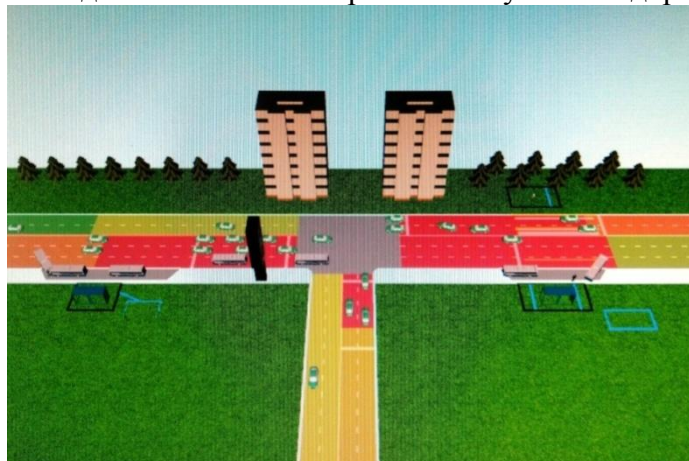


Рис.1. Имитационная модель в Anylogic

УДК 656.11

БЛИНОВ А.С., ЕЛИСЕЕВ М.Е.

ПОСТРОЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ МАРШРУТОВ И ОТОБРАЖЕНИЕ ОЧАГОВ ДТП НА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЕ ГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В статье рассматривается методика построения навигационного маршрута в городской сети с учетом коэффициентов аварийности и отображение очагов ДТП для построенного маршрута на интерактивной карте города [1]. На основании заданных пользователем начальной и конечной точек маршрута строится путь, выбираются очаги ДТП и все эти полученные данные отображаются на интерактивной карте города, для которого строится запрашиваемый маршрут.

Под очагом ДТП подразумевается группа близлежащих друг к другу точек ДТП. Например, на перекрестке есть зафиксированные точки ДТП с разными географическими координатами, лежащие в пределах рассматриваемого перекрестка. Все эти точки ДТП образуют группу, таким образом, формируя очаг ДТП. Координаты очага ДТП привязываются к центру перекрестка.

Алгоритм построения маршрута и функционал карты реализован с помощью сервиса Google Maps. Конечный выбор данного сервиса в качестве базового сервиса для функционала карты и вычисления маршрута был сделан в результате изучения функциональных возможностей аналогичных сервисов: Google Maps, Яндекс Карты и OpenStreetMaps. На осно-

вании проведенного тестирования и изучения API¹, предоставляемого указанными сервисами, выбор был сделан в пользу сервиса Google Maps. Этот выбор обусловлен следующими параметрами:

- широкий спектр функциональных возможностей сервиса;
- гибкими настройками API;
- реализация API, удовлетворяющая условиям нашего проекта.

Построение маршрута

Архитектура сервиса представляет собой клиент-серверную архитектуру [2, 3]. Исходя из этого, процесс построения маршрута можно разбить на три этапа. На первом пользователь задает начальную и конечную точки маршрута. Существуют два способа это выполнить. Первый способ - указать точки на карте. Процесс задания точек маршрута можно начинать как с точки отправления, так и с точки назначения. При этом после указания обеих точек, вне зависимости от последовательности их выбора, начинается процесс построения маршрута.

Вторым способом задания точек маршрута является текстовый ввод в соответствующие поля формы. В этом случае, так же как и в указанном ранее способе, последовательность указания точек маршрута значения не имеет и процесс построения маршрута, аналогично первому способу, начинается сразу после указания второй точки маршрута. Следует отметить, что при вводе адреса в текстовое поле пользователю предлагается наиболее подходящий вариант к уже введенному значению путем использования функционала автодополнения адреса.

Когда начальная и конечная точки маршрута заданы пользователем, данные отправляются на сервер.

На втором этапе сервер принимает данные точек маршрута и запрашивает построение маршрута путем обращения к Google Maps API. В результате ответ от сервиса Google Maps приходит в JSON формате и содержит данные о построенном маршруте. Далее построенный маршрут анализируется, разбивается на участки. Для каждого участка производится поиск близлежащих точек ДТП в базе данных.

Поиск точек ДТП основывается на вычислении расстояния проверяемой точки ДТП от текущего участка маршрута. Если полученное расстояние удовлетворяет заданному условию, то точка ДТП будет отображена на маршруте. При этом ограничение на расстояние от точки ДТП до участка маршрута является переменной величиной и указывается в запросе, посылаемом от клиента на сервер. Данное значение, на текущий момент, не доступно для изменения пользователю и устанавливается в исходном коде.

После того как для каждого участка маршрута произведен поиск точек ДТП, все выбранные точки ДТП передаются на клиент в формате JSON. Здесь нужно отметить, что на клиент-сервер отправляет не сами точки ДТП, а очаги ДТП, которые образуются путем формирования групп из выбранных точек ДТП.

Третий этап построения маршрута заключается в приеме клиентом ответа от сервера, его разбор, запрос маршрута клиентом с теми же координатами с помощью Google Maps API, отображение маршрута и очагов ДТП непосредственно на карте.

Повторный запрос к сервису Google Maps для маршрута на клиенте обусловлен невозможностью использования данных маршрута, полученного сервером, на клиенте.

Отображение очагов. Процесс отображения очагов ДТП на карте состоит в создании маркера для каждого очага и добавлении его на карту. Каждому маркеру добавляется обработчик события, который срабатывает по клику на маркер.

Близлежащие друг к другу маркеры очагов ДТП на карте агрегируются в группы при уменьшении масштаба карты. Это позволяет увеличить производительность работы прило-

¹ API - Application Programming Interface, интерфейс программирования приложений, набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) или операционной системой для использования во внешних программных продуктах.

жения. По клику на маркер отображается небольшое окно, в котором содержится информация о месте очага ДТП, т.е. адрес, на который установлен данный маркер, информация о количестве ДТП в данном очаге, кнопка просмотра информационных роликов по данной точке ДТП и факторы аварийности.

Таким образом, построение маршрута и отображение точек ДТП с учетом факторов аварийности позволяет наглядно оценить опасные участки маршрута. А просмотр информации о факторах аварийности для очагов ДТП дает представление о наиболее аварийных условиях конкретного очага ДТП.

Библиографический список

1. **Елисеев, М.Е** Интерактивная карта безопасности дорожного движения крупного города / М.Е. Елисеев [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета.- 2015.- №4.- С. 37-42.
2. **Елисеев, М.Е** Архитектура и стандартные реакции на внешние события интерактивной карты аварийности / М.Е. Елисеев [и др.] Автотранспортное предприятие.- 2016.- № 2.- С. 24-26.
3. **Елисеев, М.Е** Технологии, необходимые при создании интерактивной карты аварийности / М.Е. Елисеев [и др.] // Беспилотные транспортные средства: проблемы и перспективы: сб. мат. 94 международной науч.-технич. конф.- Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева., 2016.- С. 211-216.

УДК 656.132

ВАСИЛЬЕВ А.В., ЗВЯГИНЦЕВ Е.В.

ТЕРМИНАЛ, ВЫПОЛНЯЮЩИЙ ФУНКЦИИ КОНДУКТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для того чтобы повысить эффективность любого автотранспортного предприятия, необходимо его улучшать и модернизировать. Можно взяться за несколько критериев улучшения, но на данный момент мы рассмотрим такой критерий, как автоматизация рабочего процесса.

Под автоматизацией будем понимать совокупность методов и средств, предназначенных для реализации системы, позволяющих осуществлять управление самим процессом без непосредственного участия человека, либо оставления за человеком права принятия наиболее ответственных решений.

В системе автотранспортного предприятия рассмотрим такую профессию, как кондуктор. Кондуктор общественного транспорта относится к категории работников сферы обслуживания. И он должен знать: правила перевозки пассажиров, багажа; тарифы на проезд пассажиров и провоз багажа; льготные категории граждан; остановочные пункты по маршруту следования; настоящую инструкцию и документы, касающиеся служебных обязанностей; правила внутреннего трудового распорядка предприятия; правила оказания первой доврачебной помощи; правила по охране труда, охране окружающей среды, производственной санитарии и пожарной безопасности. В основные функции кондуктора входят: сбор платы за проезд; проверка наличия билетов, проездных билетов, документов, предъявляемых для бесплатного проезда; предоставление информации пассажирам об остановочных и пересадочных пунктах.

В современное время функции кондуктора можно легко оптимизировать. Для того чтобы сделать это, необходимо создать похожую систему, выполняющую основные функции кондуктора. Предполагается, что вместо основного лица – кондуктора, все его функции бу-

дет обеспечивать терминал, находящийся в салоне автобуса. Терминал должен выполнять работу с пассажирами. А именно:

1. принимать денежные средства для покупки билета;
2. выдача билета;
3. выдавать пассажирам информацию по маршруту: информацию об остановочных пунктах, о расположении на карте города в реальное время, о времени следования;
4. управление терминалом должно быть интуитивно понятно пассажирам.

Для того чтобы разработать данный терминал, необходимо задать основу для разработки ПО или использовать существующую. Необходимо подключить GPS и ГЛОНАСС мониторинг транспорта к автобусам, для того чтобы была связь между автобусом и терминалом. Иметь надежный сервер.

Плюсы терминала:

1. выполняет основные функции кондуктора полностью;
2. терминал, в отличие от кондуктора, не подчиняется законам ТК РФ;
3. полная информативность;
4. притом что, если все пассажиры получают билет в терминале, можно измерить пассажиропоток.

Минусы:

1. дорогая разработка и реализация;
2. нет функции контролера.

УДК 656.13

ГАЛКИНА Е.Д.

О СОЗДАНИИ НАВИГАТОРА С ПОДСКАЗКАМИ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Первой разработкой нашей команды в области увеличения безопасности дорожного движения стала система «Интерактивная карта аварийности». В работе [1] она определяется как «клиент серверное приложение, использующее методы математической статистики, топографический анализ, ГИС-технологии, анализ баз данных». В данный момент работа над системой продолжается, однако уже существует возможность использования основных ее функций.

«Интерактивная карта аварийности» предназначена для сбора и анализа данных, связанных с дорожно-транспортным процессом, а также для реализации обратной связи с его участниками. Пользовательский интерфейс приложения позволяет получить информацию об аварийности районов крупного города (Нижего Новгорода), ее состоянии на данный момент и динамике во времени, а также о так называемых «очагах аварийности» - локальных областях с резким увеличением числа ДТП. Справка о каждом очаге содержит характеристики водителей, наиболее часто становящихся участниками ДТП на данном участке, такие как пол, возраст, стаж вождения и прочее, а также информацию о погодных условиях и самых распространенных схемах ДТП.

Хотя «Интерактивная карта аварийности» позволяет построить маршрут из точки А в точку В, предупреждая об очагах ДТП на пути следования, в большей степени она ориентирована на работников административных служб, отвечающих за организацию дорожного движения и обеспечение его безопасности.

Мы планируем, что следующим шагом в нашей работе будет создание приложения именно для водителей, навигатора с подсказками по безопасности дорожного движения.

Навигатор будет реализован в формате приложения для смартфонов и планшетов на основе данных проекта «Open Street maps» («некоммерческий веб-картографический проект по созданию силами сообщества участников — пользователей Интернета подробной свободной и бесплатной географической карты мира»[2]).

Изначально программа будет реализована для OS Android, и при удачной реализации есть желание расширить ее для других популярных операционных систем.

Функционал навигатора можно условно разделить на два режима: в первом он, по аналогии с «Интерактивной картой аварийности», будет прокладывать маршрут по базовым принципам, лишь оповещая водителя о возможных опасностях на его пути. Во втором режим навигатор, используя данные, предоставленные ему водителем о себе, а также метеорологические данные и, возможно, сведения о затрудненном дорожном движении (пробках), будет выстраивать оптимальный, с точки зрения безопасности, маршрут для конкретного водителя.

Планируется разработать уникальный алгоритм, позволяющий, с одной стороны, исключить в маршруте следования наиболее рискованные для данного водителя участки дороги, с другой – как можно меньше удлинять маршрут.

Навигатор будет использовать с «Интерактивной картой аварийности» единую базу данных и пользоваться результатами вычислений ее подсистемы мониторинга. Таким образом, клиент-серверное и мобильное приложение составят взаимосвязанную информационную структуру, позволяющую всем заинтересованным пользователям всегда иметь актуальную и непротиворечивую информацию о проблемах дорожного движения.

Библиографический список

1. **Технологии, необходимые при создании Интерактивной Карты Аварийности** Елисеев М.Е., Томчинская Т.Н., Репников А.А., Блинов А.С., Галкина Е.Д., Уваров А.А., Ярова Е.В. // Беспилотные транспортные средства: проблемы и перспективы сборник материалов 94 международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров. 2016. С. 211-216.
2. **Open Street Map** (<https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap>)

УДК 621.113

ДУНАЕВ И.И., РОГУЛЕВ А.И., РЯБОВ М.И., БЕРДНИКОВ Л.А.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРИОДА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ФУРГОНА НА БАЗЕ АВТОМОБИЛЯ IVECO CARGO

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время автомобильный транспорт в транспортном комплексе страны занимает ведущее место, регулярно обслуживая более пяти миллионов предприятий и организаций всех форм собственности, а также население. Согласно данным Министерства транспорта РФ, численность субъектов, осуществляющих автотранспортную деятельность, далеко превысила 500 тыс. в примерной пропорции: 70% - предприятия и 30% - физические лица.

Особенности и преимущества автомобильного транспорта, предопределяющие достаточно высокие темпы развития, связаны с мобильностью и гибкостью доставки грузов и пассажиров. Эти свойства автомобильного транспорта во многом определяются уровнем работоспособности автомобилей и автомобильных парков в целом. Он в свою очередь зависит от надежности конструкции автомобилей, своевременности и качества их обслуживания (ремонта). При этом если надежность конструкции закладывается на этапах проектирования и производства автомобилей, то наиболее полное использование их потенциальных возможностей обеспечивается этапом технической эксплуатации автомобилей (ТЭА).

В настоящее время четкая техническая политика отрасли в сфере ТЭА пока не сформулирована. Ранее она определялась Министерством автомобильного транспорта РФ для всех предприятий, независимо от их ведомственной принадлежности. Можно утверждать, что в настоящее время практически прекратились разработки и обеспечение предприятий своевременной авторитетной нормативно-технологической документацией

Все современные автомобили, выпускаемые на заводах-изготовителях, проходят полный цикл испытаний и при выходе на рынок имеют полный набор эксплуатационной и технической документации описывающей как правила и особенности эксплуатации, так и периоды технического обслуживания узлов и агрегатов автомобиля. Соблюдение этих правил позволяет значительно увеличить ресурс автомобиля, а также упростить его эксплуатацию.

Но в современном динамично развивающемся мире гигантские заводы по производству автомобилей не всегда могут в полной мере удовлетворить спрос на рынке автомобильного транспорта. Иногда необходимы транспортные средства для выполнения специфического круга задач.

На сегодняшний день существуют компании, занимающиеся разработкой, изготовлением и поставками специальной техники на базе серийных автомобилей. Подобная техника создается для решения задач, недоступных обычным автомобилям. Но в процессе изменения оригинальной конструкции автомобиля-донора неизбежно изменяются и его технические показатели, что в свою очередь требует разработки новой нормативно-технологической документации.

Некоторые частные предприятия на данный момент занимаются разработкой специальных грузовых фургонов на базе автомобиля Iveco Cargo для перевозки ответственных грузов. Данный автомобиль должен обеспечивать максимально быструю и срочную доставку грузов до места назначения, но процессе разработки многие узлы и агрегаты автомобиля были изменены, также на машину будет установлено новое оборудование, ранее не применявшееся на данном автомобиле. Весь комплекс изменений неизбежно изменит технические характеристики автомобиля. Изменение массы машины увеличивает нагрузку на узлы и агрегаты, что в свою очередь уменьшает их срок службы и становится причиной преждевременного выхода из строя всех элементов автомобиля, что может стать причиной несвоевременной поломки автомобиля.

Для сохранения ресурса узлов и агрегатов автомобиля необходима корректировка периода технического обслуживания, учитывающая изменения в конструкции автомобиля, условия эксплуатации и, что немаловажно, экономические затраты. При учете всех этих факторов возможно достичь баланса между ресурсом автомобиля и затратами на его техническое обслуживание, что позволит минимизировать затраты на автомобили и увеличить надежность перевозок ответственных грузов.

УДК. 629.113

ЗИМИНА Т.И., БЕРДНИКОВ Л.А.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ РЕМНЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ДЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В вопросе использования ремней безопасности на транспортных средствах важное значение играет правильный выбор типа ремней для перевозки различных категорий пассажиров. Ужасающая статистика последних лет все больше заставляет задумываться о безопасности перевозки детей (рис. 1). По данным Госавтоинспекции, с января по июль 2016 года, в ДТП травмировано 5,2 тыс. детей-пассажиров, погибли более двухсот.

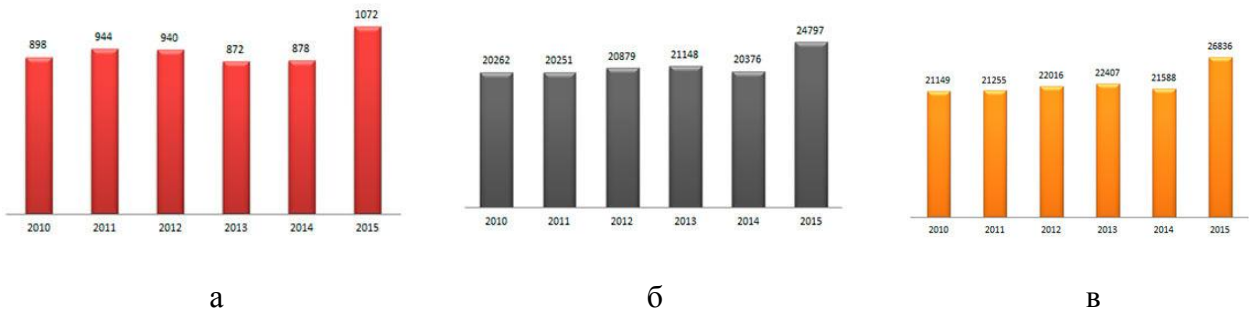


Рис. 1 Статистика ДТП в России с участием детей:

а – всего ДТП с детьми-пассажирами; *б* – погибло детей-пассажиров; *в* – ранено детей-пассажиров

Исследования медицинских университетов в вопросах детского автомобильного травматизма показали, что пострадавшие в ДТП дети-пассажиры в большей степени получают следующие травмы (рис. 2):

- 95% — получили изолированные травмы;
- 70% — изолированные черепно-мозговые травмы;
- 40% — легкие повреждения – гематомы, ссадины, ушибы.

Статистика по погибшим детям более удручающая:

- более 80% тяжелые сочетанные травмы с повреждением головного мозга;
- 50% — сочетанные травмы грудной клетки и головы;
- 33% — сочетанные травмы живота, груди и головы;
- 21% — внутренние кровотечения.

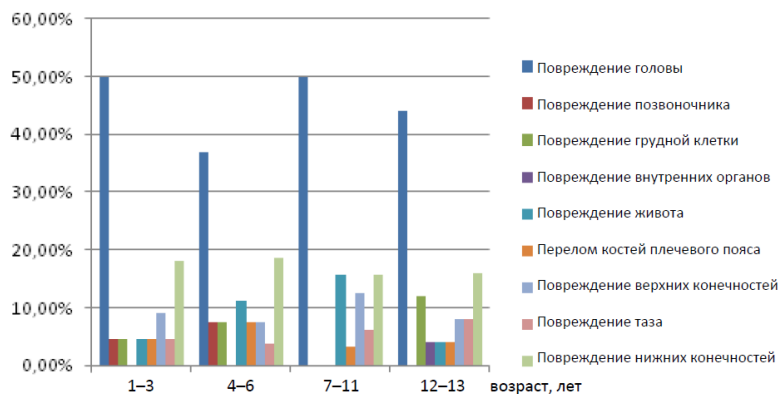


Рис. 2. Структура повреждений у детей-пассажиров разного возраста

В раннем детском возрасте еще слабо развиты мышцы шеи, а позвоночник в области шейного отдела достаточно мягкий, а вес головы ребенка составляет четвертую часть массы тела. Поэтому при аварии, прежде всего, происходят травмы шейного отдела позвоночника («хлыстовая травма»), травмы лицевого отдела черепа и черепно-мозговые травмы. На первом месте в списке причин смерти детей-пассажиров стоит именно черепно-мозговые травмы. В связи с этим, для перевозки детей необходимо использовать ремни безопасности, максимально защищающие тело ребенка.

Правилами безопасности дорожного движения регламентируется вопрос перевозки детей с использованием специальных удерживающих устройств. На детских автомобильных креслах и детских удерживающих устройствах используются многоточечные ремни безопасности. Это обусловлено физическими параметрами ребенка и техническими возможностями самого ремня.

Многочисленные исследования и краш-тесты показали, что поясной ремень безопасности позволяет достаточно надежно фиксировать таз человека, но при этом незакрепленная

верхняя часть тела под действием сил инерции наклоняется к коленям, вызывая резкий кивок головы. Применение диагонального ремня безопасности дает несколько большую свободу перемещения нижней части тела, но исключает резкий наклон головы к коленям. Использование многоточечного ремня безопасности при перевозке детей позволяет распределить ударную нагрузку при столкновении по большей поверхности тела ребенка, чем снижается вероятность получения тяжелых травм (рис. 3).



Рис. 3 Испытания двух-, трех- и четырехточечных ремней безопасности при перевозке детей

Техническим регламентом таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» 018/2011 предусмотрено обязательное использование специальных ремней безопасности типов ZS и ZSr4m на транспортных средствах категорий M2 и M3, предназначенных для перевозки детей.

Первыми в вопросе узаконивания использования ремней безопасности оказалась Швеция, где в 1957 г. были приняты официальные предписания на этот счет. В 1961 г. в американском штате Висконсин появилось подобное постановление. С 1 апреля 1970 г. установка ремней безопасности на передних сиденьях новых автомобилей стала обязательной во Франции. В том же году соответствующие акты появились в Республике Берег Слоновой Кости и австралийском штате Виктория. В нашей стране обязательное и повсеместное применение ремней безопасности водителями и пассажирами легковых автомобилей было введено с 1 апреля 1975 г. В настоящее время, согласно пункту 2.1.2 «Правил дорожного движения», нарушение этого правила влечет наложение административного штрафа в размере 1000 руб.

Однако, невзирая на статистику травматизма при авариях, штрафы и собственный опыт, процент пассажиров, использующих ремни безопасности, весьма невелик. Но каждый человек, сажающийся в транспортное средство, должен помнить, что помимо административной ответственности за правонарушения, есть ответственность перед собой за свою жизнь. Даже если надеяться на срабатывания всех элементов защиты пассажира в вашем автомобиле, нужно учитывать, что системы пассивной безопасности разработаны по принципу «от ремня», функции каждой из которых предполагают, что все находящиеся в транспортном средстве будут надежно пристегнуты.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕМНЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ТРАВМАТИЗМА ВОДИТЕЛЯ И ПАССАЖИРОВ ПРИ АВАРИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На протяжении всего периода развития автомобильной промышленности с момента изобретения паросиловых машин в 1768 году и до выпуска в эксплуатацию Ford Mustang и Infiniti Q50, входящих в десятку самых высокотехнологичных автомобилей Мира, вопрос безопасности водителя и пассажиров был и остается первостепенным для конструкторов этой отрасли. Безусловно, что за 200 лет эксплуатации транспортных средств, были сделаны значительные открытия, направленные на снижение тяжести травм при авариях и для их возможного избегания. Тем не менее, необходимо помнить, что навыками управления в критических ситуациях владеют далеко не все, а возможности систем автоматического управления (ABS, система стабилизации и т.п.) не беспредельны. Поэтому наиболее простым и вместе с тем эффективным элементом пассивной безопасности, уменьшающим вероятность получения каких-либо повреждений водителя и пассажиров при резком торможении или авариях, являются ремни безопасности. Многочисленные исследования доказывают, что правильное использование ремней уменьшает число травм на 50-70%.

Французский эксперт по безопасности Кристиан Жерондо приблизительно так описал то, что происходит с человеком во время аварии: машина с четырьмя членами экипажа весом 75 кг каждый совершает фронтальное столкновение с неподвижным препятствием на скорости 80 км/ч (при столкновении на скорости даже в 30 км/ч на ребенка весом в 7 кг будет действовать сила в 135 кг). В начале удара на автомобиль действует сила инерции, в 30 раз превышающая массу машины; пассажиры в этот момент передвигаются по салону по-прежнему на скорости 80 км/ч.

Спустя 0,026 с - вдавливается бампер.

Спустя всего 0,03 с, из-за внезапной остановки, на каждого из пассажиров начинает действовать сила инерции, в 80 раз превышающая их массу, – т.е. вес каждого человека достигает 6 т.

Через 0,038 с - не пристегнутый водитель приближается к рулю.

Спустя 0,045 с - водитель грудью ломает руль.

Через 0,068 с водитель и передний пассажир ударяются головами о приборную панель, спустя 0,092 с – о лобовое стекло.

Спустя 0,1 с - водитель отбрасывается назад на сиденье. Через 0,113 с не пристегнутые пассажиры, сидящие на заднем сиденье, наносят водителю и переднему пассажиру новый удар, при этом ломая сиденья. Спустя 0,240 с задних пассажиров отбрасывает назад, причем с такой силой, что, ударяясь затылками о потолок салона, они деформируют его. Все произошедшее занимает менее чем 0,5 с времени. При любом резком торможении транспортного средства или при его столкновении с другим объектом, если пассажир имеет свободу перемещений в салоне, он под действием сил инерции продолжает двигаться вперед со скоростью, которую имел автомобиль в момент начала удара и, в результате, ударяется о детали интерьера кабины уже в то время, когда автомобиль остановился (рис.1). Сидящий резко останавливается, подвергается крайне высоким замедлениям и испытывает так называемый «вторичный» удар.

В результате полученного удара, замедление на уровне груди достигает 30 - 40 g, т. е. почти сорокократные перегрузки, а на уровне головы 70 g. При этом, ударяясь о препятствие, не пристегнутый водитель или пассажир летит на объект травмирования со скоростью, примерно равной эффективной скорости удара. Скорость, которую набирает человек, па-

дающий с пятого этажа здания, при ударе о землю - менее 60 км/ч. Выживает примерно половина. Скорость, которую набирает человек, падающий с девятого этажа, - около 80 км/ч. Выживают единицы.

Тяжесть травмирования при лобовом ударе автомобиля резко возрастает с увеличением скорости его движения, при этом возрастание скорости в 2 раза эквивалентно росту высоты падения в 4 раза.

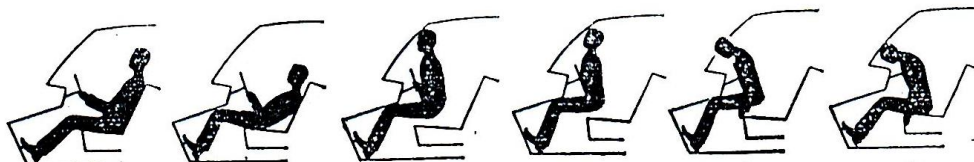


Рис. 1. Фазы перемещения и удары тела водителя, не закрепленного ремнями безопасности, при лобовом (фронтальном) ударе автомобиля

С физической точки зрения процесс перемещения тел в салоне автомобиля объясняется силой инерции и 3 законом Ньютона: пассажир едет в легковом автомобиле с постоянной скоростью. Пассажир - тело, автомобиль - его система отсчета (пока инерциальная), т.е. $F_r=0$. Автомобиль начинает тормозить и превращается для пассажира во вторую рассмотренную ранее неинерциальную систему, к которой навстречу ее движению приложена сила торможения F_R . В этой неинерциальной системе отсчета возникает сила инерции, приложенная к пассажиру и направленная противоположно по отношению к ускорению автомобиля (т.е. по его скорости): F_{i2} .

Сила инерции стремится вызвать в данной системе отсчета движение тела пассажира по направлению к ветровому стеклу (рис. 2).

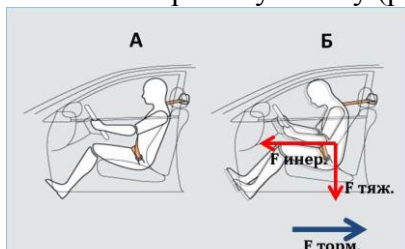


Рис. 2. Расположение тела в салоне автомобиля:
а - во время движения ТС, б - при торможении

наблюдается уменьшение величины замедления в 20-25 раз.

На рис. 3 изображены фазы перемещения манекена, закрепленного диагонально-поясным ремнем безопасности при испытаниях, соответствующих лобовому удару автомобиля со скоростью около 60 км/ч о неподвижное препятствие: I фаза соответствует движению автомобиля до его удара о препятствие; II - моменту соприкосновения его с объектом соударения. При этом манекен еще остается неподвижным; III фаза соответствует началу деформации передней части кузова автомобиля; IV - концу этой деформации. Момент начала деформации сопровождается резким движением вперед всего тела человека и ударом его о диагональную и поясную ветви ремня безопасности. В этот момент выбирается первоначальный зазор, с которым ветви ремня прилегали к телу пользователя. Именно от величины этого зазора и растяжения ленты самого ремня зависит величина максимального перемещения человека внутри салона транспортного средства при лобовом ударе.

В этот же момент времени лента ремня, все детали его крепления и замыкающее устройство подвергаются максимальным нагрузкам, поглощая кинетическую энергию тела человека, накопленную при движении автомобиля до его столкновения с препятствием.

После удара о ремень и поглощения им части энергии человека происходит возврат тела назад (IV фаза). Кинетическая энергия, с которой тело человека прижимается к спинке сиденья, является уже незначительной и зависит от первоначальной скорости, силы удара, величины, и характера деформации автомобиля, упругих характеристик применяемой конструкции ремня безопасности, роста и массы человека. Как видно из рис. 3 (V фаза), при возврате манекена назад под действием упругих деформаций ремня его руки, ноги и голова, не удерживаемые ремнями, продолжают движение. V фаза перемещения манекена происходит в тот момент, когда уже закончилась предельная деформация кузова автомобиля.

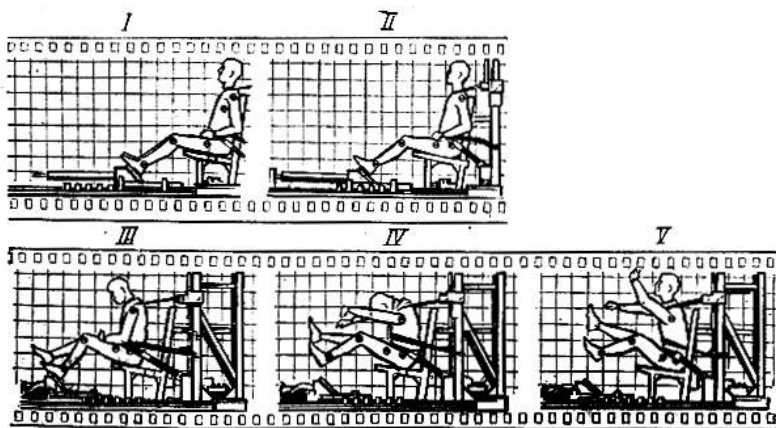


Рис. 3. Фазы (I - V) перемещения манекена, закрепленного диагонально поясным ремнем безопасности, при динамическом испытании

Туловище манекена прижато к спинке сиденья, голова возвращается в исходное положение. Во время IV и V фаз руки и ноги подвержены возможности травмирования о детали внутреннего оборудования автомобиля. Однако возможность получения травм и

их тяжесть значительно ниже, чем при отсутствии ремней, так как основная часть кинетической энергии уже была воспринята ремнем безопасности во время III фазы.

Как видно по результатам испытаний (V фаза), при свободном перемещении руки и ноги человека могут ударяться о предметы и дополнительное оборудование, которые водители зачастую устанавливают и закрепляют на панели приборов и под ней.

Весь процесс перемещения манекена по фазам можно разбить по времени его протекания: I - II фазы - от 0,00 до 0,04 с; II - III - от 0,04 до 0,08 с; III - IV - от 0,08 до 0,16 с и IV - V - от 0,16 до 0,20 с.

При больших скоростях столкновения возвращение головы назад может быть довольно резким (V фаза). При столкновениях человек может перенести довольно значительные перегрузки (50 - 100 g), действующие мгновенно, т. е. если время их действия определяется десятитысячными долями секунды, а соприкосновение тела происходит с упругими опорными поверхностями большой площади. При использовании ремня безопасности организм человека способен выдержать нагрузки без всяких последствий при замедлении автомобиля, равном 45 g, в течение 0,06 с и 80 g за время приблизительно 0,001 с.

Степень опасности перегрузки зависит от времени ее действия. За время действия 8 с перегрузка в 6 g вызывает повреждение пальцев рук водителя, 25 g - костей тазобедренного сустава, 40 g - ключицы, 80 g - общую контузию, 110 g - повреждение черепа при жестком ударе, 500 g - повреждение черепа при упругом ударе, при 700 g все получаемые телом травмы смертельны. Все эти данные учитываются при разработке требований безопасности к конструкции автомобиля.

При опрокидывании автомобиля удары человека, не закрепленного на сиденье ремнями безопасности, о детали внутреннего оборудования еще более сильны и продолжительны, так как сам процесс опрокидывания длится значительно дольше, чем удар. В случае же открывания дверей при опрокидывании люди могут выпасть из автомобиля и оказаться под транспортным средством.

Многочисленные исследования и испытания показали, что применение ремней безопасности необходимо на всех местах автомобиля. Они позволяют не только снизить тяжесть травмы пассажиров задних сидений, но и исключить возможность наносить дополнительные травмы пассажирам передних сидений.

КОНСТРУКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ РЕМНЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ИСТОРИИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Многочисленные исследования и испытания показали, что применение ремней безопасности необходимо на всех местах автомобиля. Они позволяют не только снизить тяжесть травмы пассажиров задних сидений, но и исключить возможность наносить дополнительные травмы пассажирам передних сидений. О создании удерживающих устройств, способных ограничить перемещение пассажиров в салоне автомобиля, задумались еще XIX веке. Первый патент на подобное приспособление был выдан в США еще в 1885 г. Спустя 15 лет, ремни были опробованы на одном из аэропланов американских ВВС. В Старом Свете конструкторы также работали над решением этой проблемы. В 1909 г. в Англии было создано уникальное устройство, состоявшее из спиральной пружины большого диаметра и лямок. Назначение устройства — удерживать пассажира на автомобильном сиденье. В 1903 году французский ученый и изобретатель Густав Дези Лебе предложил конструкцию пятиточечного ремня безопасности, состоящего из поясной и двух пересекающихся на груди диагональных лямок. Но идея поддержки не встретила – водители и пассажиры не хотели, чтобы их сажали на привязь, да и сам процесс пристегивания доставлял кучу неудобств и отнимал немало времени.

В начале 20-х годов оборудовали лишь гоночные автомобили. Только в конце 1950-х годов прошлого века это удерживающее устройство стали устанавливать на автомобили сначала как дополнительное оборудование, а затем и штатно. Шведский инженер Нильс Ивар Болин, перешедший из авиационного подразделения фирмы SAAB, где он занимался удерживающими системами для катапультирующих установок, в компанию Volvo, предложил трехточечные ремни. Они состояли из поясной и диагональной лямок и единственного замка рядом с бедром водителя. Все три точки креплений к элементам автомобиля монтировались статически (отсюда и название – статический ремень). Но, при всех достоинствах, у этих трехточечных ремней был один существенный недостаток. Максимально эффективно они работали лишь будучи правильно отрегулированы.

В 70-е годы прошлого века конструкцию трехточечного ремня усовершенствовали – вместо статических стали устанавливать инерционные. Основное отличие: вместо регулировочных пряжек нужную длину ленты автоматически отмеряет инерционная катушка. Все, что требуется от пристегивающегося, вытянуть ремень и защелкнуть замок, а излишки сами наматываются обратно на бобину. Любые пояса безопасности, которые можно встретить в транспортных средствах на сегодняшний день, состоят из таких основных элементов, как лямки, замок, втягивающее устройство, болты крепления.

Как правило, лямки изготавливаются из синтетических материалов, потому как от используемого материала напрямую зависит прочность самих лямок.

В основании всей конструкции механизма лежит маятник и металлический шарик. При смещении маятника или шарика, при помощи системы рычагов фиксируется катушка. На винтовой оси катушечки размещается диск/маховик. В процессе надевания пояса процесс происходит медленно, поэтому диск и валик просто медленно вращаются, а при аварии происходит резкий рывок лямки, маховик действует на винтовую поверхность, а, следовательно, диск смещается по винтовой поверхности и блокирует храповой механизм.

Ремни безопасности условно можно разделить на две группы - по типу крепления, и системе срабатывания. Крепление бывает: двухточечное, трехточечное, специальное (четыре и более точек крепления). Принципы срабатывания: статический (в данное время не используется); инерционный (динамический); срабатывающий на опережение. Двухточечные ремни

бывают: поясные, набедренные и плечевые. Статический, двухточечный ремень состоит из двух частей: короткой – неподвижной, с замком-защелкой и ответной, длинной – регулируемой.

Двухточечный, статический (не инерционный) ремень безопасности крепится к силовому каркасу пассажирского кресла болтами с двух сторон. Пассажир в ручную регулирует длину ленты статического ремня, так чтобы она плотно его обхватывала в области талии.

Инерционный, двухточечный ремень состоит из двух частей: замка-защелки (на короткой ленте или металлическом кронштейне), ответной части с инерционной катушкой (втягивающим устройством с механизмом предварительного натяжения), по краям металлические петли.

Двухточечный, инерционный ремень крепится к силовому каркасу пассажирского кресла болтами с двух сторон. Лента 2-точечного ремня безопасности находится в инерционной катушке. Чтобы пристегнуться ремнем безопасности, необходимо потянуть за край (защелку), выходящий из катушки и защелкнуть обе части ремня. После расстегивания лента вместе с застежкой автоматически возвращается в исходное положение.

Установка двухточечных ремней в салоне автобусов и микроавтобусов производится непосредственно к каркасной части пассажирского кресла. Двухточечные статические и инерционные ремни безопасности довольно легки в установке и не требуют каких-либо специальных навыков. Благодаря своей универсальной конструкции, ремни подходят для установки на большинство современных автобусов. В случае поломки ремни безопасности довольно быстро могут быть заменены, как по одному, так и сразу несколько.

Двухточечными ремнями безопасности могут быть укомплектованы автобусы и микроавтобусах практически всех марок (ПАЗ, Газель, УАЗ, МАЗ, ЛИАЗ, ЛАЗ, Mercedes Sprinter, Peugeot Boxer, Ford Transit, Volkswagen Crafter, FIAT Ducato, Citroen Jumper, Higer, и др.), а также ремнями обязательно комплектуются грузовые автомобили, переоборудованные для перевозки людей.

Трехточечные ремни безопасности устанавливаются практически на все современные автомобили и отвечают международным нормам, и требованиям безопасности. Трехточечный ремень фиксирует водителя и пассажира по диагонали, и в поясе. Ремни безопасности монтируются к усиленным элементам кузова транспортного средства или непосредственно к креслу, если это предусмотрено конструкторской документацией. Трехточечные статические ремни предполагают ручную регулировку натяжения и прилегания ремня безопасности к телу человека. Инерционные трехточечные ремни безопасности, благодаря инерционной катушки, автоматически подстраиваются вовремя пристегивания. Также в трехточечных ремнях есть преднатяжитель. Преднатяжитель при столкновении или резком торможении позволяет прижать, для безопасности, к креслу автомобиля всех пассажиров, пристегнутых ремнями.

Существуют также многоточечные ремни. Это спортивные ремни безопасности, и используются они для надежной фиксации автогонщиков. Такие ремни безопасности имеют крепления в четырех, пяти и даже шести точках. Такие ремни так же используются в ставших обязательными в последнее время, в транспортных средствах категорий М2 и М3, предназначенных для перевозки детей. Данное крепление наиболее надежно фиксирует тело и распределяет нагрузку на него.

На автомобилях последнего поколения (Ford Explorer, Lexus LFA) стали устанавливать надувные ремни безопасности, наполняющиеся газом во время аварии. Раскрываясь при ударе, они плавнее гасят скорость, повышая шансы на выживание при сильных ударах. Увеличенная площадь контакта с телом уменьшает удельное давление, что ведет к снижению травматичности. Чтобы седоки не получили ожоги, воздушный мешок надувают специальными пиропатронами с «холодными» зарядами. Крепление таких ремней в основном трехточечное.

Ремни безопасности с преднатяжителями обеспечивают своевременное реагирование на аварийное замедление автомобиля, притягивая водителя и пассажиров к спинкам сидений,

спасая от дальнейшего продвижения вперед по инерции и получения травм от рулевой колонки, передней панели и других элементов кузова автомобиля. Дополнительным элементом механизма преднатяжителя является ограничитель нагрузки. Его основная функция — предотвращение травм грудной клетки вследствие нагрузки от удержания тела ремнем безопасности. При перегрузке, превышающей заранее заданные параметры, внутренняя зубчатая рейка искривляется и обеспечивает ограниченное ослабление усилия натяжения. Для задействования механизма преднатяжителя с блока управления воздушными подушками и ремнями безопасности поступает электрический сигнал, который задействует систему зажигания пиротехнического элемента преднатяжителя. Образовавшийся газ толкает поршень механизма, соединенного зубчатой рейкой и через планетарный механизм натягивается ремень безопасности. Механизм преднатяжителя всегда действует раньше, чем воздушные подушки безопасности. Время реакции системы преднатяжителя – 0,004 сек. после определения аварии.

УДК 621.113

ИВАНОВ Д.В., ШАРОВ Д.В., КУЗЬМИН А.Н., КОРЧАЖКИН М.Г.

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ЗАДНИХ МОСТОВ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ЛИАЗ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Эффективность работы автомобильного транспорта во многом зависит от эксплуатационной надежности автотранспортных средств. Без информации о надежности невозможно определить ее показатели, выявить недостатки в конструкции, производстве и ремонте подвижного состава, установить влияние на надежность условий эксплуатации, определить эффективность внедрения мероприятий и на основании всех этих данных принять меры для дальнейшего повышения надежности узлов и агрегатов автотранспортных средств.

В проведенных ранее исследованиях было определено влияние подъемов на маршрутах городских автобусов на показатели эксплуатационной надежности. Однако подобные условия движения влияют и на такие показатели технической эксплуатации, как расход топлива и эксплуатационных материалов.

По результатам анализа маршрутной сети и геодезической карты Н.Новгорода, а также сбора данных по протяженности, была построена эпюра характерного маршрута движения автобусов (рис. 1).

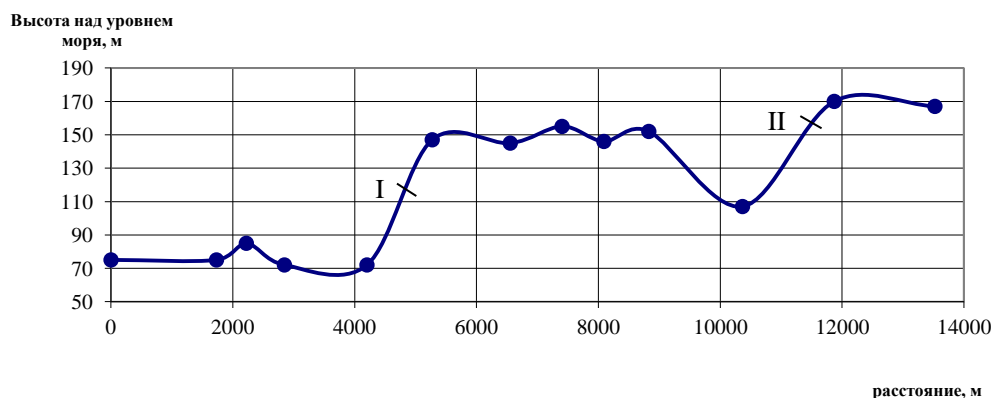


Рис. 1. Эпюра маршрута движения городского автобуса в г. Н. Новгороде

Информация об отказах собиралась из первичной документации пассажирских автотранспортных предприятий г. Н. Новгорода. Анализ надежности заднего моста пассажирских автобусов ЛиАЗ-5256 проводился в условиях городских маршрутов с уклонами и маршрутов, работающих на равнинных дорогах.

Изучив документацию автотранспортных предприятий, было выявлено, что автобусы, которые эксплуатируются на равнинных маршрутах, имели только отказ сальников. Автобусы, которые эксплуатируются на маршрутах с подъемами и спусками, сходили с линии. Основными причинами были: выдавливание сальника, люфт подшипников бортовой передачи и хвостовика ведущей передачи, что приводило в свою очередь к выходу из строя главной пары.

На основе полученных результатов, будут построены модели эксплуатационной надежности задних мостов автобусов ЛиАЗ, работающих на различных маршрутах. Следующим этапом необходимо провести корректировку периодичности и состава технического обслуживания автобусов ЛиАЗ-5256, а именно добавить осмотр сальников и регулировку подшипников заднего моста.

УДК 614.842.61

ИЛЬИЧЕВА М.Н., МАСЛЕННИКОВ Д.А., КАТАЕВА Л.Ю.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение эффективности современных систем пожарной защиты требует проведения регулярных исследований и разработок. Важными инструментами для решения подобных задач является математическое и численное моделирование, с помощью которых более результативно решается и прогнозируется работа таких сложных технических систем как системы автоматического пожаротушения. Одним из существенных направлений исследований автоматических систем пожаротушения является система тушения пожаров на железнодорожном транспорте. Особенно представляют опасность пожары на железнодорожных цистернах с горючими жидкостями, так как на начальной стадии развития пожара возникает ситуация с быстрым распространением огня и разлитием вещества на большие площади, а средства тушения находятся на значительном удалении.

Процесс ликвидации возгораний связан с различными физическими и химическими процессами, поэтому необходимо создание и всестороннее исследование математических моделей тушения пожаров, основанных на механике реагирующих сред, динамики сплошных и импульсных турбулентных струй, исследований теплового взаимодействия с очагом пожара. В работе [1] показано численное моделирование пожаротушения жидких углеводородов. Математическая модель включает в себя систему уравнений Навье-Стокса осредненную по Фавру с $q-\omega$ моделью турбулентности, стохастическим подходом к моделированию полидисперсной твердой фазы и двухстадийной реакцией горения жидкого углеводородного топлива, состоящего из выделения метана в результате теплового разложения с его дальнейшим сгоранием. В работе [2] математическое моделирование выполнено в квазистационарной постановке процессов горения водорода в сверхзвуковой воздушной струе с учетом диссоциации воздуха. Математическая модель основывается на системе уравнений Навье-Стокса, осредненной по Рейнольдсу, уравнения химической кинетики, учитывающие скорость образования компонентов, скорость протекания прямой и обратной реакции и уравнения модели турбулентности Ментера-SST. В работе [3] моделируется динамика импульсных струй перед очагом пожара в зависимости от вязкости жидкости с использованием уравнения движения газожидкостных систем. Необходимо

создать математическую модель ликвидации пожаротушения на цистернах с горючими жидкостями, учитывающую физические, химические и техногенные процессы, а также факторы, характерные для возгораний на железнодорожном транспорте.

Библиографический список

1. **Рычков, А.Д.** Численное моделирование работы импульсной аэрозольной системы пожаротушения при возгораниях жидких углеводородных топлив // Теплофизика и аэромеханика, 2009, том 16, № 2.
2. **Платонов, И.М.** Решение задачи горения водорода в сверхзвуковом потоке с помощью модуля ansys cfx // Труды МАИ: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) Москва, 2015, №84, с.6.
3. **Кострубицкий, А.А., Агеев, В.Г.** Динамика импульсных струй жидкости при дистанционном тушении пожара // Научный вестник НИИГД «Респиратор», 2016, № 1(53), с.7-16.

УДК 629.113

ИЛЬЯНОВ С.В., БОРИСОВ Г.В., КУЗЬМИН Н.А.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Затраты на расход топлива являются основной составляющей в себестоимости перевозок. В настоящее время нормирование расхода горюче-смазочных материалов АТС осуществляется согласно методическим рекомендациям N АМ-23-р «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте» с изменениями от 14 июля 2015 года N НА-80-р, которые носят рекомендательный характер для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих автомобили. Автотранспортные предприятия, согласно полученным нормам, списывают затраты на ГСМ и отчитываются за их расход перед налоговыми органами. Опыт показывает, что полученные таким образом объемы топлив существенно превышают фактические значения расходов. В этом заключается основной недостаток действующих Норм – в них не учитывается ряд факторов, влияющих на расход топлива, например, скорость движения АТС и удельный эффективный расход топлива.

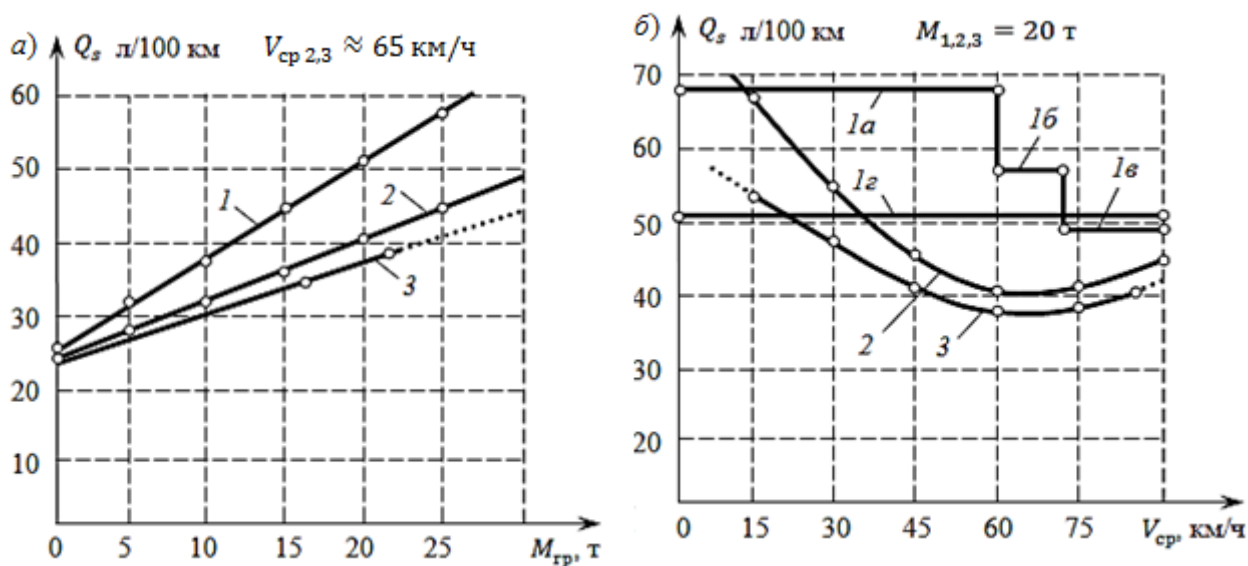


Рис. 1. Изменение линейного расхода топлива от массы перевозимого груза (a) и средней скорости движения (b): 1 – нормативное значение $1a$ - город, $1b$ - пригород, $1в$ - загород, $1г$ - среднее по маршруту); 2 – расчетное значение; 3 – фактическое значение

Проведенные на кафедре «Автомобильный транспорт» НГТУ им. Р.Е. Алексеева исследования показали, что скорость движения оказывает существенное влияние на расход топлива грузовыми АТС (рис. 1). Разработанная вероятностно-аналитическая методика прогнозирования расхода топлива существенно приближает расчетные к фактическим значениям расхода топлива [1].

В настоящее время на кафедре проводятся работы по исследованию влияния скоростей движения, переменных режимов, неравномерности движения и других факторов на расход топлива городскими автобусами.

1. **Борисов, Г.В.** Методика прогнозирования расхода топлива автопоездами с учетом скоростного режима движения. Дисс. ... канд. техн. наук. – Н.Новгород: НГТУ, 2017 – 182с.

УДК 656

ИСАЕВА Е.А., МОЛЕВ Ю.И.

ОЦЕНКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Транспортный шум, наряду с выхлопными газами, является одним из основных факторов, снижающих качество жизни людей в мегаполисах.

Ежегодные исследования в этой области постоянно доказывают негативное воздействие шума на состояние организма человека. Установлено, что шум может привести к нарушению работы сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной систем, ухудшает обмен веществ, ослабляет общий иммунитет человека. Все это может привести к росту заболеваемости жителей домов, расположенных вблизи крупных автомагистралей.

Именно эти причины послужили толчком к разработке эффективных мер по защите от вредного воздействия шума.

Транспортный поток представляет собой сложную систему взаимодействия различных видов транспортных средств с транспортной магистралью (дорогой).

Некоторые исследователи [1] считают, что в рассматриваемом случае движение транспортных средств в потоке можно представить, как детерминированный и непрерывный процесс. Другие [2] - представляют его как стохастический процесс, поскольку его характеристики можно спрогнозировать лишь с некоторой степенью вероятности.

В рассматриваемом процессе целесообразным является концентрирование внимания на следующих показателях: интенсивности и средней скорости, а также плотности движения автотранспортных средств в потоке.

При моделировании шумоизлучения транспортного потока в окружающую среду факторы, которые, так или иначе, влияют на уровень генерируемого шума, в общем виде можно выразить как совокупность следующих подмножеств.

Характеристики транспортного потока, которые влияют на его шумоизлучение, можно записать как:

$$(b_1, b_2, b_3, b_4) \in B,$$

где b_1 – средняя скорость движения, км/ч;

b2 – интенсивность движения, ед. /ч;

b3 – количество грузовых автомобилей, мотоциклов в транспортном потоке, %;

b4 – количество трамвайных вагонов, ед. /ч;

Факторы внешней среды, которые влияют на распространение акустических колебаний от транспортного потока в окружающую среду:

$$(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9) \in P,$$

где p1 – состояние дорожного покрытия, которое характеризуется общей площадью повреждений на 1000 м²;

p2 – шероховатость поверхности дорожного покрытия, мм;

p3 – величина уклона (подъема), %;

p4 – общее количество полос движения транспортной магистрали в обоих направлениях;

p5 – высота бордюра проезжей части, м;

p6 – средняя величина снижения ровня шуму зелеными насаждениями, дБ;

p7 – расстояние от транспортной магистрали до исследуемого объекта, м;

p8 – метеорологические характеристики воздуха;

p9 – средняя звукоизоляция ограждающих конструкций здания.

Общая функция отклика имеет следующие составляющие:

$$(y_1, y_2, y_3) \in Y,$$

где y1 – уровень звукового давления шума транспортного потока, дБ;

y2 – уровень звукового давления шума в помещении защищаемого объекта, дБ;

y3 – уровень звукового давления шума на территории, прилегающей к объекту защиты, дБ.

Анализируя характеристики транспортного потока, можно сделать вывод, что основными из них являются средняя скорость и интенсивность движения. Поэтому, рассматривая возможные варианты защиты от шума, одним из основных является организация дорожного движения вблизи защищаемых объектов.

Основной задачей организации дорожного движения в данном случае является:

- *ограничение движения грузовых транспортных средств* вблизи жилой зоны, в вечернее и ночное время суток;
- использование *технических средств регулирования* дорожного движения с целью ограничения скорости движения;
- создание *альтернативных маршрутов* движения транспортных средств с целью снижения интенсивности движения вблизи защищаемых объектов и т.д.

Таким образом, используя средства организации дорожного движения, возможно обеспечение существенного снижения шумовой нагрузки.

Альтернативным методом может быть создание акустических барьеров (ограждающие конструкции от шума для отдельных территорий).

Библиографический список

1. **Иносэ, Х.** Управление дорожным движением / Х. Иносэ, Т. Хамада; под ред. М. Я. Блинкина. – М. : Транспорт, 1983. – 248 с.
2. **Петухов, О. А.** Моделирование: системное, имитационное, аналитическое: учеб. пособие / О. А. Петухов, А. В. Морозов, Е. О. Петухова. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Изд-во СЗТУ, 2008. – 288 с.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ НА ГЛУБИНУ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ДТП

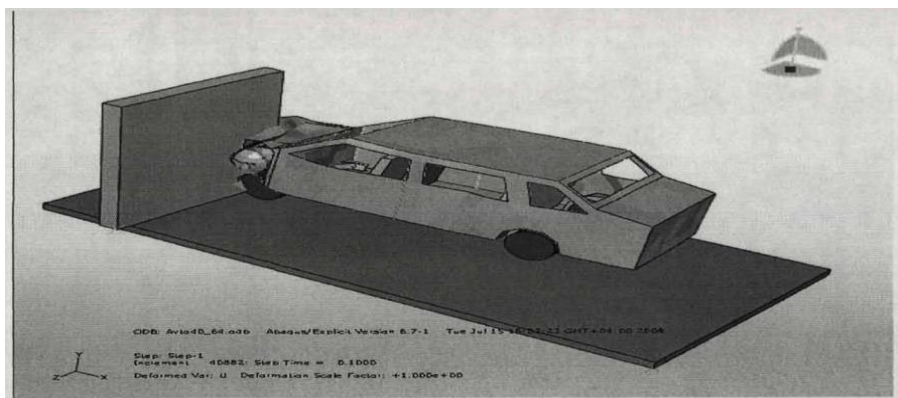
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью исследования является разработка экспертной системы определения скорости столкновения автомобиля по деформации силовой структуры кузова, разработка методики оценки степени повреждения автомобилей на месте ДТП без проведения дополнительных автотехнических экспертиз.

Методы исследования базируются на системном и статистическом анализе ДТП, а также на использовании математического моделирования ударных процессов.

Анализ поведения автомобиля при ДТП позволяет создать в первом приближении экспертную систему поведения автомобиля при фронтальном столкновении с различным процентом перекрытия.

За основу экспертной системы берется исследование математической модели автомобиля ВАЗ 2108, в частности, изменение габаритной длины автомобиля при столкновении.



Зависимость имеет вид:

$$Y = a + bx + cx^2 + dx^3,$$

где Y = скорость, м/с; x = деформация, мм; a, b, c, d коэффициенты, значение которых зависит от степени перекрытия.

Подставляя в формулу значения, зафиксированные на месте ДТП. Можно вычислить скорость столкновения автомобиля.

Данная экспертная система позволяет эксперту - автотехнику, проводить исследования аварийных автомобилей, оценивать скорость столкновения, не затрачивая много времени и машинных ресурсов.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ГОРНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР

Современная горнодобывающая отрасль сильно страдает от нехватки качественного оборудования и современных технологий. Для регулирования движения транспортных потоков (далее ПТ), были проведены исследования о возможностях использования новейшие технологии GPS/ГЛОНАСС. Для повышения работы горнотранспортных средств, в первую очередь осуществлено внедрение новейшей системы диспетчеризации. Но наиболее важным является объединение всех происходящих процессов на предприятии в одну систему, которая бы позволяла выполнять мониторинг всего лишь с одной точки [1].

В настоящее время на рынке представлено значительное количество систем управления, но в данном случае была выбрана современная ERP-система SAP, разработанная немецкой компанией SAPSE. Проводятся исследования для внедрения данной системы на горнодобывающем предприятии карьерного типа, а также интегрирование ее с другими новейшими технологиями [2].

Одной из самых основных задач горнодобывающей отрасли является повышение уровня безопасности производства. Этого можно достичь путем контроля всех происходящих процессов. Системы ГЛОНАСС/GPS позволят выполнять мониторинг подвижного состава, распределять их по участкам, отсылать к ним рабочие бригады. Таким образом, минимизируются затраты на простой в результате ожидания загрузки или при поломке транспортного средства [1].

В настоящее время трудно представить горное производство без надежных систем автоматизации, а также высококвалифицированного персонала, позволяющего получить максимальную эффективность от их работы. На протяжении последних лет был выстроен фундамент, на основе которого уже сейчас создается комплексная интеллектуальная система управления всем технологическим процессом, которая позволит горнодобывающей компании значительно повысить эффективность своих предприятий.

Внедрение интеллектуальных транспортных систем увеличит конкурентоспособность предприятия, снизить его затраты на производстве. Упростит работу персонала, что в свою очередь является важным фактором трудовых отношений.

Библиографический список

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. Перов А.И., Харисов В.Н. Радиотехника, 4-е издание 2010 год (<http://padabum.com/d.php?id=1738>).
2. SAP ERP "Учет и отчетность". Конфигурация и проектирование. Наэм Ариф, Шейх Мухаммед Таусеф (2015 г).

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ШАХТЕ-ФАБРИКЕ

ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР

Минимизация издержек предприятия в процессах движения горной массы ж/д и автотранспортом от шахты до перерабатывающего комплекса обеспечивает наилучшую управляемость и учет всех процессов. При выборе методов оптимизации должны учитываться технологические и транспортные особенности элементов системы конкретного предприятия, имеющие различные производственные мощности и различные связи с основным производством и транспортом общего пользования.

На основе исследований с внедрением программы в области ГИС-технологий для горно-обогатительных комбинатов (ГОК) с использованием GPS/ГЛОНАСС [1], доказано, что можно оптимизировать процесс доставки горной массы точно в срок, причем снизить простой вагонов и локомотивов, при этом сэкономить значительные средства. По проведенным исследованиям, технологический процесс работы подъездного пути и станции примыкания должен способствовать выполнению и перевыполнению планов производства и перевозок грузов, улучшению использования вместимости и грузоподъемности вагонов, обеспечению сохранности грузовых вагонов и учитывать особенности работы подъездного пути и станции примыкания. Четкое взаимодействие в работе между станцией примыкания и подъездными железнодорожными путями на основе единой технологии – это один из основных резервов улучшения эксплуатационной работы магистрального и промышленного железнодорожного транспорта, обеспечение потребностей народного хозяйства в перевозках грузов и ускорения оборота вагонов.

Все это делается для организации ТКПШ (Технологический комплекс поверхности шахт) [2] и в дальнейшем обеспечивает бесперебойную работу ЦОФ. Также можно использовать автомобильный транспорт для обеспечения автотранспортной связи между зданиями и сооружениями шахты, доставки первичного сырья на склад хранения угля и доставки добываемой горной массы с карьеров на обогатительную фабрику. Применение специализированного подвижного состава, приспособленного для перевозки различных видов грузов, позволяет более эффективно организовать транспортный процесс - уменьшать количественные и качественные потери в процессе перевозки, снизить трудоемкость погрузки и разгрузки, повысить безопасность движения. Развитие автоматизированных методов планирования открытых горных работ и диспетчерского управления карьерным автотранспортом связано с необходимостью создания математических моделей систем транспортных коммуникаций.

Перспективы развития технологического комплекса поверхности шахты связываются с упрощением технологии обработки горной массы в надшахтных зданиях за счет строительства обогатительных фабрик, с отказом от открытых складов полезных ископаемых и заменой их силосами, бункерами; с дальнейшей реализацией принципа блокировки на основе объединения добывающих и перерабатывающих производств, объединенных единой безотходной технологией, и др.

Библиографический список

1. GPS/ГЛОНАСС и ГИС технологии в информационных системах, разработанных для ГОК (http://club.cnews.ru/blogs/entry/gps_glonass_i_gis_tehnologii_informatsionnyh_sistemah_razrabotannyh_dlya_gok)

УДК 629.1

КОСТРОВА З.А., МИХЕЕВ А.В., ЗЕЗЮЛИН Д.В., МАКАРОВ В.С.,
БУШУЕВА М.Е., БЕЛЯКОВ В.В.

ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ И БЕЗВОЗДУШНЫХ ШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В мире ежегодно образуется до 10 млн. тонн автопокрышек, вышедших из употребления, которые являются источником длительного загрязнения окружающей среды. Необходимость их переработки связана с рядом факторов - например, невозможность биологического разложения шин в естественных условиях, потеря полезных площадей под свалки шин и другие. В связи с тем, что шина сегодня представляет сложное композитное изделие, обладающее большой устойчивостью к механическим повторно - переменным нагрузкам и разрушающим факторам внешней среды, ряд свойств шин, необходимых при их эксплуатации, осложняют проблему их ликвидации, после завершения жизненного цикла. В разных странах обращение с изношенными шинами отличается.

На сегодняшний день возможны два основных варианта работы с изношенными шинами. На рис. 1. представлены возможные варианты переработки использованных шин.

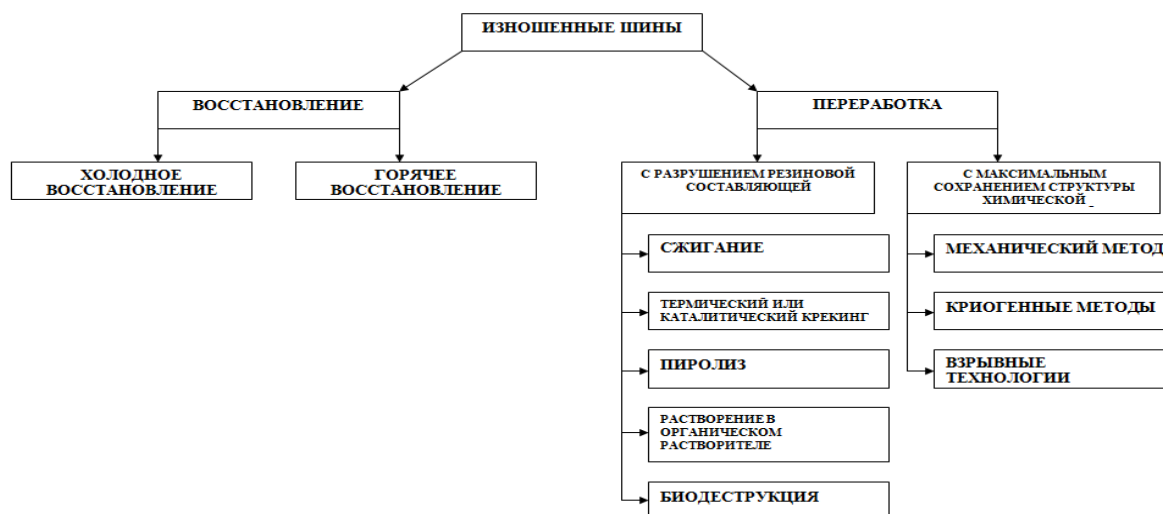


Рис.1. Классификация способов работы с шинами, вышедшими из употребления

Восстановление (холодное и горячее) - наложение нового протектора. Рядом авторов была проведена оценка стоимости восстановления шин по сравнению с заменой шин. Экономия использования восстановленных шин составляет примерно 30%.

Переработка (с разрушением резиновой составляющей и с максимальным сохранением структуры). При использовании этих методов происходит глубокая деструктуризация полимеров и распад молекулярной цепи. Полученные продукты горения и разложения можно рассматривать как возможное сырье для органического и нефтехимического синтеза. Одним из распространенных способов работы с изношенными шинами сегодня является переработка шин в крошку, которая имеет широкий спектр применения.

Методы вторичной переработки непневматических шин включают процессы регенерации энергии (например, сжигание), механической переработки, химического разделения

полиуретана на его мономерные составляющие с последующим повторным использованием мономеров.

Методы вторичной переработки безвоздушных шин упрощаются по сравнению со способами утилизации пневматических шин за счет изменения конструкции колеса, а также материала покрышки.

УДК 621.113

КРУЧИНИН Я.Е., КОРЧАЖКИН М.Г.

СРАВНЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЗАДНЕЙ ПОДВЕСКИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При эксплуатации легковых автомобилей показатели надежности элементов подвески зависят от особенностей конструкции. В настоящее время наиболее распространенными конструкциями задних подвесок легковых переднеприводных автомобилей являются полузависимые с упругой балкой и многорычажные независимые. Для анализа надежности разных конструкций подвесок были выбраны две модели автомобилей Ford Focus 2 и Ford Fusion. Проведен анализ особенностей устройства, собрана информация об отказах и проанализированы показатели состояния по пробегу.

Задняя подвеска автомобилей Ford Focus 2 с кузовами седан и хэтчбек независимая, многорычажно-пружинная (по три поперечных и одному продольному с каждой стороны), с телескопическими амортизаторами и стабилизатором поперечной устойчивости (рис.1).

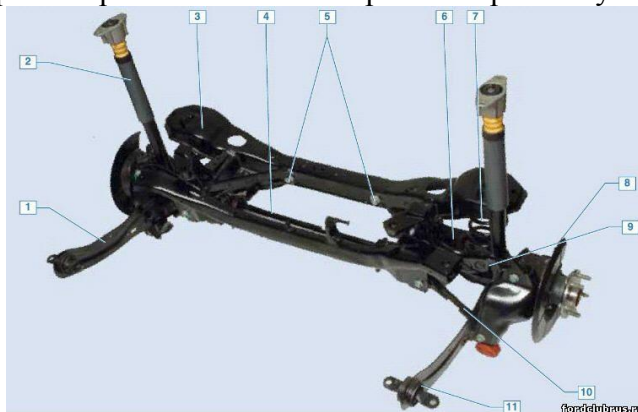


Рис. 1. Задняя подвеска Ford Focus 2:

1 - продольный рычаг; 2 - амортизатор; 3 - подрамник; 4 - стабилизатор поперечной устойчивости; 5 - регулировочный болт (болт крепления нижнего заднего рычага к подрамнику); 6 - нижний задний рычаг; 7 - пружина; 8 - тормозной щит; 9 - верхний рычаг; 10 - нижний передний рычаг; 11 - сайлент-блок продольного рычага

Задняя подвеска Ford Fusion (рис. 2) полузависимая, рычажно-пружинная с продольными рычагами, шарнирно закрепленными на кузове автомобиля и связанными между собой поперечной балкой U-образного сечения. Продольные рычаги соединены с кузовом сайлент-блоками. Пружины подвески переменной жесткости (бочкообразные). Верхние и нижние концы пружин опираются на упругие резиновые прокладки.

Для сравнения была произведена выборка отказов 25 автомобилей каждой модели, произведен анализ неисправностей по пробегу, данные сведены в таблицу. Информация об отказах собиралась из первичной документации сервисных станций по факту обращения владельцев автомобилей в течение года. Наибольшее количество отказов независимой много

рычажной подвески пришлось на рычаги, их резинометаллические втулки и амортизаторы у полузависимой подвески с балкой в основном отказывали амортизаторы и сайлентблоки.

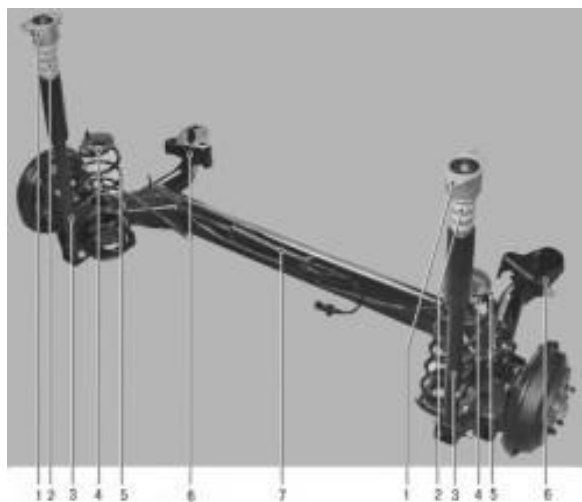


Рис. 2. Задняя подвеска Ford Fusion:

1 – опора амортизатора задней подвески; 2 – буфер сжатия; 3 – амортизатор задней подвески; 4 – прокладка пружины задней подвески; 5 – пружина задней подвески; 6 – сайлентблок; 7 – балка задней подвески

На основании данных из таблицы построен график изменения технического состояния задней подвески автомобилей (рис. 3). В качестве критерия состояния подвески использовалась комплексная оценка амортизационных свойств и наличия суммарных люфтов в элементах.

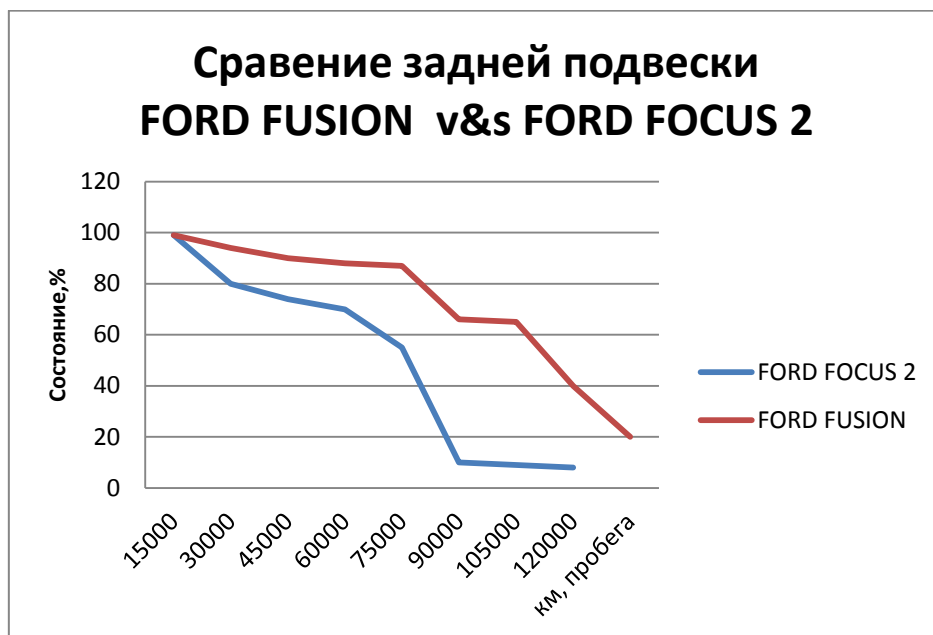


Рис. 3. Значения показателя состояния подвески автомобилей

По полученным зависимостям видно, что критического значения критерий состояния задней многорычажной подвески автомобилей FORD FOCUS 2 достигает при пробеге 90000 км, задней полузависимой подвески FORD FUSION – при пробеге 120000 км. Очевидно, что показатели надежности полузависимой задней подвески выше, чем у независимой. В дальнейшем будут разработаны и предложены эксплуатационные мероприятия по повышению показателей задней подвески.

К ВОПРОСУ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И КОРРОЗИОННОЙ СРЕДЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наиболее распространенным видом эксплуатационных разрушений инженерных конструкций является усталостное разрушение [1]. Поэтому вопросы работоспособности деталей автомобилей являются приоритетными направлениями современной науки и важнейшей задачей автомобильной промышленности [2]. Кроме того, необходимо учитывать, что большинство конструктивных элементов автомобилей в процессе эксплуатации испытывают воздействие знакопеременных нагрузок, как на воздухе, так и в присутствии коррозионной среды [3].

В настоящее время в автомобильном производстве используются металлические изделия, получаемые различными способами обработки [4,5]. Основными факторами, влияющими на их эксплуатационные свойства, являются структурное состояние и качество поверхности материала, которые в значительной степени обусловлены условиями процесса их изготовления. Являясь концентраторами напряжений, они способствуют появлению и развитию усталостных трещин [6], так как при циклическом нагружении в поверхностных слоях металла все процессы, связанные с собиранием вакансий и зарождением усталостных трещин, идут с опережением, и вся структурная повреждаемость концентрируется у поверхности.

Одновременное воздействие переменных напряжений и коррозии обычно дает значительно больший эффект, чем каждый из этих факторов, взятых отдельно, и в этом смысле коррозионная усталость аналогична коррозионному растрескиванию.

Важнейшими факторами коррозионной усталости являются следующие: переменные напряжения; средние напряжения; частота перемены знака напряжений; характеристики металла.

Особенно трудно в лабораторных и стендовых условиях поставить испытания, в которых оба процесса - и коррозии, и действия напряжений - близки к условиям, которые реально встречаются на практике.

В первую очередь это относится к коррозии, так как трудно найти способ приложения циклических нагрузок, который будет также позволять одновременно создавать условия на напряженных участках металла, где коррозионная среда будет действовать на поверхность, находящуюся в напряженном состоянии, и несколько факторов, влияющих на коррозию, могут эффективно контролироваться. Обычно используются образцы, выполненные в виде консольной балки, нагруженной с одной стороны, находящейся в контакте с коррозионной средой.

Испытания на коррозионную усталость обычно проводят, используя изгиб при вращении, изгиб плоской пластины или скручивание. Все эти способы нагружения образцов не позволяют провести испытания при положительных или отрицательных значениях средних напряжений. К тому же метод изгиба при вращении и метод изгиба плоской пластинки создают сложнапряженное состояние при зарождении усталостной трещины, например, вследствие смещения нейтральной оси напряжения. В этом отношении предпочтительнее устройства, создающие осевые нагрузки. Использование такого рода устройств рекомендуется, в частности, нормами ASTM.

Результаты стендовых испытаний на коррозионную усталость представляют в форме $\sigma-N$ – кривых, где σ – напряжения, а N – количество циклов до усталостного разрушения.

В работах Г.В. Пачурина с сотрудниками [1,3,5,7] предложены зависимости цикличе-

ской долговечности на воздухе при разных температурах и в коррозионной среде штампованных конструкционных материалов от величины структурно-чувствительного показателя степени деформационного упрочнения при статическом растяжении, позволяющие прогнозировать долговечность.

Сопrotивление таких кривых, полученных при испытании металла на воздухе и в коррозионной среде (например, воде, паре), дает информацию по влиянию коррозионной среды на предел выносливости. Однако не всегда такое сопротивление может быть успешно использовано для оценки стойкости металла к коррозионной усталости. Это объясняется тем, что для некоторых металлов определяющую роль в усталостном разрушении играет скорость распространения трещины, а не возникновение первоначального дефекта, из которого она начинает свой рост. Целесообразно в этой связи исследовать развитие усталостной трещины на образцах с предварительно нанесенным надрезом, а данные о влиянии коррозионной усталости представлять в виде зависимостей роста усталостной трещины от интенсивности напряжений.

Библиографический список

1. **Pachurin, G.V.** Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. 2008. №3. Т. 38. – Р. 217-220.
2. **Пачурин, Г.В.** Повышение эксплуатационной долговечности нержавеющей сталей технологическим упрочнением // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2-2. – С. 28-32.
3. **Pachurin, G.V.** Life of Plastically Deformed Corrosion-Resistant Steel // Russian Engineering Research, 2012, Vol. 32. No. 9–10. – Р. 661–664.
4. **Пачурин, Г.В., Кузьмин, Н.А.** Эксплуатационные свойства штампуемых листовых сталей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 5-1. – С. 31-36.
5. **Пачурин, Г.В.** Долговечность пластически деформированных коррозионно-стойких сталей // Вестник машиностроения. 2012. № 7. – С. 65-68.
6. **Пачурин, Г.В.** Структурная повреждаемость и сопротивление усталости латуни Л63 // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 3-1. – С. 22-27.
7. **Пачурин, Г.В., Гушин, А.Н.** Повышение эксплуатационной долговечности металлоизделий технологическими методами // Вестник машиностроения. – 2007. - №6. – С. 62-65.

УДК 621

КУЗНЕЦОВА Т.Е., ТИХОНОВА Н.И

ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ГОРОДА НИЖНИЙ НОВГОРОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Остановочные пункты (ОП) маршрутного пассажирского транспорта оказывают существенное влияние на безопасность движения и на пропускную способность дороги. Вопрос о безопасности расположения остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта (ОП МПТ) поднимался в ряде исследований. В некоторых из них повышение эффективности функционирования и безопасности остановочных пунктов связывают с повышением пропускной способности (ПС).

В исследовании были рассмотрены следующие факторы, влияющие, на пропускную способность ОП МПТ: 1) время ожидания в очереди перед ОП; 2) время открытия/закрытия

дверей; 3) время высадки/посадки пассажиров; 4) время ожидания приемлемого интервала для выезда; 5) время слияния с транспортным потоком. 6) простой МТС в ожидании дополнительных пассажиров

Данные факторы проанализированы на ОП МПТ Нижнего Новгорода с высокой интенсивностью движения МПТ: Казанское шоссе, Больница Семашко, Площадь Горького (метро Горьковское). В ходе исследования установлено, что при полностью занятой остановке небольшой процент автобусов становятся в очередь и ждут места для высадки и посадки пассажиров. Большинство же автобусов особо малой вместимости либо становятся во втором и даже третьем ряду, осуществляя посадку-высадку пассажиров, либо проезжают без остановки

Следствием недостатка ПС ОП также является повышенный расход топлива МПТ, износ узлов и агрегатов, загрязнение окружающей среды. Повышение эффективности функционирования ОП может быть достигнуто несколькими путями. Наиболее эффективным является способ, основанный на управлении ПС ОП. Таким образом, актуальность вновь приобретают исследования, ставящие целью повышение эффективности функционирования ОП ГПТ.

УДК 621.113

КУЗЬМИН А.Н., ГОРИНА Д.А., КОРЧАЖКИН М.Г.

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При работе автобусов на маршрутах общего пользования на основные показатели технической эксплуатации влияет большое количество различных факторов. Из общего числа данных факторов особо необходимо выделить наличие различных изменений рельефа местности на маршруте. Данная особенность маршрутов сказывается на эксплуатационных показателях – расход топлива, расход масла на угар, интенсивность износа основных узлов и т.д. С точки зрения надежности наличие подъемов на маршруте следования автобусов приводит к изменению показателей безотказности и долговечности. Увеличение нагрузок на основные узлы и агрегаты автобусов неотвратимо влечет за собой снижение средней наработки на отказ. Это в свою очередь непосредственно влияет на показатели ТЭА. Так, при изменении средней наработки на отказ агрегата обязательно изменится вид зависимости плотности вероятности отказа от наработки как агрегата, так и всего автомобиля. Данный факт указывает на необходимость корректирования периодичности технических воздействий при эксплуатации автомобилей на маршрутах с подъемами.

Наличие подъемов сказывается и на технико-экономических показателя АТП, обслуживающих данные маршруты. Так, в Н.Новгороде существуют предприятия, обслуживающие только равнинные маршруты без каких-либо значительных изменений рельефа местности. В то же время, часть АТП обслуживает маршруты, соединяющие районы города верхней и нижней частей города. На этих маршрутах имеется значительный перепад высот. При применении одних нормативов ТЭА на предприятиях, обслуживающих маршруты с подъемами расходы на эксплуатацию автобусов выше, чем у таких же АТП, работающих на равнинных маршрутах. Это, безусловно, связано с различием нагрузок на основные агрегаты автобусов, например, тепловых нагрузок на детали двигателей.

Надежность агрегатов автомобилей максимальна при работе на стационарных режимах. Это доказывает опыт их эксплуатации. Известно, что в условиях загородных маршрутов на добротных дорогах (в условиях I категории эксплуатации) надежность автомобилей существенно выше, чем при городской эксплуатации. В городах нестационарность работы агрега-

тов автомобилей обуславливается, прежде всего, частыми остановками и последующими разгонами при наличии светофоров, пешеходных переходов, железнодорожных переездов и пр. Положение усугубляют также современные реалии с заторами («пробками») на дорогах, достаточно крутые подъемы и спуски на маршрутах движения автомобилей в большом количестве городов, примыкающих к крупным рекам и морям. Все это вызывает необходимость частых торможений, переключений передач и т.д.

В проведенных ранее исследованиях на кафедре «Автомобильный транспорт» НГТУ им. Р.Е. Алексеева установлено влияние условий движения на маршруте городских автобусов на показатели надежности двигателей и элементов трансмиссий. Однако очевидно влияние подъемов на маршрутах и на показатели надежности элементов тормозных систем. Так, перевозчики, эксплуатирующие автобусы ПАЗ-3204 в Н.Новгороде, отмечают крайне низкие показатели наработки на отказ тормозных систем. Задачей проводимых исследований является оценка влияния уклонов на маршрутах на показатели надежности элементов тормозных систем городских автобусов.

УДК 656.11

КУЗЬМИНА Е.А., ШИПИЦЫНА А.П.

ИДЕЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ПРОБЛЕМЫ ЖИТЕЛЕЙ АВТОЗАВОДА И ЩЕРБИНОК В ГОРОДЕ НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Низкая или недостаточная транспортная освоенность автодорог в любом городе влечет экономические потери, поэтому обеспечение быстрого и безопасного движения большого мегаполиса, такого как Нижний Новгород, зависит от количества и удобного расположения транспортных развязок. Строительство новых автодорог, а также реконструкции уже существующих, являются первоочередными и необходимыми задачами для формирования транспортных сетей большого города и требуют комплексного подхода, отражающего интересы всех структур, имеющих отношение к транспорту.

Строительство моста через реку Ока именно в районе Окской гавани на Автозаводе с одной стороны и Щербинок с другой стороны реки очень удачная идея для решения проблем автомобильных «пробок», проблем дорожно-транспортных происшествий, неудобства передвижения по существующим автодорогам, не справляющимися с транспортными перевозками, из-за необходимости объезда. Доказательством этого является постоянное скопление машин в районе метро «Пролетарская», где, по статистике, самое аварийное место в нашем городе. На сегодняшний день даже регулирование сотрудниками ГИБДД движения по кругу на «Пролетарской» в часы пик собирает большое количество машин, так как в этом автодвижении участвуют транспортные потоки с пяти близлежащих дорог. Автозаводский район – самый большой и густонаселенный район города, в котором постоянно ведется еще и жилищное строительство. Возникают целые микрорайоны красивых многоэтажных домов. Например, микрорайоны «Юг» и «Водный мир», а, следовательно, и количество жителей постоянно увеличивается. Отсюда можно сделать вывод, что и число автомобилей, конечно, будет неуклонно расти. Уже сейчас попасть с автозавода в другие районы города или выехать за город автозаводцам становится все проблематичнее, так как сделать это можно только через ту же «Пролетарку», которая является «узким местом» для Автозаводского района. Да и вдоль самого автозавода пробки стали частым явлением, так как узкие дороги не позволяют многочисленному транспорту свободно передвигаться, поэтому автодорожный мост через реку Ока с другой стороны Автозавода очень бы выручил жителей района, которые устали от постоянных пробок на проспекте Ленина. А если бы мост был, то появилась бы возможность сразу выезжать за город, минуя проспект Гагарина, который тоже постоянно перегружен.

Мост через реку Ока очень нужен, именно в этом месте, как для жителей нижней части города, так и для жителей верхней части, которым намного легче будет добираться, например, до аэропорта.

Конечно, мероприятия по строительству моста и транспортной развязки около него имеют архитектурно-планировочный характер и требуют значительных капиталовложений, довольно большого периода времени на проектирование и само строительство, но в данном случае, на мой взгляд, все эти мероприятия являются единственным выходом для снятия проблемы в сложившейся транспортной ситуации, в первую очередь, для автозаводцев, которые иначе в скором времени увязнут в бесконечных пробках. Капиталовложения для этого проекта можно выделить из федерального бюджета, для чего есть очень хороший повод – это 800-летие Нижнего Новгорода в 2021 году.

УДК 658.7

КУЛЯЗИН А.Д., ЗВЯГИНЦЕВ Е.В., ТЕРЕХИН А.С., БАХТАРИН Д.М.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ANYLOGIC ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СКЛАДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основной проблемой ведения склада является не правильное управление запасами. Данная проблема ведет за собой множество последствий. Начиная от потери одного заказа, и заканчивая от потери всего клиента, который может уйти к конкуренту.

Главной ошибкой в ведении товара является упрощенные методы прогнозирования, как следствие, ошибки в прогнозе расходов и дефицит товара на складе.

Планировать продажи и закупки по каждому продукту - слишком большая работа, а зачастую просто невозможная. Более того, подобный прогноз никогда не будет точным. Поэтому необходимо выделить группы продуктов, на основе которых будет строиться прогноз продаж. Статистику можно вести от закупок. Для этого можно использовать формулу:

$$\text{Продажи} = a - b + c - d,$$

где a - сколько было закуплено, b - сколько было браком (пересортица, списано по сроку годности), c - остаток на начало периода, d - остаток на конец периода.

Чтобы уменьшить упущенные продажи, нужно подсчитать количество случаев потерянных клиентов и процент потерь:

Количество непроданного / Количество запрашиваемого

Планирование продаж начинается с обработки статистики — сглаживания пиков и провалов. Мы сознательно искривляем статистику, убирая из нее эффекты от несистемных, разовых удачных продаж и, наоборот, нестандартных провалов, отсутствия продаж.

После того как у нас появилась очищенная статистика продаж хотя бы за один месяц, мы можем начать строить прогноз продаж. В этом процессе можно выделить несколько основных этапов:

1. расчет статистического прогноза;
2. корректировка месячного прогноза;
3. составление прогноза до уровня продукта;
4. разбивка месячного прогноза на недели.

При этом нужно учитывать сезонные и праздничные изменения, будь то каникулы у детей или национальные праздники.

После того как мы построили прогнозы продаж, нужно начать измерять их точность. Так мы сможем понять, насколько им можно доверять и как их улучшить. Для этого нужно просто сравнить то, сколько мы планировали продать, и то, сколько мы продали, по формуле:

Реально продано (шт.) / Планировали продать (шт.).

Проанализировать решение проблем ведения склада, как на начальных этапах при малом количестве статистики, так и при больших объемах статистики, прийти к нужным путям решения, смоделировать максимально приближенно к реальности, изменяя различные факторы и подстраивая их под сезонность, можно с помощью программы AnyLogic.

УДК 656.052

КОРЯКОВЦЕВА А.А., БЕЛЯНИНА Е.Н.,
ЯРЕМЕНКО А.И., ЗВЯГИНЦЕВ Е.В.

АДАПТИВНЫЙ СВЕТОФОР В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANYLOGIC

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во многих старых городах России существует проблема пропускной способности дорог, которые не рассчитаны на такое количество автомобилей. В настоящее время, по данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», на 1 июля 2016 года в среднем по России на 1000 жителей приходится 285 автомобилей, а дороги рассчитаны на куда меньшее значение. Вследствие чего, на дорогах возникают заторы, пробки.

Для устранения этой проблемы на перекрестках устанавливают адаптивные светофоры, расширяют проезжую часть дороги. Наиболее простой и экономичный способ увеличения пропускной способности – это установка адаптивных светофоров.

Для более эффективной работы светофора необходимо учитывать интенсивность и время проезда дорожного участка во всех направлениях, где установлен светофор.

Разработали светофор, который имеет 8 фаз, 2 из которых дают желтый сигнал, 3 фазы зеленого сигнала и 3 красного. Желтая фаза горит установленные 2 секунды, а красные и зеленые фазы горят в зависимости от времени проезда участка дороги. 2 фазы зеленого горят друг за другом. Первая фаза зеленого разрешает поворот налево с одной стороны дороги. Следующая фаза разрешает проезд прямо и повороты в разные направления. Третья фаза разрешает поворот налево с противоположной стороны дороги. Такая же очередность фаз и у красного сигнала светофора. Эта последовательность фаз необходима, чтобы уменьшить количество автомобилей, останавливающихся для поворота налево.

На кафедре «Автомобильный транспорт» НГТУ разрабатывается учебная модель (рис.1) в программе AnyLogic, благодаря которой можно оценить эффективность работы адаптивного светофора.



Рис. 1. Имитационная модель адаптивного светофора в Anylogic

ПРОБЛЕМА ПЛАТНЫХ ПАРКОВОК НА УЛ. РОЖДЕСТВЕНСКАЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема с парковочным местом в центре города была и будет актуальным вопросом Нижнего Новгорода. На ул. Рождественская платная парковка разделена на 4 зоны: 001 – от дома №49 по ул. Рождественская до перекрестка с ул. Широкая; 002 – Нижневолжская набережная от дома №15 возле Речного вокзала; 003 – на площади Маркина; 004 – пер. Нагорный, с четной стороны нумерации домов. В 2016 году проводился тестовый режим работы, оплата тарифицировалась по 20 рублей за час, но если стоянка не превышает 15 мин, плата не взималась. В выходные и будни дни с 20:00 до 8:00 парковка бесплатная. На сегодняшний момент, тестовый режим окончен, с 2017 года тариф на стоянку установлен в размере 50 руб./ч. Цена уже ощутимо выросла, неудобства с оплатой остались, а также усложнилась жизнь работников офисов этого района.

Проблема с оплатной заключается в том, что легко можно ошибиться с зоной парковки, при оплате через паркомат, впоследствии будет получен штраф, а также есть небольшая «хитрость», что по правую сторону ул. Маркина есть указатель «парковка» и табличка «зона действия знака» с указанным расстоянием 18 м. При этом, если остановиться в пределах этих 18 м, то парковочная система зафиксирует вас и внесет в базу. Таким образом, знак установлен не верно, в базе данных прилегающая территория зоны 003 числится как платная. При этом нужно отметить удобное приложение www.parkovkinn.ru с поминутной тарификацией. Если в паркоматах за 30 мин придется отдать фиксированные 50 руб., то через приложение можно сэкономить 25 рублей.

Но самой глобальной проблемой парковок центра Нижнего Новгорода является то, что работники офисов тратят огромные деньги в месяц, за парковку около офисов. Сейчас правительство разработало систему скидок: дисконт по месячной оплате составит 30%, по квартальной – 40%, по годовой – 50%. Но и здесь могут вытекать проблемы с тем, что парковочные места могут быть раскуплены, жителям, по одной из прилегающих улиц, так же становится менее комфортно, а также, такая система не совершенна. Может возникнуть ситуация: работник купил абонемент, где вводится гос. номер машины, ему необходимо срочно перевестись на другую работу или уехать, а срок абонемента не окончен. Деньги пропадают. Поэтому необходимо создать фиксированную систему оплаты для сотрудников офисов, ежедневную, с возможной покупкой абонементов, или вовсе исключить оплату, предоставить оптимальные варианты бесплатной парковки в шаговой доступности от ул. Рождественская, иначе автомобилистов вынуждают платить за парковку, они и так платят налоги, создают рабочие места для рабочих сервисов, моек и прочих служб обслуживания.

Тестовый режим парковки закончен поспешно, следует более тщательно проработать вопросы, возникающие по ней. Возможно, лучшим способом будет установка шлагбаумной системы, как в аэропорту Стригино, чтобы автовладельцы точно знали, что въехали в зону платной парковки, своевременно оплатили время стоянки и были уверены, что оплата произведена правильно.

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ И ПЕРЕВОЗКАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», г. Луганск, ЛНР

В настоящее время между партнерами широко распространяются технологии безбумажных обменов информацией. Это обусловлено все возрастающим объемом подлежащих обработке данных. Традиционными способами уже не удастся из этого потока быстро извлечь всю требуемую информацию и использовать ее для управления предприятием и перевозками. Применение информационно-компьютерных технологий позволяет значительно ускорить и повысить качество управленческих решений.

Единое интегрированное информационное пространство современного транспортного предприятия является «виртуальным» и основывается на технологии реляционных баз данных и клиент-серверной архитектуре локальной вычислительной сети. Информационная система дает возможность грузоотправителю получать доступ к файлам, отражающим состояние транспортных услуг и загрузку транспорта фактически он-лайн. Клиент-серверная архитектура обеспечивает одновременный доступ к базе данных множества пользователей (зачастую разделенных географически, но объединенных информационно) и координацию их взаимодействия. На транспорте вместо сопровождающих груз многочисленных документов (особенно в международном сообщении) по каналам связи (интернет) синхронно с грузом передается информация, содержащая все характеристики товара и реквизиты о каждой отправляемой единице. Ядром интегрированной информационной системы является модуль автоматизированной обработки товарно-транспортных документов.

Передача информации удобна и выгодна с применением EDI (обмен электронными документами), что имеет коммуникационную платформу, к которой каждый клиент (будь он ритейлер, поставщик или логистическая компания) подключается один раз и приобретает почти неограниченную возможность общаться со всеми подключенными к платформе участниками, не задумываясь над особенностями их учетных систем и документооборота, квалификацией персонала.

Сегодня активно распространяется внедрение ERP-систем планирования ресурсов предприятия для управления бухгалтерией, финансами и материально-технической базой. Помимо повышения качества управления предприятием в целом, наличие подобных систем является необходимым условием для первичного размещения акций компании на бирже и заключения значимых контрактов на международном рынке перевозок грузов. С появлением в отрасли автоматизированных систем класса ERP транспортные компании получили инструмент управления финансами. Главное требование к таким системам — достоверность, оперативность и прозрачность всех финансовых данных. И, что важно, в режиме реального времени.

Таким образом, современные информационные технологии, такие как системы поддержки принятия решений, экспертные системы и другие, совместно с EDI технологиями обеспечивают возможность для эффективного анализа технико-экономических данных, моделирования процессов, подготовки и представления результатов для последующего принятия решений в управлении транспортным предприятием и перевозками. Применение современных информационных технологий позволяет повысить эффективность доставки грузов за счет возможности быстрого доступа к информации о субъектах (покупатель, перевозчик, терминал) и объектах (товары, услуги) доставки.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ
С НЕСКОЛЬКИМИ ТОЧКАМИ ПОГРУЗКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рациональное планирование маршрутов перевозок, как грузовых, так и пассажирских, позволяет, с одной стороны, увеличить прибыль автотранспортных предприятий за счет уменьшения расходов на горюче-смазочные материалы и, с другой стороны, снизить стоимость товаров в некоторых случаях. Также присутствует экономическая сторона проблемы планирования маршрутов, ведь чем короче маршрут и чем быстрее его преодолевает транспортное средство, тем меньше вредных выбросов попадает в атмосферу. По этим причинам следует уделять такому планированию особое внимание, ведь в некоторых ситуациях построить маршрут без применения особых методов и вычислительного оборудования не представляется возможным. Одной из таких задач является задача маршрутизации, которая заключается в поиске кратчайшего (быстрейшего, либо самого дешевого) маршрута через некоторое количество точек, каждая из которых должна быть посещена один и только один раз. При этом каждая точка имеет определенный уровень спроса на товар, который хранится в некоторой точке-складе, таким образом, когда автомобиль, объехав несколько точек, не способен обеспечить товаром следующую точку, он должен вернуться в точку-склад. В данной статье речь пойдет о решении несколько усложненной задачи маршрутизации, в которой присутствует несколько точек погрузки товаров, расположенных произвольным образом.

Для решения задачи был применен метод, аналогичный использованному ранее для решения задачи маршрутизации. Данный метод был доработан таким образом, что при построении маршрута рассчитывается расстояние до ближайшей точки погрузки с учетом расстояния до последующей точки доставки груза.

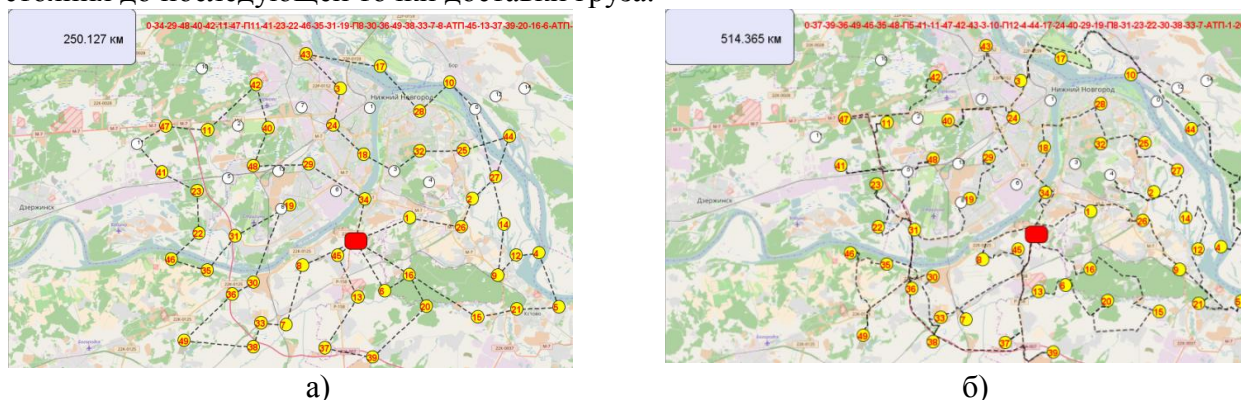


Рис. 1. Примеры полученных маршрутов:

а - построение по прямым линиям; *б* - построение по дорогам общего пользования

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЛЕСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для Ковернинского района Нижегородской области характерной формой хозяйства является добыча леса. Локальное расположение района вдали от автотрасс и железнодорож-

ных узлов и ограниченное использование реки для перевозки леса накладывает особенности на методы транспортировки, а именно автомобильную доставку леса от начального этапа до перевозки конечной продукции.

Древесина является одним из самых распространенных строительных материалов. Как всем известно, древесина добывается на делянках.

Процесс заготовки древесины:

- Валка леса,
- Раскряжевка,
- Транспортировка леса на терминал.

Существует несколько видов валки леса:

- Массовая добыча леса (с применением харвестеров, форвардеров и другой специализированной техники, с дальнейшей погрузкой леса сразу на состав);
- Промышленная добыча леса (ручная механическая валка леса, трелевка и перевозка с использованием специализированного подвижного состава);
- Локальная валка леса (ручная валка леса с дальнейшей погрузкой и перевозкой лесовозом с манипулятором).

Транспортировка леса – это часть технологического процесса заготовки древесины, в которой производится погрузка и перевозка леса по лесным дорогам и дорогам общего пользования, с использованием специализированного подвижного состава.

Обычно, транспортировка леса от делянки до терминала происходит в 4 этапа:

- Сбор хлыстов на всей площади делянки и их своз на нижний склад;
- Доставка леса от нижнего склада к верхнему, который находится в легкой доступности для сортиментовозов, передвигающихся по дорогам общего пользования;
- Перевозка сортимента от верхнего склада древесины до предприятия переработчика;
- Перевозка готового материала на терминал.

Для каждого этапа нужен специализированный подвижной состав. Сбор и транспортировку хлыстов осуществляет трелевочный трактор. Доставкой леса с нижнего склада на верхний занимается лесовоз. Транспортировку по дорогам общего пользования до предприятия, а далее до терминала, осуществляет сортиментовоз.

Исходя из часовой производительности автомобиля

$$W_e = \frac{q\gamma V_T \beta_e}{L_{er} + V_T \beta_e t_{np}} \quad , \quad (1)$$

можно определить длину равноценной ездки автомобиля, при которой используется роспуск с загрузкой с применением специализированных погрузочных средств (автокран).

$$L_{er}^p = V_T \beta_e \left(\frac{q\Delta t}{q} - t_{np} \right) \quad , \quad (2)$$

с учетом того, что нижний склад находится в пределах 5 – 7 км.

При этом видно, что применение стандартного лесовоза с манипулятором для перевозки леса предпочтительнее с учетом частичной переработки в населенном пункте (верхний склад).

Перевозка леса на длинном плече

Погрузка хлыстов на сортиментовоз производится автокраном.

Теоретически, перевозку можно производить стандартным лесовозом. Но средняя техническая скорость и грузоподъемность лесовоза меньше, чем у шоссейного тягача с прицепом. Этот вариант не актуален.

Зарубежные перевозчики широко используют фургоны полуприцепы для перевозки леса в качестве груза на обратно возвратную продукцию.

Так же, перевозку хлыстов можно осуществлять полуприцепом с фургоном. В данном случае есть преимущество. Таким способом мы сократим холостой пробег. На обратном пути можно взять другой груз для перевозки.

Перевозка готового материала (фанера)

При больших объемах производства перевозка фанеры осуществляется полуприцепом с фургоном. Погрузка производится вилочным погрузчиком.

Выбор транспортного средства зависит от объема производства. И регулярная перевозка оправдана в случае выполнения больших объемов на предприятии непрерывного производства.

При мелкосерийном производстве более целесообразна перевозка укрупненной партии продукции по ее накоплению.

Так же фанеру можно перевозить универсальным грузовиком. Но данный вариант перевозки будет актуален только в том случае, если объемы производства предприятия будут небольшими. Так как, грузоподъемность такого грузовика сравнительно меньше, чем у тягача с полуприцепом. Если производство материала высокое, значит и ездки у такого грузовика будет больше.

Выводы

Исходя из условий Ковернинского района и на основе изложенного материала, получаются предпочтительными автомобили следующих типов:

- Для работ на делянке – лесовоз с манипулятором;
- Для перевозки леса – роспуск;
- Для перевозки фанеры – тентованный полуприцеп грузоподъемностью 21 тонна.

1. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения / В.В.Ясенов, П.П. Вышеславцев,- Н.Новгород 2009 г. – 174с.

УДК 629

НИКОЛЬСКИЙ А.И.

МЕТОДОЛОГИЯ ОБОСНОВАНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ОБОСОБЛЕННЫХ ПОЛОС ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ КРУПНОГО ГОРОДА

Основным параметром определения эффективности использования отдельного элемента уличной дорожной сети (УДС) является темп использования пропускной способности места. В то же время остается актуальной задача относительно вопросов организации движения на территориях уличной дорожной сети, на которой несколько систем транспорта непосредственно функционируют. Очевидно, что предоставление приоритетов движения за одну из систем транспорта неизбежно приводит к контролю других участников движения.

Разумный баланс в предоставлении приоритетов движения может быть достигнут разделением системы транспорта, распределением изолированных переулков как часть общего пространства проезжей части или дороги, неотложная задача в области организации движения в современных больших городах [1].

Распределение изолированных полос для обслуживания общественного транспорта на уличную дорожную сеть города актуально для мест УДС, где количество полос превышает одну полосу в одном направлении:

- движение на всех полосах общей проезжей части, и для общественности, и для отдельного транспорта;
- общественный транспорт перемещается в общий поток транспортных средств;
- крайне правая полоса ассигнована для обслуживания общественного транспорта, других полос - для общего движения другого транспортного потока;
- строгое условие того, что общественный транспорт перемещается только в ассигнованную полосу, соблюдается.

Поэтому в общем потоке все транспортные средства, кроме движения общественного транспорта. В случае различного *intensivnost* движения функции отдельного и общественного транспорта различия общего времени задержек может принять различные ценности, и отрицательные, и положительные. В случае отрицательных величин функции различия (8) - распределение полосы общественного транспорта не разумно, потому что общее время задержки всех участников движения в случае распределения отдельной полосы для общественного транспорта превысит общее время задержки в случае организации движения без распределения полосы. В случае положительного значения распределение полосы общественного транспорта разумно. В то же время общее время задержки всех участников движения в случае организации ассигнованной полосы для общественного транспорта – будет уменьшено. В целях причин распределения полосы общественного транспорта необходимо использовать в качестве интенсивности движения исходных данных транспортного потока в эквивалентных единицах без общественного транспорта q_i и отдельно интенсивности движения общественного транспорта q_o . $T(q_i, q_o)$ в различных вариантах организации перемещения. $T(q_i, q_o)$ будут больше, чем нуль, это целесообразно, чтобы говорить о выделении полосы общественного транспорта на продуманном сайте, тогда как одновременно общее время реализации транспортных потоков уменьшено всеми участниками трафика. Данный метод может использоваться организациями и экспертами в поле организации трафика во время создания проектов на организации трафика, для выравнивания потребности выделения изолированных полос для службы общественного транспорта, в целях уменьшения в общее время реализации транспортной корреспонденции. Представленный метод позволяет определять те сайты уличной дорожной сети, где есть возможность сокращения общего времени задержки с точки зрения всех участников трафика выделением отдельных полос для перемещения общественного городского пассажирского транспорта. Описанный метод никоим образом не может быть применен к сайтам уличной дорожной сети с одной полосой в одном направлении. В модели транспортного предложения по каждому определенному сайту уличной дорожной сети города установлено количество маршрутов. Интенсивность общественного транспорта в транспортной модели рассматривают только для маршрутов общедоступного городского пассажирского транспорта, которые включены в сеть маршрута города.

Библиографический список

1. **Якимов, М.Р.** Анализ влияния различных сценариев развития транспортной системы крупного города на возможные варианты нарушения целостности городской структуры // Журнал «Вестник транспорта Поволжья» № 1 (25) 2011 г. с. 18-24.
2. **Lohse, D.** Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 2: Verkehrsplanung, 2. Aufgabe, Berlin, Verlag für Bauwesen GmbH, 1997. – 326 с.
3. **Ortuzar J.D., Willumsen L.G.** Modeling Transport. John Wiley & Sons Ltd, 2001. – 594 с.
4. Рекомендации по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений.. – М.: ЦНИИП Градостроительства Минстроя России, 1994. – 88 с. 5. Якимов М.Р. Транспортные системы крупных городов. – Пермь: Издательство ПГТУ, 2008. – 184 с..

УДК 62-519

ПЕСТЕРНИКОВ А.В., КОРЧАЖКИН М.Г.

ТЕЛЕМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОЖДЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рынок средств мониторинга транспорта в России на сегодняшний день развит недостаточно. Впрочем, в последние годы интерес к системам контроля уверенно растет как у

бизнеса, так и у собственников личных авто. И если десять лет назад рынок такого рода устройств был представлен лишь GPS-трекерами, то сегодня гамма оборудования существенно расширилась в соответствии с потребительскими запросами и новыми техническими возможностями. Один из видов таких систем - телематические системы, это высокотехнологичные устройства, в которых есть все для сбора, хранения и последующего анализа сведений о движении автомобиля и работе всех его механических систем[1,стр.4].

Одной из таких систем мониторинга является АвтоГРАФ, Система представляет собой многофункциональное диспетчерское программное обеспечение, построенное на основе отдельных модулей, которые могут быть объединены в единую систему. Основное преимущество такой системы – это возможность интеграции с другими системами, построение диспетчерской программы любой сложности, ориентированной как на простого пользователя, так и на опытного.

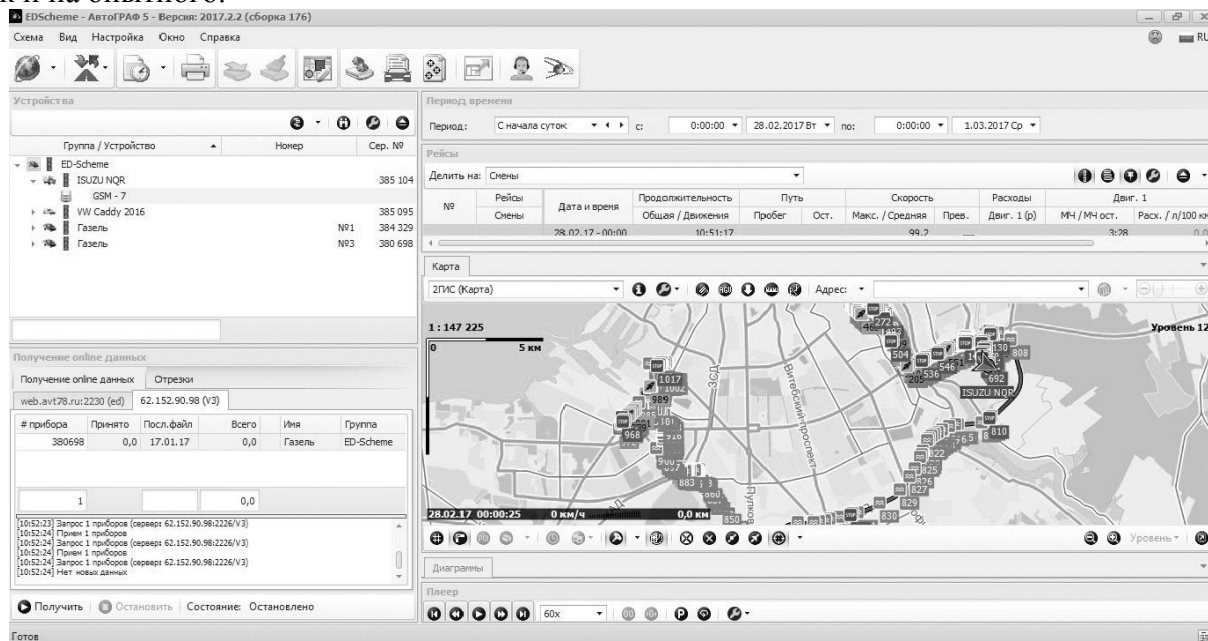


Рис. 1. Программное обеспечение АвтоГРАФ

На сегодняшний день телематические решения являются, пожалуй, наиболее универсальными и эффективными системами контроля транспортных средств, поэтому далее мы будем рассматривать именно их применение.

Сферы применения систем контроля:

- 1) бизнес (страховые компании, лизинговые фирмы, таксомоторные парки и пассажироперевозчики);
- 2) собственники личного автотранспорта.

Качество вождения транспортного средства определяется, за исключением попадания в дорожно-транспортные происшествия, умением плавно тормозить и плавно разгоняться, т.е. умением осуществлять изменение скорости транспортного средства, не мешая езде окружающих транспортных средств при одновременном обеспечении условий максимальной комфортности поездки для пассажиров. Кроме того, в это понятие входит и умение оценивать обстановку на дороге с предугадыванием развития ситуации, что также приводит к осуществлению плавного или резкого торможения транспортного средства[2].

Оценивая качество вождения с помощью телематических систем, мы можем понять как ведет себя водитель и соответственно воздействовать на него, это связано как с повышением уровня безопасности и удобства эксплуатации ТС, так и с экономией на тех или иных расходных компонентах.

Повышение безопасности вождения

Телематическая система способна анализировать стиль управления ТС и мотивировать водителя на совершенствование своих навыков. Такие системы, снижают вероятности попадания в ДТП примерно на 30%.

Контроль расхода топлива на транспорте

Подает сигналы о технических неисправностях в автомобиле, но и позволяет сделать вашу езду куда более экономичной. Так, телематические комплексы, анализируя предпосылки, влияющие на расход топлива, обучены производить подсчет так называемого коэффициента экономичности.

Оптимизация времени в пути

Телематические комплексы, как заверяют их разработчики, способны оптимизировать затрачиваемое на дорогу время. Согласно исследованию, в общей сложности использование телематики позволяет сократить это время почти вдвое.

Снижения риска поломки авто

Очевидно, что частые последовательности: «газ-тормоз-газ» значительно увеличивают износ систем сцепления при резком разгоне и тормозной системы при резком торможении. Отдельным пунктом стоит превышение оборотов двигателя, так как это является таким же фактором износа ресурсов автомобиля, как и неэкономное использование топлива.

Сохранность груза

Агрессивное вождение (в частности, резкие ускорения и торможения) негативно влияет не только на состояние самого автомобиля, но и на все, что в нем находится: водитель, пассажиры, груз. В случае резких ускорений, особенно угловых, сила инерции заставляет груз двигаться не синхронно с автомобилем, из-за чего груз может приехать в точку назначения поврежденным. Аккуратная доставка и является главным критерием качественного вождения.

Библиографический список

1. Системы контроля автомобиля: внедряем в практику технологии умного вождения (<http://www.kp.ru/guide/sistema-kontrolja-avtomobilja.html>)
2. **Музыря, Н. И., Амастьян, А. П., Раков, А. Ф., Минаков, А. Л.** Патент: «Устройство оценки качества вождения автомобиля» // © FindPatent.ru - патентный поиск, 2012-2017.

УДК 621.113

ПЕТРОВ А.А., УВАРОВ А.А., КОРЧАЖКИН М.Г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЕЙ-ФУРГОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Потребность в фургонах для перевозки скоропортящихся грузов является очень актуальной. Изотермические фургоны предназначены для перевозки грузов, требующих защиты от воздействия атмосферной среды и поддержания определенного температурного режима внутри кузова. В связи с этим, важной является проблема оценки изотермических свойств фургонов с целью проведения сертификации транспортных средств и принятия решения о допуске их к перевозкам.

Требования к оценке свойств изотермических фургонов устанавливает «Технический регламент по безопасности колесных транспортных средств (ТР ТС)» [1]. Приложение 6. Пункт 1.23 Требования к транспортным средствам-фургонам для перевозки пищевых продуктов. Так же, нормативным документом является «Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС)» [2].

В Российской Федерации функционирует приблизительно 6 станций для оценки теплоизолирующих свойств изотермических фургонов. Одна из них располагается на территории испытательной лаборатории НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Начала она функционировать с января 2015 года. Станция позволяет проводить испытания транспортных средств длиной до 16 м и высотой до 4,5 м.

Основной задачей станции является измерение коэффициента теплопередачи - важнейшего параметра качества теплоизоляции кузова. Ведь как показывает практика, изотермические фургоны по значениям величины коэффициента теплопередачи нередко оказываются далеко от заявленных изготовителем значений.

Принцип измерения коэффициента теплопередачи

Измерение коэффициента теплопередачи проводится по методу внутреннего обогрева. Проводится в 12 точках внутри фургона и в 12 точках вне фургона одновременно. Длительность процесса измерения не менее 6 ч.

Коэффициент K . Общий коэффициент теплопередачи (коэффициент K), характеризующий изотермические свойства транспортных средств, определяется следующим уравнением:

$$K = \frac{W}{S \cdot \Delta\theta}, \quad (1)$$

где W – тепловой поток, расходуемый внутри кузова, средняя поверхность которого равна S , и необходимый для поддержания при постоянном режиме абсолютной разности $\Delta\theta$ между средней внутренней температурой θ_i и средней наружной температурой θ_e , когда средняя наружная температура θ_e является постоянной.

После чего определяют, к какой категории относится транспортное средство:

IN = Обычное изотермическое транспортное средство, характеризуемое: - коэффициентом K , не превышающим 0,70 Вт/м².К;

IR = Изотермическое транспортное средство с усиленной изоляцией, характеризуемое: - коэффициентом K , не превышающим 0,40 Вт/м².К;
- наличием стенок толщиной не менее 45 мм, если речь идет о транспортных средствах шириной более 2,50 м.

Отличие станции для оценки теплоизолирующих свойств фургонов, используемой в НГТУ, от других станций заключается в потреблении электроэнергии на проведение каждого испытания. При этом потребление электроэнергии на проведение испытаний зависит от конструкции станции и методики проведения замеров.

Поэтому важным является исследование влияния конструкции станции теплоизмерений и методики проведения испытаний на потребление электроэнергии при проведении проверки теплоизолирующих свойств фургонов.

Библиографический список

1. Технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств», Постановление правительства Российской Федерации №877 от 09.12.2011г.
2. «Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС)». 1 сентября 1970 г. Женева с изменениями по состоянию на 6 декабря 2009г.
3. Справочник по СПС

4. Материалы доклада «Комплекс по оценке изотермических свойств фургонов и полезной холодопроизводительности транспортных холодильных систем»

УДК 665.6

РЕГУШ М.А., ЮСУПОВ Р.Р., ПЛУЖНИКОВ А.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-6520
В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В 2016 году был исследован двигатель автомобиля КАМАЗ-6520 при эксплуатации в городских условиях. В результате проведения дефектации были обнаружены следующие неисправности (рис. 1,2,3):

- Проворачивание коренных вкладышей;
- Задиры на коренных шейках коленчатого вала;
- Прогар клапанов ГБЦ;

Анализ неисправностей позволил сделать следующие выводы:

1. использование некачественного масла в летнее время в городских условиях при высоких температурах окружающей среды приводит к тому, что толщина масляной пленки снижается вследствие разжижения масла и в результате этого происходят задиры на коренных шейках коленчатого вала и проворачивание коренных вкладышей. А в зимнее время года при запуске автомобиля года без использования предпускового устройства происходит масляное голодание двигателя, которое влечет за собой задиры на коренных шейках коленчатого вала и проворачивание коренных вкладышей.

2. причинами прогара клапанов ГБЦ являются:

- 1) перегрев двигателя в городском цикле из-за частого стояния автомобиля в пробках;
- 2) не своевременная регулировка теплового зазора клапана;
- 3) износ направляющей втулки клапана;
- 4) износ стержня клапана;
- 5) работа двигателя на некачественном топливе.



Рис.1. Проворнутый вкладыш



Рис.2. Задиры на коренных шейках коленчатого вала



Рис.3. Прогар клапанов ГБЦ

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-6520 В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Был исследован двигатель автомобиля КАМАЗ-6520 при эксплуатации в полевых условиях осенью 2016 года. В результате проведения дефектации были обнаружены следующие неисправности:

- задиры на коренных и шатунных шейках коленчатого вала;
- трещины в блоке цилиндров;
- износ постели блока цилиндров;
- износ цилиндра- поршневой группы.

Анализ неисправностей позволил сделать следующие выводы:

А. При эксплуатации автомобиля в полевых условиях происходит засорение промежутка между масляным и воздушным радиаторами, в результате чего двигатель недостаточно охлаждается. Вследствие этого происходит перегрев двигателя, что является причинами появления трещин на блоке цилиндров, задиrow на коренных и шатунных шейках коленчатого вала, износ постелей блока цилиндров.

Б. Из-за не своевременной замены воздушного фильтра происходит быстрый износ и разрушение поршневых колец и стенок цилиндра, так же не своевременное проведение технического обслуживания автомобиля является причиной возникновения данных дефектов.



Рис. 1 Задиры на коренных и шатунных шейках коленчатого вала.



Рис.2 Трещина в блоке цилиндров.



Рис.3 Износ постели блока цилиндров.



Рис.4 Износ ЦПГ.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-6520 В СМЕШАННЫХ УСЛОВИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Нами был исследован двигатель автомобиля КАМАЗ-6520 при эксплуатации в смешанных условиях. В результате проведения дефектации были обнаружены следующие неисправности:

- износ кулачков распределительного вала;
- выдавливание сальника коленчатого вала;
- задиры коренных и шатунных шеек коленчатого вала;

Анализ неисправностей позволил сделать следующие выводы:

При эксплуатации в смешанных условиях, износ кулачков распределительного вала происходит вследствие различных режимов работы автомобиля. Также, из-за разных переходных процессов и загрузки автомобиля, мы выявили неисправность, как выдавливание сальника коленчатого вала. Стоит заметить, что вне зависимости от условия эксплуатации, на коренных и шатунных шейках коленчатого вала появляются задиры. Данный дефект, в большинстве случаев, происходит в результате перегрева двигателя и использования некачественного масла.



Рис.1 Износ кулачков распределительного вала. Рис.2 Сальник коленчатого вала.



Рис.3 Задиры коренных и шатунных шеек коленчатого вала.

УДК.665.6

РЕГУШ М.А., ЮСУПОВ Р.Р., ПЛУЖНИКОВ А.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

СРАВНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-6520 В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В ходе исследований двигателя автомобиля КАМАЗ-6520, нами были установлены дефекты и неисправности, которые проявляются в различных условиях эксплуатации. В результате чего, были сделаны следующие выводы:

1. Перегрев двигателя является одной из самых распространенных причин появления дефектов, таких как: задиры на коренных и шатунных шейках коленчатого вала, трещины на блоке цилиндров, износ постелей блока цилиндров. Данные неисправности чаще всего проявляются при эксплуатации автомобиля в полевых и городских условиях;

2. Прогар клапанов ГБЦ и проворачивание коренных вкладышей являются характерными неисправностями при эксплуатации автомобиля в городских условиях, вследствие перегрева двигателя из-за стояния в пробках и использования некачественного топлива. Данный дефект не происходит при эксплуатации в полевых и смешанных условиях;

3. На автомобилях, эксплуатирующихся только в полевых условиях, часто встречаются такие неисправности, как: трещины в блоке цилиндров, износ постелей блока цилиндров и износ цилиндро-поршневой группы. Связано это с засорением промежутка между масляным и воздушным радиаторами, вследствие чего двигатель недостаточно охлаждается. Эти неисправности присущи автомобилям, эксплуатирующимся в городских и смешанных условиях;

4. В смешанных условиях эксплуатации частыми неисправностями являются: износ кулачков распределительного вала и выдавливание сальника коленчатого вала. Выявленные дефекты наступают в связи с разными переходными процессами и различной нагрузкой автомобиля;

5. Задиры на коренных и шатунных шейках коленчатого вала, тот дефект, который характерен для данного автомобиля независимо от условий его эксплуатации. Предостеречь автомобиль от этой неисправности можно в результате использования качественного масла и своевременного прохождения технического обслуживания.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что автомобиль КАМАЗ-6520, в большей степени, подходит для эксплуатации в смешанных условиях.

УДК 621.113

РОГУЛЕВ А.И., ДУНАЕВ И.И., РЯБОВ М.И., БЕРДНИКОВ Л.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО МЕЖРЕМОНТНОГО ИНТЕРВАЛА ДЛЯ БРОНИРОВАННОГО АВТОМОБИЛЯ ОХРАНЫ IVESCO DAILY

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нормирование играет важнейшую роль в ТЭА. Любой транспортный процесс, любое обслуживание и ремонт автомобиля производятся по соответствующим нормативам. Различают следующие основные нормативы ТЭА: периодичность ТО АТС; трудоемкость ТО и ремонта АТС; их агрегатов, систем, механизмов и прочих конструктивных элементов (КЭ); ресурсы АТС и их КЭ; нормы расхода запасных частей и материалов. Существует достаточно большое количество различных методов определения и корректирования нормативов ТЭА.

Периодичность ТО — это наработка (в километрах пробега или часах работы) между двумя последовательно производимыми однородными видами ТО.

При составлении производственной программы необходимо установить периодичность технического обслуживания (ТО) и ремонта парка автомобилей. Многообразие и различные значения факторов, определяющее техническое состояние автомобилей, затрудняет точное определение периодичности ТО и ремонта.

Существуют несколько методов корректирования межремонтного интервала автомобилей.

Метод определения периодичности по допустимому уровню безотказности предполагает, что вероятность отказа не превышает заранее заданной величины.

Определить периодичность ТО можно по *интенсивности изменения параметра технического состояния конкретного j -го изделия*. Период обслуживания при этом не должен превышать времени достижения предельно допустимого значения заданного параметра.

Технико-экономический метод сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт, и их минимизация. Увеличение периодичности ТО приводит к уменьшению ресурса изделия и, следовательно, к росту удельных затрат на ремонт.

Экономико-вероятностный метод объединяет последние три метода и позволяет рассчитывать рациональную периодичность ТО изделия исходя из заданного сокращения потока отказов между двумя последовательными ТО при заданном уровне безотказности.

Метод группировки по стержневым операциям ТО основан на том, что выполнение операций ТО приурочивается к оптимальной периодичности стержневых операций, которые обладают следующими признаками: влияют на экологическую и дорожную безопасность автомобиля; влияют на работоспособность, безотказность, экономичность автомобиля; характеризуются большой трудоемкостью, требуют специального оборудования и конструкции постов; регулярно повторяются.

При определении оптимальной периодичности ТО учитывают наработку (пробег) частей и узлов деталей автомобиля, группировку по стержневым операциям или технико-экономический метод. Каждый узел, механизм, соединение имеют свою оптимальную периодичность. Тогда периодичность обслуживания автомобиля уменьшается вплоть до ежедневного, что значительно увеличивает затраты на ТО и ремонт.

При бронировании вес автомобиля значительно увеличивается, что заставляет конструкторов дополнительно усиливать элементы подвески (устанавливаются более мощные пружины и амортизаторы) и тормозную систему (специальные тормозные диски и усиленные тормозные колодки) либо корректировать интервал между техническими обслуживаниями. При определении межремонтного интервала для бронированных автомобилей охраны Iveco Daily 799210 будут рассмотрены все пять методов определения оптимальной периодичности ТО и Р. Так как основные данные спецавтомобиля соответствуют базовому автомобилю Iveco Daily, будет проведен анализ базового автомобиля с учетом увеличившегося веса и нагрузки на конструктивные элементы и скорректирована периодичность обслуживания так, чтобы сроки ТО и межремонтные сроки автомобиля, кузов которого не является серийным для данного шасси, соответствовали периодичности ТО и межремонтным срокам обслуживания шасси.

КОРРЕКТИРОВКА МЕЖРЕМОНТНОГО ИНТЕРВАЛА АВТОМОБИЛЯ IVECOTRAKKER ПРИ ВНЕСЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДОРАБОТОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Компания «Элерон» является самой большой в Нижегородской области по производству бронированных, передвижных транспортных средств. Изменения, вносимые специалистами компании в автомобиль, колоссальны: замена кузова на самодельную бронекapsулу, бронирование кабины водителя, замена стекол на пуленепробиваемую PVB пленку, установка спутниковой системы слежения ГЛОНАСС и др. В связи с утяжелением конструкции автомобиля возникает проблема как в подвеске, а также в рулевой и тормозной системах, увеличивается запас прочности, заложенный заводом-изготовителем. По этим причинам возникает необходимость корректировки межремонтного интервала автомобиля IvecoTrakker.

Корректировка межремонтного интервала автомобиля IvecoTrakker будет производиться по наиболее оптимальному из пяти методов:

- технико-экономический метод определения оптимальной периодичности. Суть технико-экономического метода сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт конструкционного элемента автомобиля с последующей их оптимизацией. Определенному минимуму и будет соответствовать оптимальная периодичность конкретной рассматриваемой единичной операции $ТО-l_0$;
- метод определения оптимальной периодичности ТО по допустимому уровню безотказности. Метод определения оптимальной периодичности ТО по допустимому уровню безотказности основан на выборе такой оптимальной периодичности $ТОl_0$, при которой вероятность отказа однородного обслуживаемого конструкционного элемента из анализируемой выборки автомобилей не будет превышать установленной нормативной величины, называемой риском;
- метод определения оптимальной периодичности ТО по допустимому значению и закономерности изменения технического состояния. Указанный метод применяется для определения оптимальной периодичности ТО конструкционного элемента автомобиля с явно фиксируемым изменением параметров технического состояния;
- экономико-вероятностный метод определения оптимальной периодичности ТО. Экономико-вероятностный метод учитывает и вероятностные, и экономические факторы эксплуатации автотранспортного средства, обобщает предыдущие методы определения оптимальной периодичности ТО конструкционного элемента автомобилей. При его использовании сравниваются различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта;
- метод статистических испытаний при определении оптимальной периодичности ТО. Метод статистических испытаний основан на моделировании реальных процессов ТО, которые имеют вариацию, т.е. случайны. Определение оптимальной периодичности ТО l_0 данным методом существенно сокращают объем и стоимость экспериментов, а также продолжительность вычислительного процесса, так как моделирование при этом производится на ЭВМ. Исходным материалом для моделирования служат как фактические данные, полученные при наблюдении, так и законы распределения случайных величин.

В ходе анализа статистики о неисправностях в подвеске автомобиля IvecoTrakker выделены его рессоры со стабилизатором поперечной устойчивости. В тормозной системе выделены тормозные колодки. В рулевой системе: шарниры, боковые рулевые тяги, продольная рулевая тяга.

1. Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление : учебное пособие / Н.А. Кузьмин. – М. : ФОРУМ, 2014-224 с. – (Высшее образование).

УДК 656.132

СЕРГЕЕЧЕВА А.Н., ЛИСИНА А.Е., ТИХОНОВА Т.С.

ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОБКИ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Транспортные пробки являются актуальной проблемой каждого крупного города, в том числе она не обошла стороной и Нижний Новгород.

Проблема транспортных пробок оставляет огромный след в сферах жизни граждан, поскольку она вынуждает водителей тратить время на проезд до нужного пункта назначения, существенно влияет на настроение человека, на его нервную систему и эти следствия можно перечислять бесконечно. Но пробки «обижают» не только лишь водителей, но также и пассажиров общественного транспорта. Люди могут ждать часами, ожидая свой автобус, или же ехать в душном транспорте большое количество времени, так, возможно, и не добравшись в нужное время к нужному месту.

Наличие огромного количества автомобилей в Нижнем Новгороде существенно сказывается и на его экологии. С каждым годом машин становится все больше и больше, так, например, в Нижнем Новгороде на 2016 год количество легковых автомобилей стало около 400 тыс.

На возникновение транспортных пробок в Нижнем Новгороде влияют:

1. большое количество личных автомобилей у нижегородцев,
2. строительные работы, проводящиеся непосредственно на дороге,
3. плохое дорожное покрытие,
4. нерациональная работа светофоров,
5. аварии/ДТП,
6. погодные условия.

Весь этот ряд причин вместе образуют огромный коллапс, который происходит на дорогах не только в Нижнем Новгороде, но и по всей стране.

Для решения этой проблемы нужно строить дублеры-мосты, например, в 2016 году в Нижнем Новгороде построили дублер Борского моста для увеличения пропускной способности автомобилей, или же в 2012 году построили Метромост, и также план развития Нижегородского метрополитена предусматривает строительство второго метромоста в районе д. Новинки.

Также выходом из этого послужит наличие различных транспортных развязок или туннелей, подземных пешеходных переходов, «умных» светофоров. Можно запретить автомобилистам въезжать в исторический центр города, но компенсируя отсутствие возможности ездить на своем личном автомобиле в данном районе, можно воспользоваться помощью такси, как например, в Лондоне. Нужно развивать другой вид транспорта, который будет служить альтернативой автомобиля, например, велосипед.

Уровень загазованности в период транспортных пробок очень высок. В среднем транспорт выбрасывает в сутки 3,5 - 4 кг угарного газа, значительное количество оксидов азота, серы, сажи. Не зря сейчас известные производители автомобилей выпускают и создают новые модели, которые более экологичны – электрокары.

Проанализировать решение транспортных пробок, прийти к нужным путям решения можно на кафедре «Автомобильный транспорт» с помощью таких программ, как PTV Vision и Any Logic.

УДК 621.113

СИРОТКИН Е.В., КОРЧАЖКИН М.Г.

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ГАЗЕЛЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Базовым объектом исследований являются автомобили семейства газель с двигателями «Cummins ISF 2.8» и «УМЗ-4216». Автомобили подконтрольной партии эксплуатировались в Н.Новгороде (3-я категория условий эксплуатации), в умеренной климатической зоне, на дорогах равнинного рельефа с асфальтным покрытием хорошего состояния. Для разработки адекватных статистических моделей объектов (в данном случае двигателей «Cummins» и «УМЗ») необходима первичная информация по результатам их испытаний или специально организованной подконтрольной эксплуатации. При этом завод-изготовитель либо организывает испытания выпускаемой продукции самостоятельно, либо передает изделия на подконтрольную эксплуатацию в одно из опорных предприятий. Информация по надежности изделий, полученная таким образом, является наиболее полной, объективной и пригодна для построения любых статистических моделей. Все процессы, происходящие в сопряжениях механизмов, в машинах (автомобиле), носят случайный характер. Это связано с тем, что внешние условия, в которых работают машины (температура, динамические нагрузки и т.д.), изменяются случайным образом, случайным образом повторяются помехи на пути движения. Кроме того, прочностные характеристики самого материала, из которого изготовлены детали машины (предел прочности, текучести, твердости и т.д.), не являются постоянными величинами, а изменяются случайным образом.

Таким образом, при исследовании любого процесса на автомобиле мы имеем дело со случайными величинами, процессами. Информация об отказах автомобилей собиралась на протяжении одного года, в летний, зимний, осенний и весенний периоды (рис. 1).

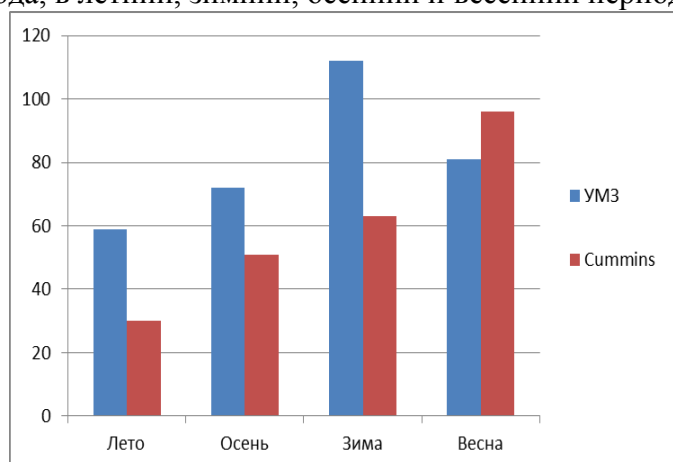


Рис. 1. Диаграмма распределения количества отказов по сезонам года

Одной из основных задач проводимого исследования является анализ показателей эксплуатационной надежности двигателей автомобилей ГАЗель и выявление наиболее надежного агрегата, влияющего на эксплуатационные показатели автомобиля в целом. Также

по результатам анализа будут определены значения оптимальных периодичностей и состав операций по обслуживанию двигателей, устанавливаемых на автомобили семейства ГАЗель.

УДК 621.431.73

СИРОТКИН Е.В., КОРЧАЖКИН М.Г., ЗЕЛЕНЦОВ В.В.

ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМ СМАЗКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗМЗ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной статье изложены результаты исследований совершенствования систем смазок двигателей ЗМЗ, выполненных в НГТУ по хоздоговору 2581 с Заволжским моторным заводом (г. Заволжье).

Предварительные работы были выполнены на специально сконструированных испытательных масляных стендах при очистке отработавшего масла с электроприводом стандартных маслонасосов от асинхронного двигателя 4,5 кВт. Имеется подогрев масла до 180 °С от «жидкостной масляной рубашки».

Был предложен усовершенствованный способ изменения конструкции систем смазки, эффективно опробованный и давший положительные результаты для двигателей ЗМЗ. Вместо многократного изменения конструкций базовой детали, например, блока цилиндров, создавалась подвижная модель маслосистемы двигателя на подвижной раме в виде испытательного стенда, составленного из стандартных элементов: трубопроводов, насосов фильтров, выпускаемых заводами в качестве стандартных агрегатов. В случае положительных результатов испытаний конструктивно улучшенных устройств или агрегатов в системе смазки ДВС, на заводе-заказчике по усовершенствованиям отработанным на макетах и моделях, заказывались измененные, усовершенствованные базовые детали, которыми заменялись детали традиционной конструкции (двигателей ЗМЗ-402.10; 4063.10; 511.10 и др.). Температуры и давления масла в системах рассчитывались по выражениям, полученным из уравнения движения Ньютона.

Некоторые результаты выполненных исследований, рекомендованные по итогам оптимизации целевых функций изученных процессов и осуществленные при модернизации систем смазок, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величины температур (°С) и давлений (МПа) в основных элементах систем смазок двигателей (*t* охл. жидк. 80 °С)

Марка двигателя; рабочий процесс: число и расположение цилиндров	Главная масляная магистраль P_{\min}/P_{\max}		Главная масляная магистраль T_{\min}/T_{\max}		Редукционный клапан главной масляной магистрали P_{\max}	
	до модернизации	после модернизации	до модернизации	после модернизации	до модернизации	после модернизации
ЗМЗ-4026.10 карбюраторный Р-4, 2,2445 л	$\frac{0,280}{0,380}$	$\frac{0,175}{0,450}$	$\frac{75}{110}$	$\frac{80}{105}$	0,385	0,455
ЗМЗ-4063.10 впрыск Р-4, 2,28 л	$\frac{0,200}{0,420}$	$\frac{0,175}{0,450}$	$\frac{90}{115}$	$\frac{82}{106}$	0,325	0,460
ЗМЗ-511.10 карбюраторный V-8, 4,25 л	$\frac{0,230}{0,360}$	$\frac{0,180}{0,435}$	$\frac{85}{112}$	$\frac{72}{105}$	0,344	0,445

На основании рекомендаций по выполненным исследованиям в конструкции маслосистем внесены следующие изменения: осуществлена оптимизация давлений и температур в главных масляных магистралях, рекомендовано применение одноконтурных полнопоточных систем фильтрации масла, исключение из маслосистем фильтров центробежной очистки (для предотвращения разрушения присадок к маслам), снижение температур в масляных каналах на 12...20 °С для уменьшения осадкообразования, снижения вспенивания (аэрации) масла от 12 до 1,5%. Все указанные мероприятия позволили уменьшить смолообразование в поддонах картеров и клапанных коробках двигателей на 25...30% и лакообразование в зонах поршневых колец в 1,5...2 раза. Были существенно улучшены температурные условия работы гильз разбрызгиванием масла из зазоров шатунных подшипников на зеркало цилиндров при повышении давления в главной масляной магистрали на 0,06...0,04 МПа регулировкой редукционного канала.

При этом заправочная емкость маслосистемы ЗМЗ-511.10 уменьшена на 1,2 л (рис. 1,2), а срок замены масла был существенно увеличен.

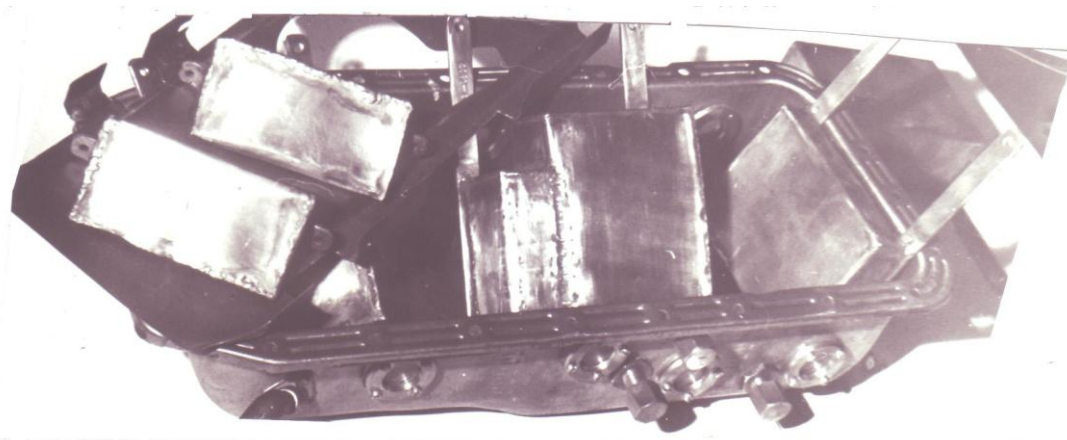


Рис.1. Экспериментальный поддон картера с вытеснителями для изменения заправочной емкости маслосистемы двигателя ЗМЗ-511.10

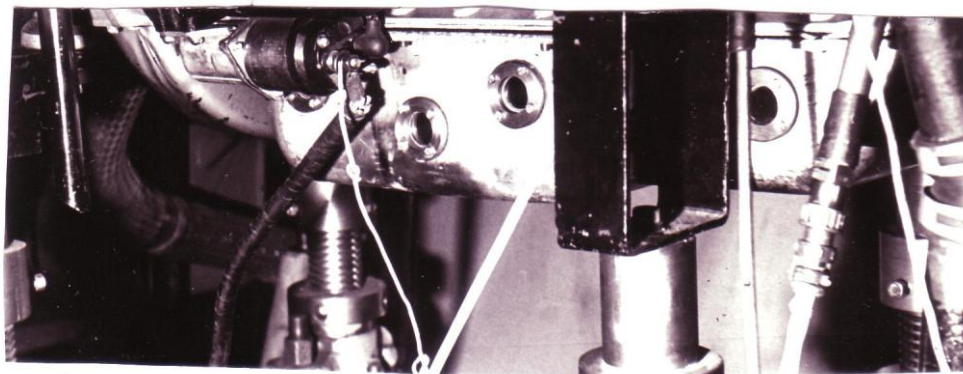


Рис.2. Двигатель ЗМЗ-511.10 на испытательном стенде с установленным экспериментальным поддоном картера для определения оптимальной величины заправочной емкости маслосистемы и сроков замены смазки

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА АВАРИЙНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе предлагается уточнение формулы коэффициента аварийности:

$$I = \frac{10^6 \cdot z}{365 \cdot L \cdot N} \left[\frac{\text{ДТП}}{\text{1 млн.автомобиле-километров}} \right],$$

где z – количество происшествий в год, N – среднегодовая суточная интенсивность движения в обоих направлениях, L – длина участка дороги.

Рассмотрим два основных уточнения:

- 1) учет в формуле скорости движения (V), так как за счет образования заторов водитель проводит больше времени в дороге;
- 2) при расчете коэффициента учитывается модель в PTV Visum, в которой вычислены величины транспортных потоков.

Будем далее полагать, что по формуле $k_i = \frac{n_i \cdot l_i}{P_i \cdot V_i}$, где n_i - количество ДТП за опреде-

ленный период на рассматриваемом участке; l_i - длина рассматриваемого участка; P_i - среднегодовая суточная интенсивность движения на рассматриваемом участке; V_i - средняя скорость движения на рассматриваемом участке, определяется вероятность попадания в аварию при проезде данного участка. Так как мы говорим о вероятности, то коэффициент аварийности при проезде пути состоящего из нескольких участков должен осуществляться в соответствии с формулами теории вероятности.

Приведем один из типовых расчетов – возьмем для примера участок дороги проходящей по улице Сергея Акимова, протяженностью 2 км, средняя скорость движения на данном участке по данным портала «ЯндексПробки» составляет 30 км/ч, среднегодовая суточная интенсивность, полученная путем создания реальной модели транспортной сети г. Нижнего Новгорода в программе PTV Visum составляет 30000 авт/сутки, статистика происшествий за год по данным ГИБДД составляет 4,7. Вероятность попадания в аварию при проезде данного участка составляет $\approx 1 \cdot 10^{-5}$. Для оценки точности формулы рассчитаем вероятность попадания в аварию в течение года среднестатистическим водителем. Пусть стандартный маршрут дом – работа состоит из 10 одинаковых участков, рассчитанных ранее, следовательно, путь туда и обратно будет состоять из 20 участков. Для расчета используем формулу «Бернулли», полагая вероятность попадания на каждом из участков в аварию независимыми испытаниями. Для дороги, состоящей из 20 одинаковых участков, вероятность не попадания в аварию будет равна $k^{20} = (1 - 10^{-5})^{20} = 0,9998$, а годовая вероятность безаварийного проезда данных участков составит $k_{год} = k^{365} \approx 0,93$.

Рассматриваемая методика расчета коэффициента аварийности оказалась схожей с реальной ситуацией, что подтверждает ее эффективность использования.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сейчас существует очень много компаний, которые, помимо брокерских услуг, еще и предоставляют услуги грузоперевозок.

Грузоперевозки – это одно из важнейших звеньев инфраструктуры любого государства в мире, потому что именно с их помощью производятся практически все торговые сделки на любом уровне, включая международные сделки.

Успех в бизнесе для большинства мелких фирм, а также крупных корпораций, напрямую зависит от качества услуг при прохождении таможенного оформления. Даже физические лица, увидев, где-либо на просторах Интернета интересную вещицу, кликают и покупают ее. И тут вступают в силу услуги таможенного брокера. Мы не задумываемся при покупке, а как товар будет доставлен?

В эпоху информатизации общества появилось большое количество разных компаний, которые предоставляют не только транспортные перевозки грузов, но и дополнительные услуги, к примеру, одной из самых важных, являются экспедирование и логистика.

Международные перевозки грузов для компаний - это частые проблемы с транспортировкой, страховкой груза, подписанием сопроводительных документов и доверенностей. Все эти операции командно выполняют разные люди. Зачастую экспедирование грузов осуществляет компания-исполнитель, тогда организацию доставки выполняет брокер, позволяя заказчику избежать бумажной волокиты и при этом быть уверенным в том, что груз гарантированно дойдет до места назначения.

Работая с экспедиторами, клиент имеет возможность выбрать оптимизированный маршрут, по которому будет проходить груз. Это, несомненно, сведет к минимуму потери времени и денег. Доверяя груз компании-исполнителю, заказчик получает гарантию сохранности своего груза.

Транспортное сопровождение экспедитором гарантирует исключение возможной потери груза, и минимизирует срок задержек по поставкам.

Если груз экспедируется, то всю ответственность за своевременную и качественную доставку груза берет на себя компания, которая оказывает услугу. Клиент всего лишь оформляет доверенность на определенного человека (экспедитора), который по контракту обязан заниматься всеми делами и проблемами, связанными с доставкой груза в пункт назначения. Экспедитор сопровождает груз весь маршрут, начиная от начала его погрузки, заканчивая его разгрузкой в назначенном месте. На всем протяжении пути следования груза экспедитор решает все проблемы, обеспечивая скорость доставки и безопасность вверенного ему имущества.

Заказчику остается предоставить груз на месте погрузки и принять его в пункте назначения. Экспедиторская компания оптимизирует маршрут, который поможет максимально сократить все затраты и оформляет все необходимые сопроводительные документы.

КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

За время развития логистики в промышленно развитых странах сформировалась система показателей, в общем плане оценивающих ее эффективность и результативность, к которым обычно относятся:

- 1) общие логистические издержки;
- 2) качество логистического сервиса;
- 3) продолжительность логистических циклов;
- 4) производительность;
- 5) возврат на инвестиции в логистическую инфраструктуру.

Эти показатели можно назвать ключевыми или комплексными показателями эффективности логистической системы. Они лежат в основе отчетных форм компаний и систем показателей логистических планов разных уровней. Рассмотрим краткую характеристику комплексных показателей.

Общими логистическими издержками называются суммарные затраты, связанные с комплексом функционального логистического менеджмента и администрируемые логической системой. Это затраты на выполнение логистических операций и функций, затраты на логистическое администрирование, ущербы от логистических рисков, затраты от иммобилизации средств запасов).

Анализ структуры логистических издержек в различных отраслях промышленности экономически развитых стран показывает, что наибольшую долю в них занимают затраты на управление запасами (20-40%); транспортные расходы (15-35%); расходы на административно-управленческие функции (9-14%).

Под логистическим сервисом подразумевают комплекс услуг, которые оказываются производителем или экспедиторской фирмой, занимающейся логистическим сервисом, в процессе доставки материальных ресурсов потребителю.

Под критериями качества логистического сервиса понимается способность поставщика соблюдать сроки поставки, скорость реакции на заказ, качество обработки заказа, точность, срок поставок и их обязательность.

Одним из важнейших показателем является время логистического цикла, который определяется как время от момента размещения клиентом заказа на покупку до момента получения заказа клиентом. Концепция логистического цикла применима как в области производства, так и в области оказания услуг.

Производительность является комплексным показателем, который определяется объемами выполненной логистической работы, технологическим оборудованием и персоналом, задействованным в логистической системе в единицу времени.

В качестве показателей эффективности использования транспортных средств могут служить такие показатели, как коэффициент использования грузоподъемности, объем перевозок подвижного состава в час и т.д.

Комплексный показатель - возврат на инвестиции в логистическую инфраструктуру - характеризует эффективность капиталовложений в подразделения инфраструктуры ЛС, к которым в настоящее время относят: складское хозяйство, транспортные и ремонтные подразделения, транспортные коммуникации.

УЛЬТРА-ЛЕГКИЙ КОРПУС И РАМА ДЛЯ БОЛИДА SHELL ECO-MARATHON

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Главной целью соревнований Shell Eco-marathon является экономичность. Основными требованиями к болиду являются низкое потребление энергии (электрической), малая масса, надежные материалы, экономичный стиль вождения, низкий коэффициент лобового сопротивления. Главной проблемой является снижение массы и уменьшение силы лобового сопротивления.

Снижение массы достигается в первую очередь за счет замены металлических частей рамы и рулевого управления на альтернативные, например, композитные материалы. Чтобы это не повлияло на прочность и работоспособность конструкции узлов необходимо провести тщательный анализ композиционных материалов и поиск способов его производства (например, композиты с металлической матрицей).

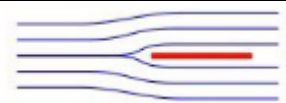
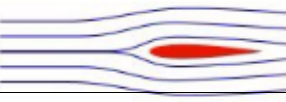
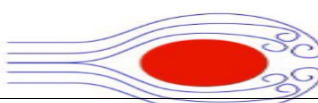
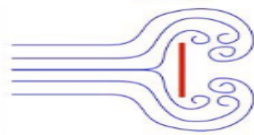
Для уменьшения силы лобового сопротивления необходимо совершенствование корпуса болида. Это достигается путем модернизации размеров, изменения плавности линий корпуса, уменьшения площади лобового сопротивления, что требует проведения экспериментов в продувочной камере для определения недостатков корпуса в целом. Кроме того, все преобразования должны быть в пределах регламента соревнований [1]. Все данные условия были учтены в 3D моделях (рисунок 1).

На расход топлива, особенно на высоких скоростях движения, значительное влияние оказывает сопротивление воздуха (аэродинамическое сопротивление), сила аэродинамического сопротивления пропорциональна квадрату скорости и рассчитывается по формуле:

$$P = c_x \cdot S \cdot v^2 \cdot \rho / 2,$$

где S – площадь фронтальной проекции автомобиля, m^2 ; v – скорость движения автомобиля относительно воздуха, m/c ; ρ – плотность воздуха, kg/m^3 ; c_x – коэффициент аэродинамического сопротивления.

Таблица 1
Сопротивление формы в зависимости от формы препятствия

Поток и форма препятствия	Сопротивление формы
	0%
	10%
	90%
	100%

Проведя анализ команд-участниц Shell Eco-Marathon, был сделан вывод, что наиболее удачным является корпус каплевидной формы, так как сила сопротивления воздуха в этом случае минимальна.

В настоящее время создается 3D модель корпуса для проведения моделирования в программных пакетах.

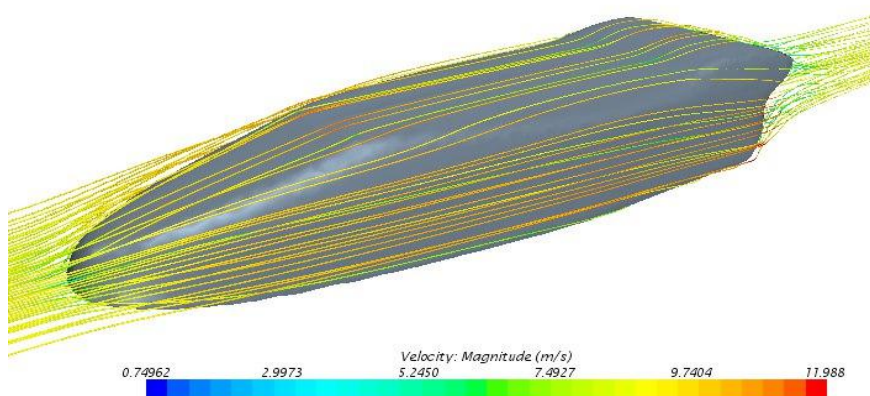


Рис. 1 Предварительная модель корпуса в программе Star CCM

Библиографический список

1. Norman Koch. Shell Eco-Marathon 2016 Official rules chapter 1. 2016. - 51стр
2. Гухо В.Г. Аэродинамика автомобиля. / Под ред. В.Г. Гухо; Пер. с нем. Н. А. Юниковой. Под ред. С. П. Загородникова. - М.: Машиностроение, 1987. - 424 с.
3. Мацкерле Ю. Современный экономичный автомобиль. / Пер. с чешск. В. Б. Иванова. Под ред. А. Р. Бенедиктова. - М.: Машиностроение, 1987. - 320 с.

УДК 629.113

СТАХИН Д.Р., ГОНЧАРОВ К.О.

COST REPORT - ОТЧЕТ О ЗАТРАТАХ КАК ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БОЛИДА

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Cost report - один из видов отчета о затратах, является важной составляющей при проектировании и производстве гоночного болида. Отчет о затратах включает в себя все виды расходов на производство болида, такие как - материал, изготовление, части ушедшие в утилизацию, купленные готовые детали, процесс сборки и проверка.

Правильное составление документа непосредственно влияет на конечный результат команды, так как отчет о затратах оценивается в статических тестах. Оценка составления Отчета о затратах зависит от полноты составления: наличия всех узлов, систем, крепежа, процессов, чертежей. Структура отчета состоит из разделов, соответствующих основным системам автомобиля, например, тормозная система, рулевое управление. Каждая система в свою очередь состоит из подсистем, которые подробно описываются (материалы, процессы, крепежные элементы, использование оснастки и особых технологий). Все данные заносятся в таблицу Microsoft Office Excel. В отчете приводятся чертежи каждого созданного или купленного изделия. Все затраты сводятся в единую таблицу (рис.1), а их стоимость приводится к американскому доллару.

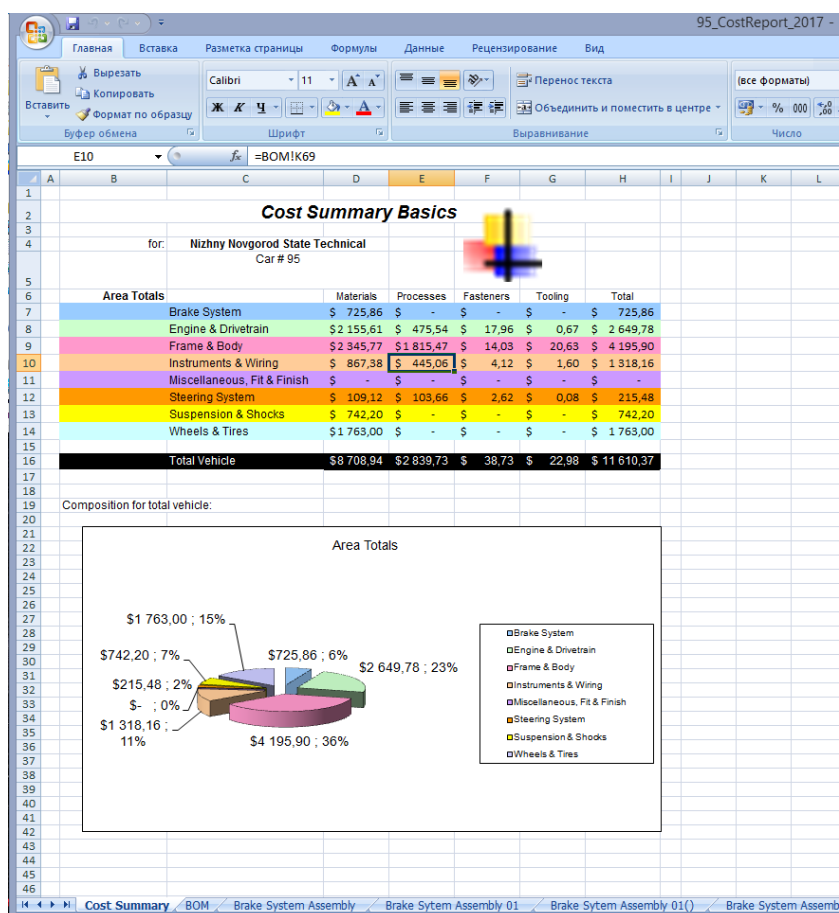


Рис. 1. Сводная таблица Cost report

УДК 656

ТИХОНОВА Н.И., КУЗНЕЦОВА Т.Е.

ВЛИЯНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВНЕШНИХ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ежегодно в различных ДТП России гибнут тысячи наших граждан, среди которых огромное количество детей. Ежедневно в России происходит около 17000 ДТП. Цель работы было изучить и выявить процент ДТП, которые произошли из-за проблем в работоспособности во внешних световых приборах.

В ходе исследования были обработаны 3 тыс. дорожно-транспортных происшествий. Из 3 тыс. 5 ДТП произошли из-за проблем в работе внешних световых приборов:

- 2 ДТП - левый задний поворотник,
- 2 ДТП - фары ближнего света,
- 1 ДТП – ксенон.

Также была обработана база пункта инструментального контроля. Из 80 автомобилей, обратившихся в пункт, каждый второй автомобиль прибыл со следующими неисправностями во внешних световых приборах:

- 24% -регулировка ближнего света,
- 20%-ксенон,
- 35%-фара ближнего света,
- 25%-противотуманные фары,

5%-левый стоп сигнал,
10% -задние габаритные огни,
12%-передние габаритные огни.

Проведя исследование на участке дороги по подсчету количества автомобилей, которые ездят с неисправными световыми приборами, было выявлено, что 8 % автомобилей - ехали с явно выраженными неисправностями.

Исходя из проведенных исследований и обработанных данных, около 2% ДТП происходят из-за проблем в работоспособности во внешних световых приборах.

УДК 656.132

ТИХОНОВА Т.С., ЛИСИНА А.Е., СЕРГЕЕЧЕВА А.Н.

«УМНЫЕ» СВЕТОФОРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный мир, в котором мы живем, не может обходиться без постоянных обновлений и инноваций. Именно поэтому, XXI век называют – «Век инноваций». Одним из нововведений являются «умные светофоры», которые уже успешно работают в Москве, Воронеже и т.д. Так же, в связи с проведением ЧМ по футболу в 2018 году, в Нижнем Новгороде принято решение об установке таких светофоров.

Как они работают? На загруженных участках дорожной сети будут установлены светофорные зоны, на которых применяется адаптивная система управления потоком дорожного движения. Динамика движения, полученная компьютером, который получает данные каждые 3 с от сигнала камеры, обрабатывается мастер-контроллером. Он установлен в конкретном месте зоны движения. Все данные обрабатываются и устройство «продумывает» дальнейшее развитие ситуации, в результате принимается решение о переключении сигнала светофора, задержке зеленого сигнала и т.д.

Практика показывает, что работа «умных светофоров» положительно сказывается на тех участках дорожного движения, на которых активно используется. По данной статистике, этот эффективный способ регулирования увеличил пропускную способность на 30%. Так же, к плюсам данной системы можно отнести и относительную дешевизну и простоту установки, что подтверждает факт рациональности и удобства. Особой популярностью данные новшества на дорогах Нижнего Новгорода будут пользоваться на многих участках города, таких как пл. Горького, ул. Родионова, Сормовское шоссе (участок от ст.м. Буревестник до пер. Союзный), проспект Ленина, проспект Гагарина и на многих других.

Вывод: интеллектуальная система распределения транспорта уменьшит продолжительность нахождения в пробках жителей города, сократит количество вредных выбросов в окружающую среду, а также станет крепким фундаментом для развития интеллектуальных транспортных систем в городе, задав верное направление в развитии и совершенствовании транспортной инфраструктуры.

Полностью проанализировать предложенное решение проблемы и наглядно увидеть, как работа умных светофоров скажется на привычном регулировании дорожного движения, можно на кафедре «Автомобильный транспорт» Института Транспортных Систем, используя программу Any Logic и PTV Vision.

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОСМОТРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С целью упрощения процедуры технического осмотра транспортных средств, а также снижения временных затрат на выполнение проверки в 2012 г. в стране был введен в действие пакет нормативных правовых документов, регламентирующих действия организаций, осуществляющих контроль за техническим состоянием автотранспорта. При этом в нем не указаны собственно правила и методы проверки транспортных средств. Начиная с этого времени, проверка автомобилей выполняется операторами технического осмотра интуитивно или согласно инструкциям по эксплуатации приборов и стендов.[1]

С 2013 г. в странах Евразийского союза начали внедряться требования технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011). Одной из задач, поставленной на ближайший период, является разработка методов исследований (испытаний) и измерений, необходимых для применения и исполнения требований технического регламента ТР ТС 018/2011 и осуществления оценки (подтверждения) соответствия продукции.

Большинство позиций по методам проверки транспортных средств, находящихся в эксплуатации, предполагается заимствовать из действующего ГОСТ Р 51709-2001 и других стандартов, на которые в нем даны ссылки.

Далее приведена блок-схема, в которой представлен перечень нормативно-правовых актов Российской Федерации, устанавливающих порядок, правила и требования к осуществлению технического осмотра, в целях допуска транспортных средств к участию в дорожном движении на территории Российской Федерации, а также за ее пределами.



Вывод: Особенности диагностирования технического состояния транспортных средств, при техническом осмотре является строго регламентированный перечень требований безо-

пасности и средств технического диагностирования, обусловленный временными и экономическими ограничениями.

Библиографический список

1. **Тихомирова, О.Б., Тихомиров, А.Н.** «Особенности проверки тормозных свойств автомобиля в эксплуатации по международным требованиям», Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. № 4 (106). – 383 с.
2. Федеральный закон "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 01.07.2011 N 170-ФЗ.
3. Постановление Правительства РФ от 05.12.2011 N 1008 "О проведении технического осмотра транспортных средств".
4. Приказ Министерства транспорта РФ от 21 августа 2013 г. N 274 "Об утверждении правил заполнения диагностической карты".
5. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств" (ТР ТС 018/2011).
6. Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 6 декабря 2011 г. № 1677 "Об утверждении основных технических характеристик средств технического диагностирования и их перечня".
7. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки.

УДК 621.113

УВАРОВ А.А., ПЕТРОВ А.А.

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ИХ КОНСТРУКЦИЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поперечная устойчивость транспортных средств является одним из важнейших показателей безопасности, оценке этого свойства придается большое значение.

Согласно ГОСТ 31507-2012 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний», показателями поперечной статической устойчивости против опрокидывания АТС являются:

- угол статической устойчивости $\alpha_{c,y}$ – угол наклона опорной поверхности опрокидывающей платформы относительно горизонтальной плоскости, при котором произошел отрыв всех колес одной стороны одиночного АТС или всех колес одной стороны одного из звеньев седельного автопоезда от опорной поверхности;
- угол крена поддресоренных масс φ – угол между опорной поверхностью опрокидывающей платформы и поперечной осью поддресоренных масс, проходящей через центр масс АТС, полученный в результате наклона АТС на опрокидывающей платформе [1].

При внесении изменений в конструкцию АТС показатели поперечной устойчивости могут изменяться, поэтому возникает необходимость их оценки в условиях эксплуатации. Наряду с разработкой и установкой стенда с опрокидывающейся платформой необходима разработка метода расчетно-экспериментальной оценки параметров устойчивости АТС, это представляет практический интерес для испытательных лабораторий. Такой метод должен учитывать конструктивные особенности направляющего аппарата подвески, нелинейность упругих элементов подвески и шин, а также возможность пластической деформации несущих

щей системы при кручении. В такой постановке задача может быть решена только с применением численных методов и является предметом серьезного научного исследования.

Расчетная методика с высокой достоверностью может быть применена лишь для расчета близких по характеристикам к исследуемому ТС аналогам, имеющим параметры, определенные в результате испытаний на стенде для опрокидывания. Для вновь созданных АТС, единственный верный способ оценки параметров поперечной устойчивости являются испытания на стенде.

В результате анализа, можно сделать вывод, что расчетные методики оценки устойчивости ТС зачастую теряют свои преимущества ввиду отсутствия достоверных исходных данных об объекте.

Цель работы заключается в совершенствовании методики оценки устойчивости транспортных средств, при внесении изменений в их конструкцию по результатам стендовых испытаний и имитационного моделирования.

Анализ конструкции стендов и методов стендовых испытаний.

1. ГОСТ 31507-2012 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытаний».

УДК 621.113

ФРОЛОВ Е.А., ШУБИН И.А., ПЕТРОВ М.В., КОРЧАЖКИН М.Г.

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ SSANGYONG ACTYON В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задачей проводимого исследования является анализ показателей эксплуатационной надежности автомобилей SsangYong Actyon нового поколения. На первом этапе была собрана информация об отказах автомобилей и проанализирована по сезонам. Полученные данные сведены в таблицу и построен график распределения отказов по сезонам года (рис. 1). На нем видно, что наибольшее количество отказов произошло летом и осенью.

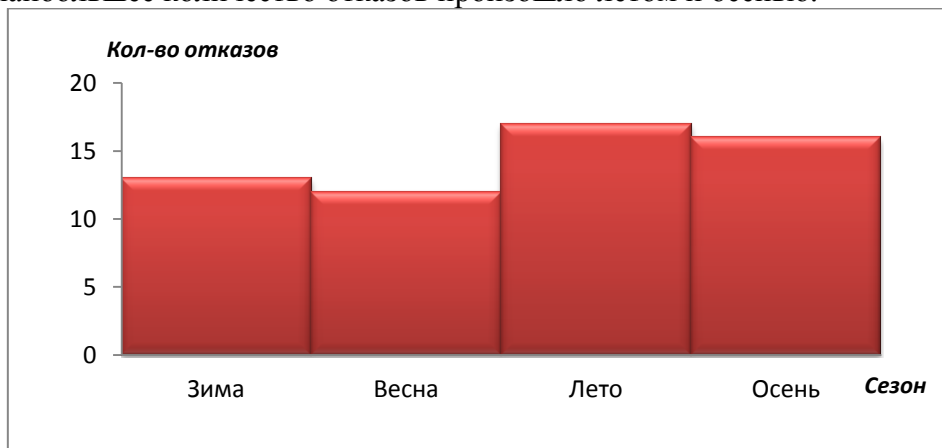


Рис. 1. Распределение отказов автомобилей SsangYong Actyon по сезонам года

Затем необходимо узнать, какая система автомобиля выходила из строя чаще, чем остальные. Для этого составлена диаграмма (рис. 2) и распределены отказы по системам автомобиля в процентном отношении к общему числу отказов.

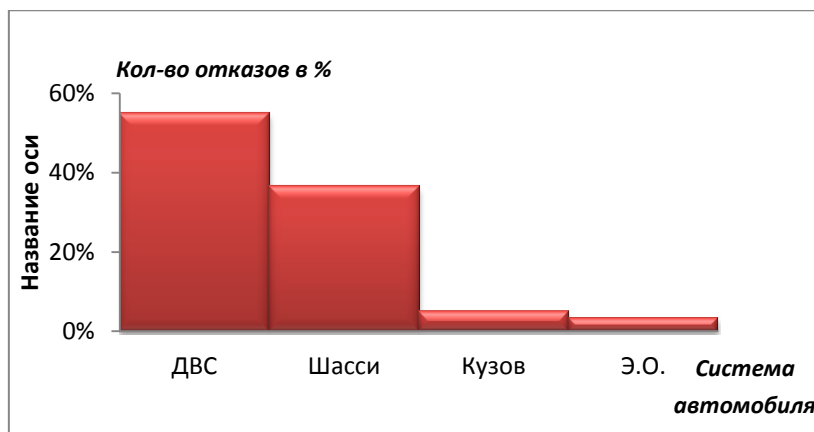


Рис. 2. Распределение отказов автомобилей SsangYong Actyon по системам

На полученном графике видно, что самым проблемным узлом данного автомобиля является двигатель (ДВС). На его долю приходится более половины общего числа отказов – 55%.

Отдельно были проанализированы отказы элементов двигателя. Для того чтобы узнать, на какую из систем двигателя приходится наибольшее количество отказов, необходимо разделить отказы по системам ДВС. Составив диаграмму и построив график, можно увидеть, что самым ненадежным узлом является система ГРМ (рис. 3).

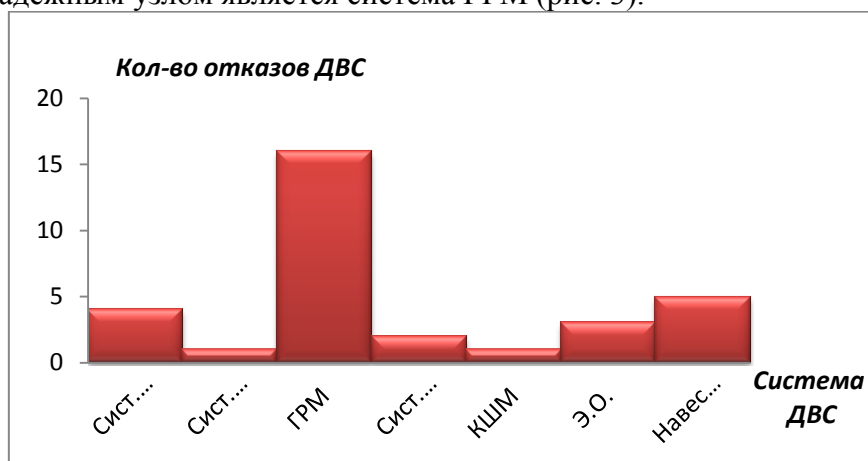


Рис. 3. Распределение отказов двигателей автомобилей SsangYong Actyon по системам

Наименее надежным элементом этой системы ДВС является цепь. Здесь цепь имеет свойство вытягиваться после небольшого пробега и времени. Возможным мероприятием по предупреждению данного дефекта может являться увеличение прочностных характеристик металла, который применяется при производстве цепи, а также изменение состава и периодичности технического обслуживания.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для определения методики, позволяющей выполнить расчет уровня безопасности дорожного движения на нерегулируемом пешеходном переходе, необходимы следующие исходные данные: наличие искусственного освещения; разрешенная скорость; распознаваемость и видимость нерегулируемого пешеходного перехода; ширина проезжей части в зоне нерегулируемого пешеходного перехода.

В ходе исследования были определены значения распознаваемости и видимости в зависимости от скорости, приведены принципы размещения нерегулируемых пешеходных переходов.

Результаты, полученные автором в ходе исследования, позволяют сформулировать зависимость, дающую возможность оценить уровень безопасности дорожного движения на нерегулируемых пешеходных переходах. Данная зависимость имеет вид:

$$K = \frac{0.71 - 0.19x_1 - 0.28x_2 + 0.01x_3 + 0.16x_4 - 1.33x_5}{5}$$

где K – коэффициент безопасности нерегулируемого пешеходного перехода;

x_1 – обеспечение распознаваемости нерегулируемого пешеходного перехода (оценка распознаваемости перехода определяется для каждого направления и оценивается в 0,5 балла);

x_2 – обеспечение видимости зоны ожидания и видимости с зоны ожидания (оценка видимости зон ожидания или с зон ожидания определяется для каждой зоны ожидания с каждого направления и оценивается в 0,25 балла);

x_3 – скоростной режим, предписанный Правилами или дорожными знаками (дорожной разметкой), км/ч (максимальное ограничение скорости – 20 км/ч);

x_4 – ширина проезжей части в зоне нерегулируемого пешеходного перехода, м (минимальная ширина проезжей части – 5,5 метров);

x_5 – наличие искусственного освещения нерегулируемого пешеходного перехода.

Для оценки транспортных рисков и уровня безопасности дорожного движения на нерегулируемых пешеходных переходах, а также для оперативного назначения мероприятий по повышению безопасности дорожного движения разработана оценочная шкала коэффициента безопасности нерегулируемых пешеходных переходов. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Уровень надёжности	Коэффициент безопасности НПП	Опасность
А	0 - 0,1	Низкая
В	0,1 - 0,2	
С	0,2 - 0,4	Средняя
Д	0,4 - 0,7	
Е	0,7 - 1	Высокая
Ф	> 1	Очень высокая

В работе также указывается ряд функциональных зависимостей, полученных автором в ходе исследования.

В заключение работы на основании полученной методики проведена оценка уровня безопасности дорожного движения нерегулируемых пешеходных переходов города Нижнего Новгорода, а также предложены мероприятия по его повышению.

УДК 629.113

ЧЕРЕВАСТОВ М.Г., МОЛЕВ Ю.И.

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В КОНСТРУКЦИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

Как отмечалось ранее [1,2], переоборудование механических транспортных средств из-за различного рода причин, определено, носит массовый характер и различным образом может влиять на управляемость колесных машин. Авторами, указанных ранее работ, приведены данные по Нижегородской области о количестве автомобилей, в конструкцию которых были внесены различные изменения за 2014 год и отмечена необходимость создания классификации этих изменений. В данной публикации также будет продолжена работа по анализу информации о переоборудованных транспортных средствах за 2015 год в нашем регионе и положено начало построения указанной ранее классификации.

В 2015 году по данным ГИБДД МВД России на территории Нижегородской области переоборудовано 2100 единиц автотранспортных средств. Приведем распределение внесенных изменений в процентном соотношении от общего количества, по категориям в соответствии с классификацией автомобилей по Европейской Конвенции о дорожном движении 1968г. Итак, доля транспортных средств категории В составила 48,3%. Автомобили категории С переоборудовались в 16,3% случаев, доля автомобилей категории D составила 34,9%. Также следует отметить, что фактов внесения изменений в конструкцию мотоциклов и другой мототехники, относящейся к категории А, в 2015 году не зафиксировано, а прицепы или полуприцепы, категория Е, подверглись переоборудованию в 0,5% случаев. Далее, по аналогии, укажем статистику, используя классификацию автомобилей в соответствии с ГОСТ Р 52051 – 2003. Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1
Распределение переоборудованных автомобилей по категориям

Категория МТС	M_1	M_2	M_3	N_1	N_2	N_3	O_4
Количество (%)	15,6	9,2	23,9	37,8	10,5	2,5	0,5

Как видно из табл. 1, основными категориями автомобилей, подверженными переоборудованию, являются M_3 и N_1 , на долю которых приходится около 62% от общего количества переоборудованных. Следует отметить, что наиболее частым случаем внесения изменения в конструкцию автомобиля в 2015 году, явилась установка газобаллонного оборудования (около 40%), влияние которого на эксплуатационные свойства транспортного средства должно быть уточнено.

Библиографический список

1. Черевастов, М.Г. К вопросу об определении круга задач для изучения влияния изменений, вносимых в конструкцию транспортного средства на его управляемость [Текст]/ Черевастов М.Г// Проблемы и инновации в области механизации и технологий в строительных и дорожных отраслях: сб.науч.трудов по материалам конф. – Выпуск 3. – Иваново: Научный мир, 2016. С. 93-96.

2. Черевастов, М.Г. Анализ статистики изменений, вносимых в конструкцию автотранспортных средств [Текст]/ Черевастов М.Г., Шапкин В.А.// Будущее технической науки: сборник материалов XV Международной молодежной научно-техн.конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016. С. 278-279.

УДК 629.113

ЧЕРЕВАСТОВ М.Г., МОЛЕВ Ю.И.

УТОЧНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ БОКОВОМУ УВОДУ АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

Современные автомобильные колеса снабжаются пневматическими шинами, обладающими значительной боковой упругостью. При действии на такое колесо боковой силы, шина деформируется, и качение колеса происходит не в своей плоскости, а под некоторым углом к ней – углом бокового увода. Присутствие бокового увода существенным образом меняет характер движения автомобиля и оказывает значительное влияние на его управляемость и устойчивость.

Обычно, при решении практических задач, принимается допущение о линейной связи угла бокового увода δ с боковой силой Y , выражающейся формулой $Y = K_y \cdot \delta$. Величина K_y в этом случае является постоянной и имеет название коэффициента сопротивления боковому уводу шины. При этом боковая сила может изменяться от нуля до максимального значения, ограничиваемого сцеплением колеса с опорной поверхностью. На рис.1 изображен вид линейной зависимости при нормальной нагрузке G_k на колесо 12 кН, $K_y = 90[\text{кН}/\text{рад}]$ и коэффициенте φ сцепления колеса с опорной поверхностью равном 0,8.

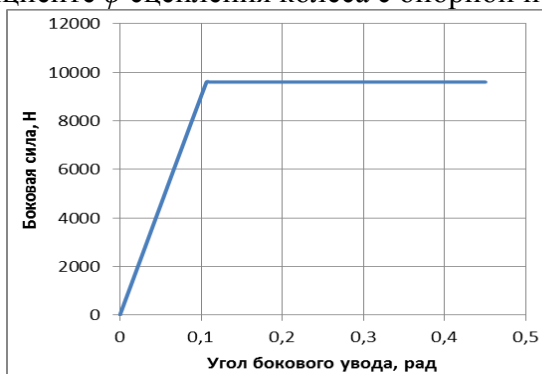


Рис. 1. Зависимость боковой силы от угла бокового увода при $K_y = \text{const}$

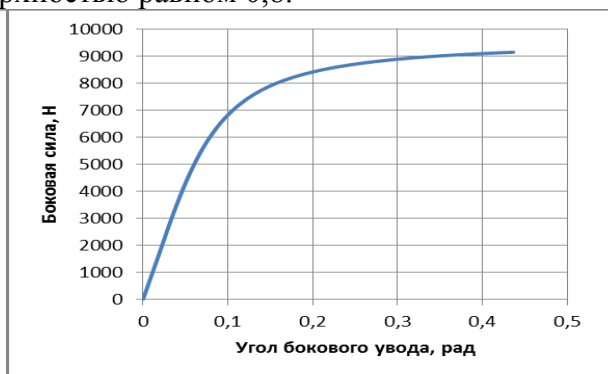


Рис.2. Общий график зависимости боковой силы от угла бокового увода

В действительности же доказано, что связь между Y и δ нелинейная, начиная с нулевых значений величины боковой силы. В работе [1] автором предложена формула:

$$Y = K_{y0} \cdot \frac{\text{arctg}(D)}{D} \cdot \delta, \quad (1)$$

где $D = \frac{K_{y0} \pi \cdot (57,3\delta - 1,5)}{2\varphi G_k \cdot 57,3}$ и K_{y0} – значение коэффициента на начальном участке.

На рис. 2. изображена зависимость боковой силы от угла бокового увода, построенная по формуле (1) для указанных ранее значений. По информации, указанной в работе [1], точ-

ность совпадения расчетных кривых с экспериментальными достаточно высока, обладает практической линейностью на начальном участке зависимости.

1. Антонов, Д.А. К вопросу о коррекции коэффициента сопротивления уводу эластичного колеса [Текст]/ Антонов Д.А// «Автомобильная промышленность». 1968. - № 12 – С.15–16.

УДК 621.113

ЧИЧКИНА М.И.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В КОНСТРУКЦИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время тема «Внесение изменений в конструкцию ТС в процессе эксплуатации» стала наиболее актуальной: практически каждый владелец автомобиля со временем проводит какие-то доработки и усовершенствования своего автомобиля. У кого-то изменения получаются весьма незначительными, например, замена двигателя на аналогичный. Другие автолюбители подходят к усовершенствованиям более основательно и вносят изменения в двигатель, подвеску, кузов автомобиля. В свою очередь, изменения в конструкцию ТС оказывают влияние на его безопасность, поэтому к ним предъявляют требования технического регламента Таможенного союза ТР ТС 018/2011 О безопасности колесных транспортных средств.

Одной из главных задач исследования является обеспечение активной безопасности автомобиля. При этом к активной безопасности относятся устойчивость и управляемость.

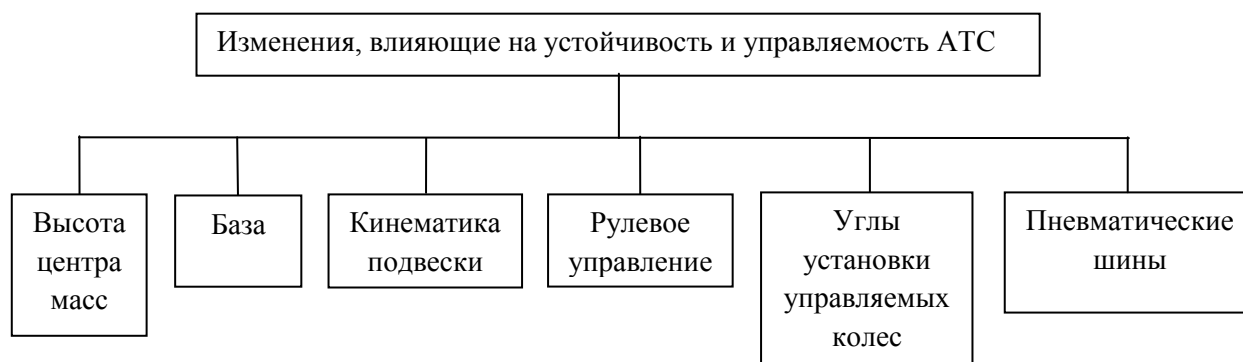


Рис. 1. Основные изменения, влияющие на устойчивость и управляемость АТС

Из рис.1 видно, что на устойчивость и управляемость автомобиля влияет множество факторов. Поэтому перед экспертом ставится задача - провести техническую экспертизу вносимых в конструкцию изменений на соответствие требованиям безопасности.

Существуют различные методики оценки влияния внесенных изменений в конструкцию ТС на устойчивость и управляемость: инженерный расчет, компьютерное моделирование, стендовые и дорожные испытания. Первый метод зачастую теряет свои преимущества ввиду отсутствия достоверных исходных данных об исследуемом объекте. Трудно получить исходные данные характеристик взаимодействия рассматриваемых пневматических шин с опорной поверхностью, характеристик систем поддрессоривания объекта исследования, главных моментов инерции, коэффициентов сопротивления движению. Стендовые испытания позволяют оценить лишь статическую устойчивость, что является недостаточным для ис-

пользования полученной зависимости в теоретических расчетах динамики движения автомобиля. В связи с этим, они редко используются. На сегодняшний день, все большую значимость приобретает метод моделирования. Моделирование целесообразно, когда у модели отсутствуют те признаки оригинала, которые препятствуют его исследованию, или имеются отличительные от оригинала признаки, способствующие изучению свойств модели. Разработка имитационной модели движения автомобиля позволит оценить динамику движения исследуемого объекта на основе результатов ограниченного количества полигонных испытаний, что может быть применено для сокращения сроков проектирования, испытаний, доводки АТС, проведения НИОКР и является актуальной. И с экономической точки зрения, имитационное моделирование позволяет снизить затраты на испытания объекта так, как в дорожных условиях стоимость оценки будет на порядок выше. Однако следует помнить, что моделирование является приближенным методом оценки, поэтому на конечном этапе исследований следует провести натурный эксперимент, для подтверждения теоретических результатов, а также для построения и анализа экспериментальных показателей активной безопасности автомобиля.

Исследованием влияния конструктивных факторов на устойчивость и управляемость с использованием имитационного моделирования ТС посвящены работы [1, 2, 3]. Они, в первую очередь, направлены на обеспечение активной безопасности на этапе проектирования и сертификации ТС. В этом случае временные и финансовые ресурсы значительно отличаются, чем при оценке влияния внесенных изменений в конструкцию. Поэтому необходимо разработать методику, которая помогала бы проводить экспресс - оценку и тем самым минимизировать затраты. Для этого нужно систематизировать вносимые изменения в конструкцию ТС: разбить на группы и разработать для данных групп упрощенные модели.

Таким образом, стоит важная задача разработки методик экспресс-оценки безопасности находящихся в эксплуатации ТС при внесении в их конструкцию изменений на основе систематизации вносимых изменений и создания типовых имитационных моделей. И одной из таких методик является методика экспресс-оценки устойчивости и управляемости по результатам имитационного моделирования на основе использования типовых имитационных моделей.

Библиографический список

1. **Костин, С.Ю.** Исследование активной безопасности транспортных средств методом имитационного моделирования. / С.Ю. Костин , В.Г Дыгало // Журнал ААИ – № 71 , 2010. – С. 17-19.
2. **Выгонный, А.Г.** Технологии виртуальных испытаний автотракторной техники: комплексная оценка управляемости и устойчивости. / А.Г. Выгонный, А.Н. Колесникович, С.В. Харитончик // Журнал ААИ – № 79 , 2012. – С. 9-14.
3. **Костин, С.Ю.** Особенности компьютерного моделирования условий движения автобуса на этапах проектирования и доводки. / С.Ю. Костин , Р.А. Мусарский // Журнал ААИ – № 79 , 2012. – С. 17-22.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ НА АВТОБУСНОМ ТРАНСПОРТЕ НИЖНЕГО НОВГОРОДА ЗА 2016 ГОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

За 12 месяцев 2016 года с участием водителей филиалов МП «Нижегородпассажиравтотранс» совершено 661 ДТП из них 125 с пострадавшими и 536 с материальным ущербом. В результате совершенных ДТП 152 человека получили ранения. По сравнению с аналогичным периодом 2015 года количество ДТП увеличилось на 23 случая (638 против 661), количество ДТП с материальным ущербом увеличилось на 14 случаев (522 против 536). Количество ДТП с пострадавшими уменьшилось на 1 случай (125 против 124), при этом количество раненых уменьшилось на 36 человек (188 против 152).

По вине водителей филиалов МП «Нижегородпассажиравтотранс» совершено 264 ДТП из них 53 с пострадавшими и 211 с материальным ущербом.

Таблица 1

Анализ причин ДТП по вине водителей автобусов за 2016 год

Причины ДТП	Общее кол-во ДТП по вине водителей	ДТП с материальным ущербом по вине водителей	ДТП с пострадавшими по вине водителей
Превышение скорости движения	40	35	5
Несоблюдение очередности проезда	33	27	6
Нарушение требований сигнала светофора	3	2	1
Не соблюдение дистанции	87	64	23
Нарушение правил маневрирования	71	63	8
Нарушение правил посадки и высадки пассажиров	11	8	3
Прочие нарушения	19	12	7
Всего по вине водителей автобусов:	264	211	53

Для предотвращения ДТП и снижения из количества нужно осуществлять систематический контроль за работой водителей на линии. В обязательном порядке осуществлять предрейсовые и послерейсовые медицинские осмотры водителей. Назначать необходимые стажировки: перед выездом на новый маршрут, перед выездом на новой модели автобуса. Проводить ежегодную 20-часовую программу по повышению водительского мастерства. Проводить необходимые инструктажи и профилактические беседы с водительским составом.

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ UAZ PATRIOT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобиль UAZ Patriot имеет большую популярность и проходит постоянные модернизации, поэтому информация о надежности автомобиля и некоторых его систем представляет большой интерес. На начальном этапе была собрана информация об отказах и про-

анализирована по сезонам (временам) года. На полученном графике (рис. 1) видно, что наибольшее количество отказов приходится на весенний период.

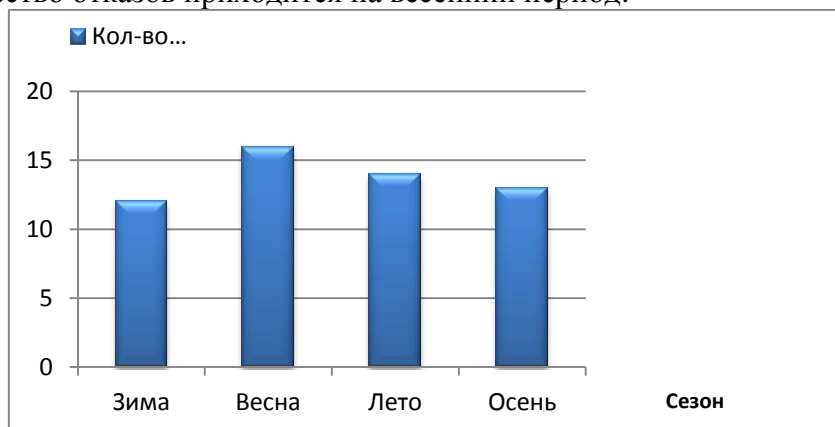


Рис. 1. Распределение отказов автомобилей UAZ Patriot по сезонам года

Далее полученные сведения об отказах были проанализированы по системам автомобиля. В автомобиле UAZ Patriot большая доля отказов приходится на четыре основные системы: ДВС, шасси, кузов, электрическое оборудование (ЭО). Сделав анализ, получили, что наибольший процент отказов приходится на двигатель.

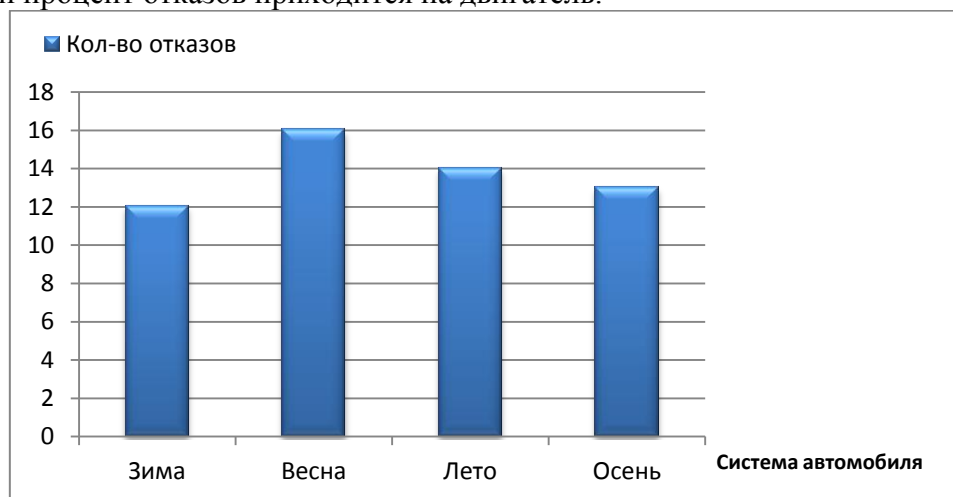


Рис. 2. Распределение отказов автомобилей UAZ Patriot по системам

В двигателе есть несколько наименее надежных систем: система охлаждения и газораспределительный механизм (ГРМ) (рис. 3). В системе охлаждения основная доля отказов приходится на муфту включения вентилятора и расширительный бачок.

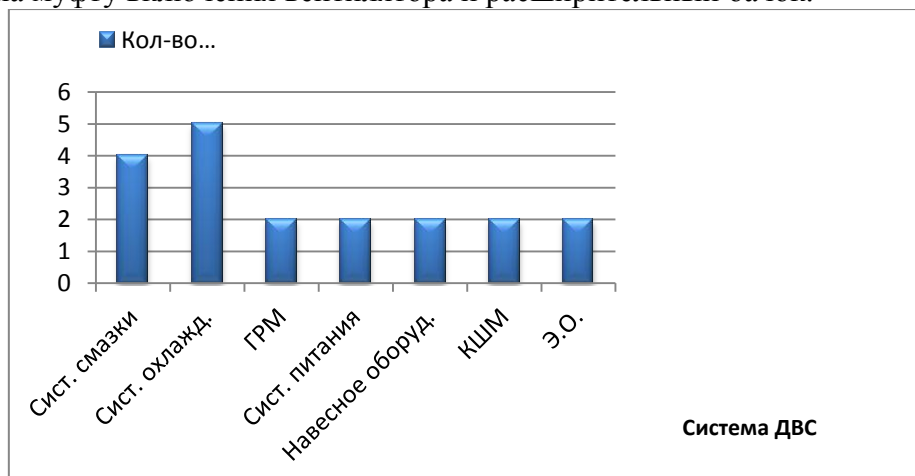


Рис. 3. Распределение отказов двигателей автомобилей UAZ Patriot по системам

Вместо вискомуфты рекомендуется установка электроventильатора через реле и термовыключатель. В таком случае ventильатор будет включаться в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. Для расширительного бачка необходимо изменить пружину в крышке расширительного бачка, которая не дает сбросить излишнее давление. В ГРМ наименее надежным элементом является однорядная цепь. Для узла ГРМ необходимо заменить однорядную цепь ГРМ на двухрядную, вследствие этого ресурс будет увеличен.

На следующем этапе исследований планируется построение моделей эксплуатационной надежности и определение оптимальной периодичности технических воздействий на двигатель автомобиля UAZ Patriot по полученным данным.

УДК 665.6

ЮСУПОВ Р.Р., ЧИЧКИНА М.И., АЛЕКСЕЕВ А.В.,
РЕГУШ М.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

ТИПЫ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МАСЛЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На современных двигателях находят применение два типа масляных теплообменников: кожухотрубные (или просто трубчатые) и пластинчатые.

Эти теплообменники имеют серьезные отличия в конструкции и некоторые особенности работы.

Кожухотрубный жидкостно-масляный теплообменник (ЖМТ). Его основу составляет литой алюминиевый цилиндрический корпус, внутри которого устанавливается сердцевина. Сердцевина состоит из ряда параллельных тонкостенных трубок, заключенных в кожух. Кожух разделен на несколько поперечными пластинами. Корпус теплообменника с одной стороны закрыт подводящим коллектором, с другой стороны — отводящим коллектором (они устанавливаются через прокладки). Непосредственно в корпусе выполнены фланцы для монтажа сборки из масляных фильтров и термосилового клапана (который помещен в корпус с каналами).

ЖМТ теплообменник монтируется непосредственно на блок двигателя, его коллекторы соединяются с системой охлаждения двигателя. Таким образом, теплообменник становится частью системы охлаждения двигателя, и через него пропускается определенное количество охлаждающей жидкости. Жидкость проходит через сердцевину теплообменника, причем из-за наличия поперечных пластин в кожухе путь охлаждающей жидкости увеличивается, и эффективность отвода тепла повышается.

Пластинчатый ЖМТ. Его основу составляет корпус, внутри которого находится пакет гофрированных металлических пластин (или теплопередающих элементов). Пластины установлены таким образом, что их гофры образуют два встречных и много раз пересекающихся потока: один — поток охлаждающей жидкости, второй — поток горячего масла. Тепло от масла через пластины передается охлаждающей жидкости, за счет чего и обеспечивается поддержание температуры масла на необходимом уровне.

Пластинчатый ЖМТ монтируется на блок двигателя, при этом теплообменник отделен от масляных фильтров и оснащается только перепускным клапаном. Такое решение упрощает конструкцию, обслуживание и ремонт теплообменника (так как для ремонта или демонтажа данного узла не нужно снимать другие детали).

Кожухотрубные ЖМТ устанавливаются преимущественно на двигателях КАМАЗ, пластинчатые используются на агрегатах ЯМЗ, ЗМЗ и других.

ЮСУПОВ Р.Р., ЧИЧКИНА М.И., АЛЕКСЕЕВ А.В.,
РЕГУШ М.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ЖИДКОСТНО-МАСЛЯНЫХ ТЕПЛООБМЕНИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На многих двигателях с турбокомпрессором в систему смазки вводится дополнительный элемент, обеспечивающий охлаждение масла. На бензиновых двигателях применяют традиционный масляный радиатор, а на дизельных двигателях, которые нагреваются меньше (ЖМТ).

В чем отличие между радиатором и ЖМТ? Главное - используемый способ охлаждения масла. Отвод тепла от радиатора осуществляется набегающим потоком воздуха, а в теплообменнике тепло от масла отводится потоком охлаждающей жидкости, циркулирующей в системе охлаждения силового агрегата. ЖМТ имеет как преимущества перед масляными радиаторами, так и недостатки.

Из преимуществ ЖМТ стоит отметить два: *во-первых*, температура масла в ЖМТ не опускается ниже температуры охлаждающей жидкости, а это значит, что мотор работает в лучшем температурном режиме, *во-вторых*, теплообменник можно устанавливать в любом удобном месте на двигателе, при этом можно отказаться от длинных трубопроводов и множества соединений.

Из недостатков ЖМТ можно отметить их более сложную конструкцию, необходимость технического обслуживания и ремонта. Кроме того, ЖМТ — это довольно сложный агрегат, в котором необходимо обеспечить герметичность, что иногда становится причиной проблем (в частности, из-за старения прокладок и разбалтывания креплений). Радиатор в этом плане более надежен и прост.

Недостатком масляных радиаторов является, как известно, необходимость потока воздуха, что вызывает сложности с его установкой и требует применения дополнительных деталей. Однако в большинстве случаев на дизельных двигателях эффективнее работают именно ЖМТ.

ЮСУПОВ Р.Р., ЧИЧКИНА М.И., АЛЕКСЕЕВ А.В.,
РЕГУШ М.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЖИДКОСТНО-МАСЛЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ЖМТ нуждается в периодическом осмотре и техническом обслуживании. При плановом ТО проводится осмотр ЖМТ на предмет утечек охлаждающей жидкости и масла, все утечки устраняются заменой прокладок или поврежденных деталей. Также проверяется работа всех клапанов — термосилового и перепускных.

1. С течением времени теплообменник засоряется, вследствие чего поток масла и воды (в пластинчатых ЖМТ) испытывает повышенное сопротивление — обычно это приводит к срабатыванию перепускного клапана, вследствие чего масло обходит теплообменник. Засорение ЖМТ затрудняет охлаждение масла, поэтому данная неисправность приводит к перегреву масла и срабатыванию соответствующего индикатора на приборной панели.

- Причины:* не своевременная замена жидкости в системе охлаждения. *Ремонт:* Промывка теплообменника с системой охлаждения, в некоторых случаях проще заменить узел в сборе;
2. Черная эмульсия в системе охлаждения возникает чаще при попадании моторного масла при холодных пусках через маслоохладитель. *Причины:* характеристики масла. Холодный пуск. *Ремонт:* переборка теплообменника с промывкой системы охлаждения. Если теплообменник не разборный, то замена теплообменника с промывкой системы охлаждения. В пластинчатом типе теплообменника пластины отделены между собой резиновыми кольцами. Низкая температура, некачественный антифриз способствуют быстрому разрушению резиновых колец, поэтому на двигателях этот фактор можно назвать болезнью;
 3. Выход из строя теплообменника может служить неправильная сборка на заводе. *Причины:* неправильная сборка теплообменника заключается в том, что бронзовые трубки не до конца пропаяны. Обычно водомасляные теплообменники имеют длительный срок службы, а при регулярном обслуживании и своевременной промывке и *ремонте* эта деталь не будет доставлять проблем, обеспечивая эффективное охлаждение масла на всех режимах работы двигателя.

УДК 665.6

ЮСУПОВ Р.Р., ЧИЧКИНА М.И., АЛЕКСЕЕВ А.В.,
РЕГУШ М.А., БЕРДНИКОВ Л.А

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ЖИДКОСТНО-МАСЛЯНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ЖМТ нуждается в периодическом осмотре и техническом обслуживании. При плановом ТО проводится осмотр ЖМТ на предмет утечек охлаждающей жидкости и масла. Если в ЖМТ обнаружены утечки масла или охлаждающей жидкости, то необходимо демонтировать ЖМТ с двигателя, чтобы произвести диагностику и выявить какой элемент ЖМТ вышел из строя.

Диагностика ЖМТ происходит в два этапа:

1. Необходимо установить приспособление 2548 (пластины) и 5000040416 (трубка компрессора) как показано на рис.2;
2. Подать давление 6 Бар и проконтролировать места выхода воздуха при погружении в горячую воду (80° С).

После того как мы выявили какой элемент вышел из строя, переходим к демонтажу ЖМТ на рис. 1 представлена «развернутая схема ЖМТ». Далее производим чистку элементов ЖМТ.

Чистка ЖМТ делается для разных контуров разными растворами:

1. Масляный контур: использовать обезжиривающее средство;
2. Водяной контур: использовать 5 - 6% водный раствор соляной кислоты.

Промывать в течение 30 мин. Промыть в 2 - 3% водном растворе бикарбоната натрия. Энергично смыть водой. Просушить детали.

Затем производим замену вышедшего из строя элемента, прокладок и уплотнителей. Впоследствии собираем ЖМТ и делаем диагностику для того, чтобы проконтролировать герметичность сборки.

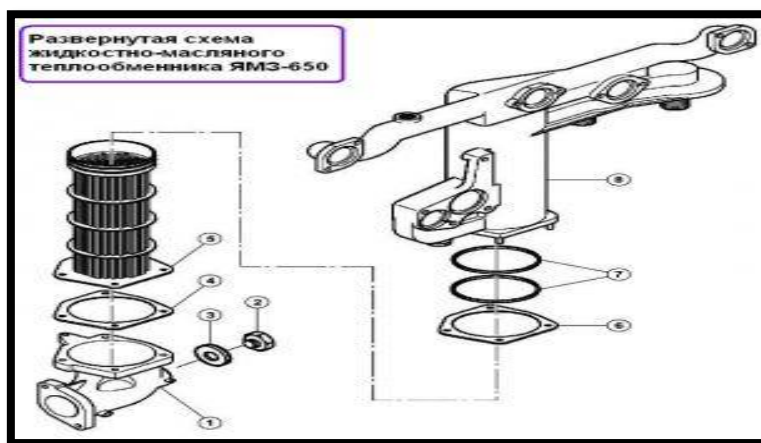


Рис. 1. Развернутая схема жидкостно-масляного теплообменника

- | | |
|---|---|
| 1. Патрубок подвода охлаждающей жидкости. | 5. Трубчатый теплообменный элемент. |
| 2. Заглушка. | 6. Прокладка под трубчатый теплообменный элемент. |
| 3. Прокладка. | 7. Кольцевые уплотнения. |
| 4. Прокладка под патрубок подвода охлаждающей жидкости. | 8. Корпус. |

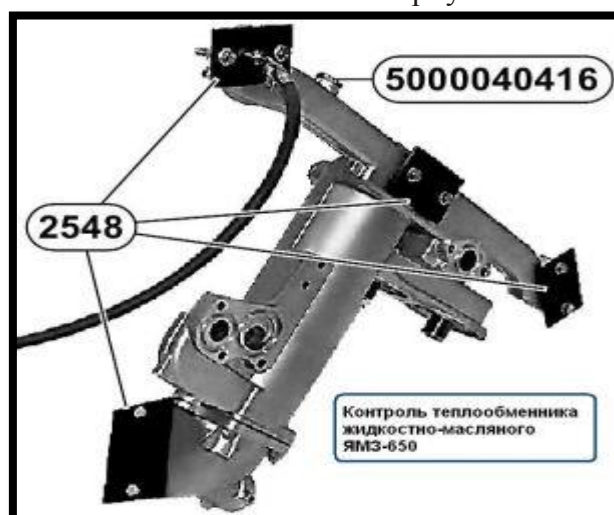


Рис. 2. Контроль ЖМТ

УДК 665.6

ЮСУПОВ Р.Р., ЧИЧКИНА М.И., АЛЕКСЕЕВ А.В., РЕГУШ М.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННИКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В современных дизельных двигателях с турбокомпрессором, не работающих вне определенного температурного интервала, необходимо постоянно отводить тепло в окружающую среду. Большая часть теплоты отводится вместе с выхлопными газами. Другая часть теплоты отводится в окружающую среду системой охлаждения. Отвод остальной теплоты идет через систему смазки двигателя, а также на поддержание определенной температуры деталей двигателя. С учетом оценки отвода теплоты в систему смазки следует понимать, что такой теплоотвод является вынужденным, и он вреден, так как масло начинает пузыриться и теряет свои вязкостные свойства. Следовательно, возрастает риск перегрева. Большинство таких случаев заканчивается капитальным ремонтом двигателя.

Масло, проходящее через теплообменник, нагревает пластины, которые отдают теплоту (воздушной или жидкостной среде) набегающему потоку воздуха (принудительному обдуву) или жидкости, которая находится в системе охлаждения. Это зависит от типа теплообменника. Данный процесс необходим для предотвращения вспенивания моторного масла, что является основной проблемой при нагреве моторного масла, так как в итоге ведет к поломке мотора.

Во избежание такого рода неприятных ситуаций, ведущих к поломке, масло из картера поступает в теплообменник именно для охлаждения, а затем вновь отправляется в систему, чтобы произвести смазку и охлаждение дизельного двигателя. Исходя из изложенного, к надежности и эффективности теплообменника предъявляются повышенные требования.

УДК 656.142

ЯРЕМЕНКО А.И., БЕЛЯНИНА Е.Н., КОРЯКОВЦЕВА А.А., ЛИПЕНКОВ А.В.

АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ АВТОДОРОГ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПЕШЕХОДНОГО ПЕРЕХОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В связи с увеличением объема перевозок автомобильного транспорта становится все более актуальным вопрос о выборе типа пешеходного перехода. Эта проблема затрагивает всех участников движения. При выборе типа пешеходного перехода следует принимать во внимание: характер окружающих зданий, его исторического, культурного, архитектурного и градостроительного значения; рельеф местности; геологические и гидрогеологические характеристики; степень использования подземного пространства на месте предлагаемого размещения; условия организации и безопасности движения транспорта и пешеходов. Конфигурация и пространственно-планировочное решение пешеходных переходов должно принимать во внимание направление движения основных пешеходных потоков и интенсивности движения пешеходов.

Авторами были рассмотрены четыре типа пешеходных переходов: классический; вызова; нерегулируемые; накладные расходы пешеходный переход / подземный тип. В ходе анализа наиболее эффективным оказался пешеходный переход надземного/ подземного типа. Этот тип конструкции уменьшает количество дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов и увеличивает скорость транспортного потока. Тем не менее, этот тип требует больших финансовых вложений.

На кафедре "Автомобильный транспорт" НГТУ разработана образовательная модель (см. рис. 1) в программе AnyLogic7, с помощью которой можно оценить эффективность надземного / подземного типа пешеходного перехода.

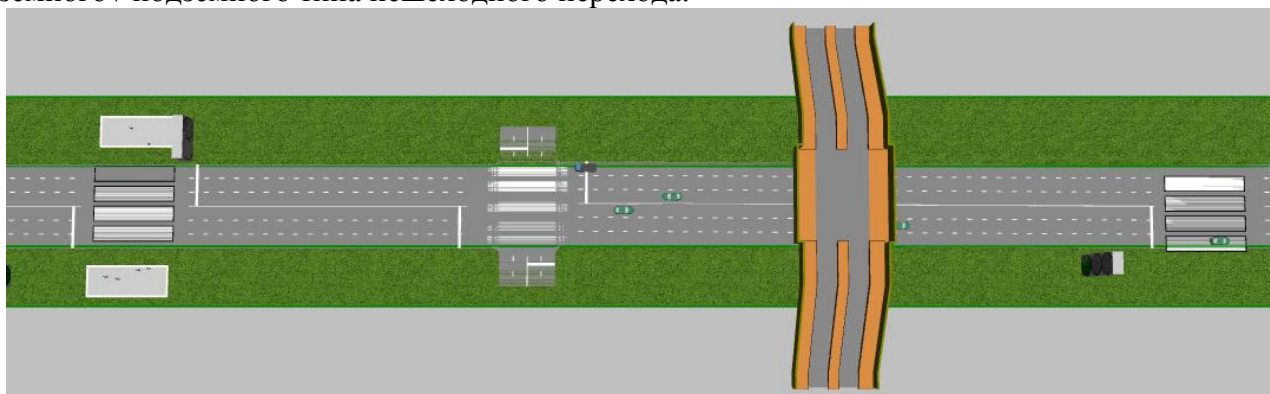


Рис. 1. Скриншот имитационной модели Anylogic

УДК 656.11

АДЫГЕЗАЛОВ К.Л., МОЛЕВ Ю.И.

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОРОЖНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для снижения уровня аварийности на дорогах необходимо провести комплексную оценку всех факторов, влияющих на количество и степень опасности аварий на дорогах. На ДТП влияет множество факторов – состояние дорог, интенсивность движения, освещенность, техническое состояние автомобилей, психологическое состояние водителя, уровень его профессиональной подготовки и множество других. Среди них, однако, важнейшее место занимает состояние дорожного покрытия. Уменьшение сцепления колеса с дорогой вследствие наличия на ней уплотненного снега или льда приводит к увеличению тормозного пути и безопасного радиуса поворота в 3-9 раз. Снежные заносы вдоль дороги снижают видимость и могут уменьшать используемую ширину проезжей части дороги.

Степень риска попасть в ДТП на полностью или частично покрытом снегом или льдом дорожном покрытии в 1,5 и 4,5 раз выше, чем на чистом сухом покрытии. Цель зимнего содержания дорог заключается в том, чтобы снизить количество ДТП зимой за счет удаления снега и льда с дорожного покрытия и тем самым улучшить условия сцепления шин колес автомобиля с дорожным покрытием. Работы по зимнему содержанию дорог чрезвычайно трудоемки. Основные трудности зимней уборки связаны с метаморфизмом снега, то есть способностью изменять свои свойства за достаточно короткий промежуток времени под действием как климатических условий, так и в результате движения транспортных средств и пешеходов. Под воздействием перечисленных факторов снег, находящийся на очищаемой поверхности, быстро уплотняется, а затем превращается в снежно-ледяной накат, прочность которого, в сочетании с прочностью образовавшихся прослоек льда, выше обычного снега в 20-30 раз.

Снегозаносимость дорог принято оценивать по 5 категориям, классификация которых приведена в табл. 1.

Таблица 1
Классификация дорог по снегозаносимости

Снегозаносимость дороги	Класс снегозаносимости	Величина показателей		
		K_C	$q_{ДСР}$ (тыс.м ³ /км)	$q_{ДСН}$ (тыс.м ³ /км)
Очень сильная	1	> 0,80	> 35	> 100
Сильная	2	0,51 – 0,80	21 – 35	61 – 100
Средняя	3	0,26 – 0,50	011 – 20	36 – 60
Слабая	4	0,11 – 0,25	6 – 10	16 – 35
Незначительная	5	< 0,10	< 5	< 15

K_C – коэффициент подверженности дороги снежным заносам, определяется как отношение протяженности снегозаносимых участков дороги к общей длине дороги, $q_{СР}$ – средний объем снегопригоса на дорогу, а $q_{СН}$ – максимальный объем снегоприноса на дорогу.

Таким образом, суммарный объем снега, который должен быть убран с рассматриваемой территории, может быть определен из следующего уравнения:

$$V_{\text{СНЕГА}} = S_{\text{ПОВЕРХНОСТИ}} \left(H + 0.012 \sum_{i=1}^{i=n} q_i T_i \right),$$

где H – эквивалентная высота выпадаемого, в виде осадков снега; 0,012 – переводной коэффициент для получения размерности $\text{м}^3/\text{м}$ с учетом того, что твердый расход метели будет выражен в $\text{г}/\text{мс}$, а время действия ветровой нагрузки T – в часах; n – число случаев переноса снега за зиму.

Необходимое, для содержания дорог количество снегоочистителей должно определяться из условия, согласно которому в течение директивного времени после прекращения снегопада, машины успевают полностью обработать покрытие.

Интенсивность снегопадов по многолетним наблюдениям за территории Российской Федерации показана на рис. 1.

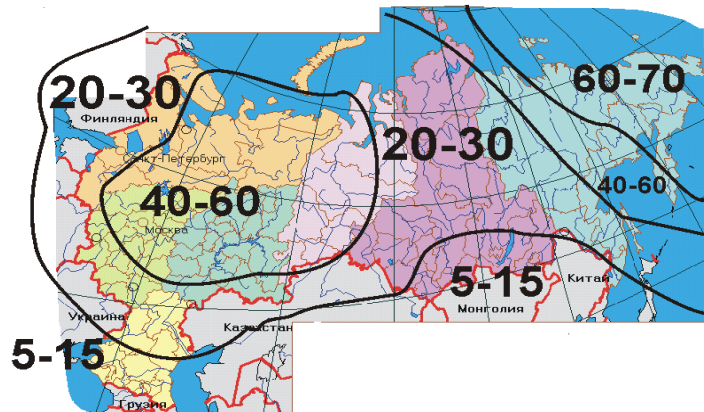


Рис. 1. Распределение частоты снегопадов по территории Российской Федерации

В результате исследований разработано районирование территории России по сложности снегоборьбы на семь характерных зон. К районам легкой снегоборьбы относятся территории, показанные на рис. 1, где количество снегопадов составляет 5 -15 за зиму, высота снежного покрова составляет 0,1 – 0,2 м, а объемы снегоприноса – 25 – 50 $\text{м}^3/\text{м}$. К районам трудной снегоборьбы относятся тундровые и степные районы со значительным количеством снегопадов. Так, в эту зону одновременно попадают как Архангельская и Мурманская область, так и Алтайский край, Оренбургская и Самарская области, где при незначительной величине снежного покрова объем его снегоприноса может достигать 1000 $\text{м}^3/\text{м}$. К районам особо сложной снегоборьбы относятся территории Чукотки, северной части Якутии и Камчатской области, где количество снегопадов за период зимы превышает 60, высота снега может достигать 2 м, а объем снегоприноса 1000 $\text{м}^3/\text{м}$. Остальные участки территории Российской Федерации относятся к районам снегоборьбы со средней и трудной сложности, отличительной особенностью таких участков является наличие или отсутствие в них лесов. Так, северная часть Нижегородской области, покрытая лесами, относится к зоне борьбы средней трудности, а южная – более открытая – к зоне трудной снегоборьбы.

При разработке мероприятий по обеспечению безопасности автомобильного транспорта в зимний период необходимо учитывать приведенные параметры и районы снеготаносимости.

УДК 629.113

АЛИН И.А., ЯНКОВИЧ А.В., ПЛАСТОВ Е.И., ЗУДИН В.А.,
ФИЛИППОВ С.А., ОБРЕЗКОВА В.Е.

КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛОТ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТРУБОПРОВОДНОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Болота многообразны по своим физико-механическим свойствам, которые изменяются как со временем, так и по отдельным участкам одного и того же болота. Это обстоятельство требует четкой классификации болот.

Первоначально строительные классификации болот были разработаны исключительно для железнодорожных и автодорожных насыпей.

Классификация болот, предложенная К.С. Ордуянцем и официально принятая в Строительных нормах и правилах, построена на значительном фактическом материале, полученном при обследовании существующих железнодорожных насыпей на болотах. В основу классификации положены степень разложения торфа и устойчивость его в свободных откосах (в траншее, котловане, шурфе).

Проф. А.В. Ливеровский предложил классифицировать болота по их геологическому строению. По этой классификации:

- болота I типа — сплошь заполненные торфом до дна;
- болота II типа — с торфяной коркой;
- болота III типа — без торфа, заполненные сапропелями, илом и водой.

А.А. Ткаченко попытался построить универсальную строительную классификацию болот путем объединения классификации А.В. Ливеровского с классификацией, предложенной в Московском торфяном институте. Автор выделяет следующие типы пластов:

- 1) лесной торф;
- 2) лесотопяной торф;
- 3) топяной торф;
- 4) сапропель;
- 5) вода.

Кроме приведенных, предполагались и другие принципы классификаций болот. Однако приведенные классификации дают более определенную возможность быстро и достоверно оценивать строительные качества встречающихся в практике торфяных болот и позволяют инженеру, обладающему общими знаниями процессов торфообразования, физико-механических свойств каждой генетической группы торфов и т. д., отнести те или иные болота или их участки к тому или другому типу.

УДК 629.3

БЕЛЯЕВ Д.М., ЗЕЗЮЛИН Д.В., БЕЛЯЕВ А.М., МАКАРОВ В.С.,
ШАПКИН В.А., ВАХИДОВ У.Ш., БЕЛЯКОВ В.В., КУРКИН А.А.

РАЗРАБОТКА ШАССИ АВТОНОМНОЙ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ МОРСКИХ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Необходимость прогнозирования волнового процесса в береговой зоне, в местах, не доступных для работы человека из-за эпидемиологической зараженности местности, сейсмо-

активности и т.д., приводит к созданию автономного робототехнического комплекса (АМРК) для мониторинга и прогнозирования морских природных. Так как данные районы не пригодны для работы человека, то возникает необходимость создания автономного мобильного робототехнического шасси для машин, которые будут обеспечивать устранение последствий морских природных катастроф с целью обеспечения работы спасательных служб, а также предотвращать и устранять экологические катастрофы.

На данный момент времени существуют два пути создания роботов, а именно: дооснащение существующих серийных, малосерийных образцов машин дополнительным навесным оборудованием; и создание нового шасси для конкретных условий эксплуатации в береговой зоне, и параметров, характеристик навесного оборудования. Машины для устранения морских природных катастроф должны осуществлять работу на большей части береговой зоны мирового океана. Так как береговая зона имеет различный рельеф побережья, виды грунтов, состояние мерзлости слагающих берега пород, массивность ледяных включений, что приводит к вводу основных ограничений на конструкцию шасси для устранения последствий морских природных катастроф. Оснащение шасси сменными движителями разных типов позволяет сохранять подвижность на различных типах опорных оснований береговой зоны, и уменьшить временные и материальные затраты на разработку и производство шасси с разными типами движителей.

На машины, для устранения последствий морских природных катастроф, в качестве навесного оборудования можно устанавливать не только измерительное оборудование, необходимое для диагностики окружающей среды, но и рабочее оборудование различного назначения: для осуществления земляных работ, подъемно-транспортных работ, буровых работ и т.д. Так же разрабатываемые АМРК легко переориентировать с машины для устранения последствий морских природных катастроф на машину для проведения эвакуационно-спасательных работ.

За основу для разработки были взяты данные, полученные при испытании экспериментального образца АМРК для мониторинга и прогнозирования морских природных катастроф на побережье о. Сахалин. В состав робототехнического комплекса входит шасси с возможностью установки разных типов трансмиссий, сменных движителей (колесный, гусеничный, роторно-винтовой), надстройка для установки исполнительных устройств на приводы управления мобильной платформой; аппаратная часть. На данном этапе шасси АМРК для устранения последствий морских природных катастроф находится на этапе эскизного проектирования.

УДК 62-882

ВИШНЯКОВ А.В., ЛИПИН А.А., СТРИЖАК А.Д.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОПРИВОДА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гидропривод является неотъемлемым элементом силового оборудования современных строительных и дорожных машин. Применение гидропривода в машинах позволяет реализовать большую мощность при относительно небольших габаритах техники.

Одним из главных недостатков использования гидропривода является его зависимость от условий эксплуатации и низкий КПД. По мере эксплуатации происходит непрерывное снижение внутренней герметичности в узлах сопряжения элементов, а также увеличение вследствие износа внутренних утечек и перетекания гидравлической жидкости в насосах и гидродвигателях. Постепенно это приводит к снижению мощностных и скоростных характеристик привода и повышению вероятности возникновения отказов. Потери энергии, обу-

словленные износом элементов гидропривода, на выходе проявляются в виде снижения мощности и производительности машин, хотя потребляемая мощность остается относительно постоянной.

Обзор исследований показывает, что основными параметрами рабочих жидкостей, влияющими на ресурс гидропривода, являются вязкость и содержание механических примесей. От изменения вязкости зависит общий КПД гидросистемы и, как следствие, мощностные характеристики привода. Размер и количество механических примесей влияют на износ сопряженных деталей элементов гидропривода. В определенный момент износ деталей достигает таких значений, при которых значительно изменяется объемный и в результате общий КПД гидросистемы [1]. Наиболее подверженными износу элементами гидропривода подкопчных машин являются гидроцилиндры и гидронасосы.

Подкопчная машина предназначена для разработки и удаления грунта из под ремонтируемых трубопроводов. Гидропривод подкопчной машины выполняет функцию двигателя по поверхности трубы, а также сведения и разведения рабочих органов. Использование гидравлики на этих машинах позволяет создать необходимые тяговые усилия для удаления слоя грунта из-под ремонтируемых труб.

При фрезеровании мерзлых грунтов при помощи подкопчной машины затрачивается мощность как на разработку грунта рабочим органом (фрезой), так и на создание тягового усилия для перемещения машины по поверхности трубопровода. При этом производительность машины зависит одновременно от этих двух параметров.

При постоянной подаче и геометрических параметрах забоя грунта производительность подкопчной машины не изменяется, так как и конструктивные параметры рабочих органов и скорость резания в процессе эксплуатации остаются неизменными. Скорость резания (фрезерования) напрямую зависит от мощности и частоты вращения электродвигателя.

Тяговое усилие, в свою очередь, зависит от состояния гидропривода и параметров рабочей жидкости, что влияет на производительность машины.

1. Иноземцев, А.Н., Трушин, Н.Н. Гидравлика. Основы проектирования и расчета объемного гидравлического привода: учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. 224 с.

УДК 681.3: 539.3/8 (075)

ВОЛКОВ П.С., БАРУЛИН Д.В.,
БУДЫГИН А.С., МОРДОВИНА С.К.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ УЧАСТКОВ ПО РЕМОНТУ ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский промышленно-технологический техникум

Площадь производственных участков ремонта дорожной техники рассчитывается по суммарной площади $F_{об}$, занимаемой технологическим оборудованием, инвентарем и коэффициентом плотности расстановки оборудования K_n , учитывающей рабочие места перед оборудованием, проходы, проезды, расстояния между оборудованием и элементами зданий:

$$F = F_{об} * K_n$$

$$K_n = \text{от}(3,5 \dots 4,0) \text{ до } (7 \dots 8),$$

$F_{об}$ – см. (Площади станков).

В начале наносится сетка колонн и колонны. На план наносятся стены, перегородки, ворота, двери и окна. Расстояние между осями пролета кратно 6. Шаг наружных колонн – 6м.

Спасательные средства должны обладать амфибийными качествами, т.е. должны двигаться в условиях как чистой воды, так и покрытой льдом;

Спасательные средства должны преодолевать пятна горящей на воде или льду нефти.

После предварительной проработки вопросов условий эксплуатации и конструктивных особенностей существующих спасательных средств для эвакуации персонала нефтегазодобывающих платформ сформулирована основная концепция универсального спасательного средства.

Это спасательное средство представляет собой плавающую машину оснащенную роторно-винтовым движителем. Габаритные размеры: длина 9,5 м, ширина 4,6 м, высота 3,06 м. Полная масса 7.5 т, вместимость 38 человек-36 эвакуируемых и 2 человека экипажа. Скорость на льду - до 35 км/ч, снегу – до 40 км/ч и на воде - до 5 км/ч. Диаметр базового цилиндра движителя 1,2м. Длина роторно-винтового движителя 6,65 м, дорожный просвет 0,54 м. Способность двигаться по пятну горящей нефти обеспечивается наружной изоляцией корпуса жаропрочными плитками, применяемыми на корпусах космических кораблей многоразового использования.

Способность движения по льду, снегу, воде и комбинации этих сред обеспечивается установкой на спасательное средство роторно-винтового движителя. Рассматривается вариант установки на универсальное спасательное средство силовой установки и элементов трансмиссии от артиллерийского тяжелого гусеничного тягача.

Расчет и проектирование универсального спасательного средства, представляющего собой плавающую машину с роторно-винтовым движителем, проводилась по аналогии с существующими плавающими амфибиями, что не будет вызывать принципиальных затруднений.

Единственный аспект, который до сегодняшнего дня не исследован достаточно ни у конструкторов судов, ни у конструкторов плавающих машин- это выход из воды на лед. Этому вопросу не уделялось достаточно внимания поэтому, что не было потребности двигаться в таких условиях. Одним из основных требований к спасательным средствам, предназначенным для эвакуации персонала нефтегазодобывающих платформ на шельфе Арктических морей, является способность движения.

УДК 629.113

ЗЫКОВ В.В., СУРОВЦЕВ А.С., ЕРЕМИН М.М., КОЛОТИЛИН В.Е.

МАШИНЫ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ СНЕГА И ЛЬДА НА ДОРОГАХ МЕХАНИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

Льдоочистители с ударным рабочим органом. Ударный рабочий орган применяется для ударного разрушения прочных ледовых образований на поверхности дорожного покрытия. Специальное рабочее оборудование устанавливается на тракторах МТЗ-82 и в зависимости от конструктивных особенностей (углы резания и энергия удара) носит названия Д-447 или КО-707.

Рабочий орган ударного действия обладает небольшой энергоемкостью, потому что лед, как хрупкий материал, хорошо колется и разрушение его осуществляется крупным сколом, а не измельчается до снегообразной массы, как это происходит у других типов рабочего органа.

Как показывает анализ отечественных и зарубежных конструкций, при ударном способе разрушения льда наиболее существенными являются зависимость характера разрушения от формы рабочего органа и первоначальной энергии удара, временная зависимость процесса ударного разрушения и образования зон пластического и хрупкого разрушений льда.

Для наиболее эффективного использования динамических нагрузок и установления рациональных параметров рабочих органов при ударном разрушении необходимо учитывать величину энергии единичного удара, массу ударника, скорость приложения нагрузки и шаг скола.

Минимально необходимую энергию удара следует учитывать потому, что между кинематикой движения ударника и сопротивляемостью льда нет постоянного соответствия.

Поэтому в случае, если величина энергии единичного удара будет избыточна (при работе на льду малой толщины), то излишек работы пойдет на разрушение низлежащего слоя, то есть асфальта или бетона, что крайне нежелательно. Кроме того, многочисленными исследователями было установлено, что для каждого значения энергии единичного удара при ударном скалывании льда существуют ярко выраженные оптимальные значения геометрических параметров процесса (расстояние до точки удара от открытой стенки, толщины стружки и так далее). В исследуемых пределах значений скорости движения рабочего органа величина последней на энергоемкость разрушения существенного влияния не оказывает.

УДК 62-4

КАТКОВ А.А.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОЖНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Целью работы является повышение эффективности эксплуатации ДСМ в условиях холодного климата за счет обоснованного выбора трансмиссионных масел.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- обосновать критерий работоспособности трансмиссионного масла и диагностический параметр для его оценки;
- исследовать влияние фактора обводнения на работоспособность трансмиссионного масла;
- проанализировать факторы, оказывающие существенное влияние на процессы обводнения масла в агрегатах трансмиссии при эксплуатации ДСМ в условиях холодного климата;
- разработать методику выбора трансмиссионного масла с учетом закономерностей влияния обводнения.

Методика исследований представляет собой комплекс эмпирических и теоретических методов исследования.

Научная новизна заключается в предложении нового комплексного критерия выбора трансмиссионного масла, учитывающего гидролитическую устойчивость масел и степень ее реализации в заданных условиях эксплуатации ДСМ.

Библиографический список

1. **Аметов, В.А.** Разработка путей повышения надежности агрегатов трансмиссии автомобилей по параметрам работающего масла: Дис. канд. техн. наук / В.А. Аметов. Томск, 1986. - 193 с.
2. **Балтенас, Р.** Моторные масла. / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В. Шергалис. - Москва-СПб.: Альфа-Лаб, 2000. -272 с.
3. **Балтенас, Р.** Трансмиссионные масла. Пластичные смазки / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В. Шергалис. СПб.ЮОО «Издательство ДНК», 2001. -208 с.

ВЛИЯНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Обзор аварийности на дорогах Российской Федерации. В 2016 году в некоторых регионах Российской Федерации существенно снизились случаи аварий на автомобильных трассах, дорогах и магистралях. И, тем не менее, количество подобных происшествий хотелось бы еще больше снизить, прежде всего, ради того, чтобы меньше гибло людей. В общей своей тенденции, конечно же, объем аварийных случаев на российских дорогах уменьшается.

Неисправные автомобили также продолжают давать о себе знать, они часто мелькают в том или ином ДТП в качестве виновников. Кроме этого, замечено, что по тем или иным причинам чаще стали случаться аварии на дорогах, где участниками являются автобусы с пассажирами.

Кроме региональных данных, статистика еще рассматривает и фиксирует случаи частото попадания в ДТП тех или иных марок автомобилей. Это необходимо для того, чтобы вычислить качество производителя, насколько машины являются маневренными, нормально ли в общей тенденции у той или иной марки работают тормозные системы и другие характеристики.

Анализ технического состояния транспортных средств. При анализе данных пункта инструментального контроля было установлено, что 17% неисправных транспортных средств приходится на неисправности рулевого управления, среди которых, согласно пунктам требований ПДД РФ, встречаются такие неисправности, как превышение допустимого значения суммарного люфта в рулевом управлении (55% случаев); так и более серьезные неисправности – неисправности рулевых тяг или усилителей руля (38% и 8% случаев соответственно). Так же имеют место случаи с двумя и более неисправностями в рулевом управлении одного автомобиля.

Так же были выявлены процентные соотношения количества автомобилей одной марки к общему количеству случаев неисправности рулевого управления, а также учитывалась зависимость от конструкции рулевого управления. Соотнеся полученные данные с составом транспортного потока (процентное соотношение той или иной марки к общему числу ТС), мы получаем коэффициенты, наибольшие значения которых свидетельствуют о необходимости дальнейшего отслеживания технического состояния транспортных средств.

По текущим результатам, наибольшего внимания заслуживают автомобили ГАЗ с использованием рулевого механизма и Daewoo с использованием рулевой рейки в конструкции рулевого управления.

Следующим этапом исследования станет разработка мероприятий по профилактике неисправностей рулевого управления, а также разработка мероприятий по ужесточению надзора за исправностью транспортных средств.

МАШИНЫ ДЛЯ ЗИМНЕГО И ЛЕТНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

Дорога – сложное, высокотехнологичное инженерное сооружение. Огромных затрат стоит возведение и реконструкция автомобильных дорог, но при соответствующей и своевременной эксплуатации можно избежать крупных затрат на ремонт, а также поддерживать надлежащее состояние дорожного покрытия и прочих конструктивных элементов дорог.

Так же следует отметить, что состояние автомобильной дороги напрямую влияет на безопасность участка дорожной сети. По причине некачественного автодорожного покрытия в 2016 году случилось 30667 аварий. Этот факт лишний раз доказывает необходимость грамотной эксплуатации автомобильных дорог.

Учитывая тот факт, что большая часть междугородних соединений представляет собой неосвещенные участки дорог, необходимо подчеркнуть важность дорожной разметки. Разметочные машины отличаются друг от друга рядом параметров, что объясняется, прежде всего, различием фирм-изготовителей, различием в разных странах стандартов на разметку, различием технологий работ. Разметочные машины условно классифицируют по следующим признакам: функциональному назначению, типу ходовой части, применяемому материалу и способу нанесения знака.

Существуют четыре основных способа механизированного нанесения разметочных линий и знаков лакокрасочными и термопластичными материалами. Существует также способ наложения пленочных материалов на дорожные покрытия, но он, как и способ фрезерования выемок под укладку термопластичных материалов, не получил достаточно широкого распространения из-за малой производительности и высокой стоимости наносимого материала. Простейшие из указанных способов - бескомпрессорный и гравитационный.

Также в зимний период особенно важно состояние дорожного полотна. Оно обеспечивается, как и дорожными насаждениями, защищающими от снежных наносов, так и специальной техникой – скальвателями льда и снегоочистительными машинами.

Скальватели предназначены для скалывания и рыхления снега, уплотненного в результате движения транспортных средств и превратившегося из сыпучего в твердое тело. В настоящее время серийно изготавливают один тип машины этого назначения. Оборудование для скалывания уплотненного снега является одним из рабочих органов снегоочистительных машин. Это оборудование монтируют перед задними колесами базового трактора и состоит оно из рамы, двух полурам, размещенных по сторонам капота двигателя трактора, двух плит с гребенчатыми ножами и предохранительными устройствами, а также цилиндров подъема рамы.

На дорогах общего пользования в основном используются плужные снегоочистительные машины. Плужное снегоочистительное оборудование устанавливается на автомобильных шасси, колесных и гусеничных тракторах, автогрейдерах и других базовых тяговых средствах.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ ПО ПАРАМЕТРАМ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Быстрый рост объемов транспортного движения в крупных городах России требует новых подходов к формированию эффективных транспортных систем. Один из таких подходов - это постоянный мониторинг за состоянием дорог в режиме реального времени. В настоящее время спутниковые системы отслеживают наличие пробок на улицах городов по скорости перемещения автомобилей. Предлагаемая работа направлена на то, что бы определять не только заторы на дорогах, но и по косвенным признакам определять состояние дорожного покрытия и своевременно информировать коммунальные службы о возникновении проблем на том или ином участке дороги.

В качестве метода исследования параметров движения был выбран метод натуральных (практических) исследований, который проводится непосредственно при участии человека на выбранном участке УДС и заключается в фиксации параметров дорожного движения в конкретный период времени и анализе этих данных, так как практические исследования - это единственный способ, позволяющий получить достоверную информацию о состоянии дорог, качестве и принципах организации дорожного движения на участке УДС, а также описать наибольшее количество характеристик дорожного движения. Сбор данных производился с помощью подвижных средств. Такой способ позволяет получить пространственную характеристику организации дорожного движения на разных участках УДС города методом пассивного наблюдения, при котором фиксировались данные и характеристики по транспортным потокам и организации дорожного движения, не изменяя текущей ситуации.

Так как параметры дорожного движения и в первую очередь скорость транспортных потоков существенно меняется даже при небольших изменениях состояния дорожного покрытия, для выявления степени реакции транспортных потоков на эти изменения и проводились представленные исследования.

В настоящее время критерием технико – экономического обоснования требований к уровню содержания принимают минимум приведенных затрат, которые в общем виде состоятся из двух групп – затраты, сумма которых сокращается с ужесточением требований к уровню содержания дороги и затраты, сумма которых увеличивается с ужесточением требований к уровню содержания дороги. К первой группы относят затраты автомобильного транспорта, которые сокращаются с ростом скорости движения. К ним относятся суммы на все виды ремонта и техобслуживания автомобилей, связанные с моточасами и суммы на компенсацию последствий ДТП. Ко второй группе относят затраты на содержание дороги, которые увеличиваются с ростом требований и в зависимости от длительности и вероятности действия метеорологических факторов. В настоящее время единственным способом повышения эффективности работы парков снегоуборочных машин является управление временем выезда автомобилей на линию. Именно применение современных методов контроля за дорожной обстановкой, с использованием навигационных программ и компьютерных методов обработки данных, с целью повышения эффективности использования парка коммунальных машин, обеспечивающих своевременное начало снегоочистки, посвящается данная работа.

За период с лета 2016 года авторами были проведены статистические исследования параметров транспортных потоков, по определению влияния различных дорожных условий на скорость движения. Полученные результаты показали, что поставленная задача не может быть определена в населенных пунктах, находящихся на трассе, так как скорость движения в них зависит в первую очередь от наличия ограничения движения, а не состояния дорожного покрытия, также при движении в пробках и при наличии светофорных объектов, вызываю-

щих уменьшение скорости движения чаще, чем 1 раз в 500 метров скорость движения будет зависеть в первую очередь от частоты изменения. Особняком стоят въезды в города, так как в этом случае некоторые водители продолжают вести свое транспортное средство без учета действующего ограничения скоростного режима. С учетом изложенного ранее для города Н.Новгород и трассы М7 предложена схема контроля за средними скоростями движения, с целью определения состояния дорожного покрытия, которая свидетельствует о том, что если максимальная скорость движения транспортных средств, на участках дорог, удовлетворяющих вышеназванным критериям, становится меньше 75% от разрешенной скорости, то это означает, что состояние дороги находится в ненадлежащем виде и требует срочного проведения работ по ее приведению в состояние, соответствующее технологическим требованиям.

Библиографический список

1. Закон РФ от 10.12.95. №196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»
2. Технический регламент таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств, ТР ТС 018/2011
3. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки
4. ГОСТ Р 50597-93 Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условию соблюдения безопасности дорожного движения
5. ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог
6. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования.
7. ОДМ 218-2-020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог
8. ОДМ 218.4.005-2010 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах
9. ОДН 218.0.006-2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. Основные положения.
10. Анализ дорожно-транспортных происшествий. Коллинз Д., Моррис Д. Изд-во «Транспорт», 1971 г., стр. 128.

УДК 681.3: 539.3/8 (075)

КУЛИКОВ С.А., КОПЕЙКИН М.О.,
ТИШКОВ М.А., МОРДОВИНА С.К.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДБОРА ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА МАШИН

Нижегородский промышленно-технологический техникум

В состав ремонтного завода дорожных машин входят: разборочный цех с отделениями наружной мойки, разборки машин и агрегатов, очистки, обезжиривания и мойки деталей, контроля и сортировки деталей; цех по ремонту деталей; сборочный с отделениями комплектровки и подгонки деталей, сборки узлов, агрегатов и машин, испытания, окраски агрегатов и машин; механический; кузнечно-термический; металлоконструкций; сварочно-наплавочный; по ремонту электрооборудования; по ремонту гидро- и пневмооборудования; гальванический; деревообделочный и обойный цеха.

Дорожные машины, поступившие в капитальный ремонт, подвергаются наружной мойке. После мойки машину разбирают на агрегаты, узлы и отдельные детали, которые направляют в моечное отделение. Дальше агрегаты и узлы разбирают на детали, которые направляют в моечное отделение, где подвергают чистке, обезжириванию и мойке. Детали затем

поступают на контроль и сортировку, их рассортировывают на годные, требующие ремонта, и негодные.

Годные детали поступают на склад годных деталей, негодные — на склад утиля. Детали, требующие ремонта, поступают в цеха по восстановлению деталей, а после восстановления — на склад годных деталей. Из склада годные детали поступают в комплекточное отделение, где их подбирают по размерам и комплектуют в труппы, которые направляют в слесарно-подгоночное отделение и затем в сборочный цех для сборки. После окончания сборки агрегаты и узлы проходят соответствующие испытания и окраску, а затем непосредственно или через склад поступают в отделение общей сборки машин.

Предмет исследовательской работы: автоматизация расчета технологии восстановления деталей, технического нормирования труда и проектирования производственных участков авторемонтных предприятий.

Цель работы: внедрение информационной системы поддержки работы преподавателей специальных дисциплин техникума, в целях снижения трудозатрат преподавателей техникума.

Методы исследования: изучение методической и нормативной литературы по методике расчета технологии восстановления деталей, технического нормирования труда и проектирования производственных участков авторемонтных предприятий.

Средства реализации программы язык программирования Visual Basic 2010, управления базами данных SQL.

Основные системные и технико-экономические характеристики:

- установленный на ПК Microsoft SQL Server версии 2008 и выше;
- установленный AutoCad версии 2010 и выше;
- установленный Microsoft .NET Framework 4.

Библиографический список

1. Гордеев, Б.А., Куклина, И.Г. Автоматизированная диагностика элементов машин // Журнал «Автоматизация в промышленности» №3 2010
2. Куклина, И.Г. Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской. Журнал Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. № 9 2011г.

УДК 539.4

ЛИПИН А.А., ВИШНЯКОВ А.В., СТРИЖАК А.Д., КАЗАКОВ С.Е.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКЛИНИВАНИЯ РОТОРНО-ВИНТОВОГО ДВИЖИТЕЛЯ ПРИ РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Роторно-винтовой движитель (РВД) обеспечивает необходимую проходимость транспортно-технологическим машинам по опорным основаниям с низкой несущей способностью. Среды передвижения представляют собой сложную и неоднородную структуру с множеством посторонних включений и неоднородностей. Наличие посторонних включений увеличивает вероятность создания внештатных режимов эксплуатации, нередко приводящих к повышению нагруженности узлов и агрегатов роторно-винтовой машины (РВМ). При проектировании РВМ необходимо проводить расчеты, учитывающие режимы нарушения нормальных условий эксплуатации, его географию применения и структуру опорного основания. Для решения подобного типа задач, наиболее удобным и экономически целесообразным является применение современных программных комплексов, основанных на методе конечного элемента.

Одной из проблем движения РВД, является заклинивание его реборды в опорном основании ввиду возникновения различного рода препятствий. Целью данной работы является моделирование заклинивания роторно-винтового движителя при рабочей скорости вращения. Для выполнения поставленной задачи использовалась программа ANSYS 17.2, позволяющая достаточно точно моделировать напряженно-деформированное состояние конструкции, определять наиболее нагруженные участки.

В связи с ограниченностью вычислительных ресурсов, для исследования процесса заклинивания был проведен статический расчет движителя. Конструкция РВД представляет собой полый цилиндр длиной 5200 мм, диаметром 600 мм и толщиной стенки 2 мм. Под углом 90° к шнеку приварена реборда высотой 100 мм, толщиной 2 мм, шаг и общая длина которой составляют 550 мм и 4560 мм соответственно. В качестве материала шнека была выбрана сталь аустенитного класса 12Х18Н10Т с билинейным упрочнением. Вес рассматриваемой РВМ учитывался в виде задания распределенной нагрузки на места закрепления шнека с рамой машины. Процесс заклинивания представляет собой попадание одной из реборд шнека между грунтовыми включениями, прочность которых, во много раз превышает прочность материала шнека. При поступающем моменте вращения с двигателя происходит резкая остановка ротора. Моделирование вращательного движения ротора осуществлялось путем задания угловой скорости вращения, установленной в расчете 95 рад/с. В качестве граничных условий, принято ограничение всех степеней свободы для средней реборды в точках ее контакта с опорным основанием.

Зона наибольших напряжений локализуется в месте контакта закрепленной реборды шнека, максимальное значение которых составляет 145 МПа. Анализ результатов численного моделирования заклинивания РВД показал, что условие статической прочности шнека при рабочей скорости вращения выполняется с минимально допустимым значением коэффициента запаса прочности по пределу текучести 1,5 (согласно ГОСТ Р 52857.1-2007).

Полученные результаты подтверждают важность проведения подобного типа расчетов. Для повышения моточасов работы, при проектировании необходимо учитывать всевозможные факторы, оказывающие влияние на долговечность и прочность конструкций РВМ, в том числе проводить расчет процесса заклинивания. Неблагоприятные условия эксплуатации не ограничиваются рассмотренной проблемой, для минимизации их негативного воздействия требуется подробный анализ возможных внештатных ситуаций и выбор оптимальных рабочих параметров РВД.

УДК 629

МАЛЫЙ Д.А., ЮРЬЕВ Р.Д., КУКЛИНА И.Г.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРОНАГРУЖЕННОСТИ РОТОРНО-ВИНТОВОЙ МАШИНЫ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Моделирование при помощи стандартных объектов в 3ds Max является основным базовым методом создания визуализированных элементов объектов достаточно сложной структуры (такowymi и являются движители роторно-винтовых машин). Операции производятся с применением примитивов, которые в сочетании друг с другом представлены отдельными элементарными частями составных объектов.

В рамках данной работы были применены операции современного программного средства 3ds Max:

- полигональное моделирование, которое включает Editable poly (редактируемый полигон), - это самый распространенный метод моделирования и Editable mesh (редактируемая поверхность);

- моделирование, основанное на неоднородных рациональных В-сплайнов (NURBS);
- моделирование с помощью так называемых «сеток кусков» или поверхностей Безье (Editable patch) — используется при моделировании тел вращения;
- моделирование с помощью встроенных библиотек стандартных параметрических объектов (примитивов) и модификаторов.

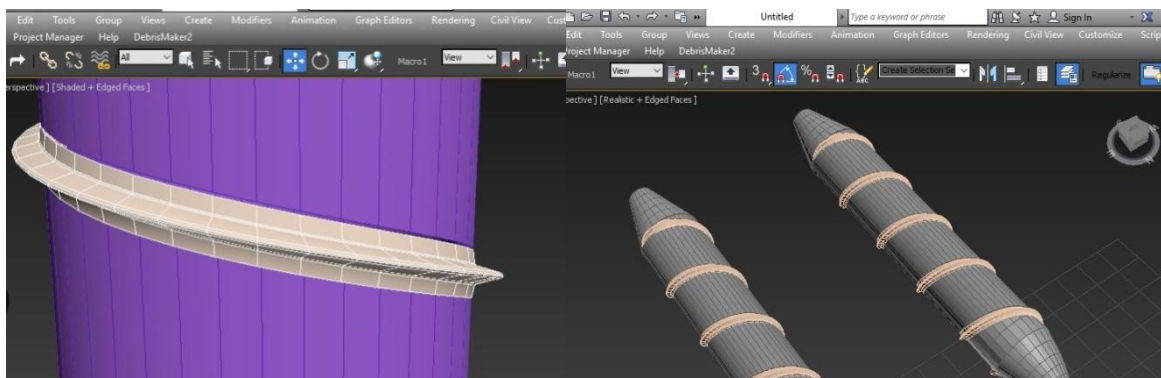


Рис. 1. Визуализация рабочих процессов движителя РВМ

Объектом реализации явилась программная среда для обработки информации о передвижении роторно-винтовой машины по заснеженной местности, для дальнейшего использования в различных целях.

Библиографический список

1. Келли Мэрдок 3ds Max 2012. Библия пользователя = 3ds Max 2012 Bible. — М.: «Диалектика», 2012. — 1312 с.
2. **Куклина, И.Г.** Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской. Журнал Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. № 9 2011г.

УДК 629.3

МОКЕРОВ В.С. МОЛЕВ Ю.И.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ЗВУКОВОЙ ВИБРАЦИИ МАШИН, ОСНАЩЕННЫХ РОТОРНО-ВИНТОВЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Увеличение мощностей транспортных и технологических машин их геометрических размеров приводит к увеличению мощности излучаемой акустической энергии в воздушное пространство и в кабину операторов, что является фактором неблагоприятного воздействия на человека и окружающую среду. В зависимости от уровня шума, его длительности и индивидуальных особенностей человека в его организме могут возникать различные негативные последствия.

Даже незначительный шум (50...60 дБ) создает значительную нагрузку на нервную систему человека, особенно у людей, занятых умственным трудом. Шум оказывает на них психологическое воздействие, вызывая раздражение. Воздействуя на кору головного мозга, раздражение ускоряет процесс утомления, ослабляет внимание и замедляет психические реакции. По этой причине шум может стать причиной травмы (инициирующей опасностью).

Длительное действие шума с уровнем 80...85 дБА, что является допустимым уровнем воздействия на оператора вездеходной техники, часто приводит к неврозам, сердечно-сосудистым (ишемическая болезнь сердца и гипертоническая болезнь), желудочно-

кишечным заболеваниям и к снижению производительности труда. В ряде случаев ухудшается зрение, наблюдается расстройство вестибулярного аппарата. Под действием шума происходит перенапряжение нервной системы, которое приводит к ослаблению иммунитета. Вследствие этого могут обостряться инфекционные, онкологические, аллергические и другие заболевания. Наблюдается общий рост заболеваемости.

В общем случае снижение шума и вибрации в кабинах осуществляется тремя способами:

- 1) снижение шумовиброактивности источников энергии;
- 2) снижение шума и вибрации на пути распространения;
- 3) применение средств виброшумозащиты в кабине.

При этом третий способ совершенно не зависит от типа шума, создаваемого двигателем и представляет собой отдельную научную задачу, в общем виде никак не связанную с параметрами роторно-винтового двигателя, поэтому в дальнейшем рассмотрим два оставшихся способа в отдельности.

Снижение шума в источниках акустической энергии. Снижению виброакустической активности в источниках посвящено наибольшее число работ [3, 4, 5, 6,7], в которых изложено теоретическое обоснование генерации, распространения вибрации и шума, а также предложены методы снижения виброакустической энергии. В основном, рассмотрены виброакустические процессы в динамических системах при гармоническом, полигармоническом возмущениях. Уменьшение вибрации и шума в источнике может быть обеспечено двумя способами: уменьшением возмущающих сил и звукоизлучающей способности элементов источника [1,8].

Амплитуда возмущающих сил в механических системах может быть уменьшена за счет [1,3,7]:

- уравнивания вращающихся или возвратно-поступательно движущихся масс;
- динамической балансировки вращающихся элементов механизмов и машин;
- снижения частоты вращения и внешних нагрузок;
- повышения точности изготовления деталей и соответствующего выбора посадок в сопрягаемых деталях.

Звукоизлучающая способность элементов источника может быть снижена за счет:

- нарушения синфазности колебательных процессов в корпусных, рамных, опорных, панельных и оболочных конструкциях;
- увеличения демпфирования и уменьшения площади излучающих поверхностей;
- применения материалов с улучшенными виброакустическими характеристиками и др. [3,7], что можно осуществить на стадии проектирования, но практически невозможно на стадии модернизации уже существующей машины.

Анализ проведенных исследований показал, что роторно-винтовой двигатель представляет собой сложную динамическую систему, строгое математическое описание быстропеременных процессов которой из-за многомерности и многокритериальности традиционными методами на основе классических теорий колебаний, акустики и статической физики, практически невозможно [2,3,7]. Однако сложившиеся методы акустического проектирования специальных шасси при обоснованных аппроксимациях и допущениях в большинстве случаев позволяют получить приближенные расчетные модели, обеспечивающие решение задач акустической защиты оператора с приемлемой для практики точностью после испытаний опытных образцов машин и уточнения экспериментальным путем акустических характеристик кабины [3].

На стадии проектирования необходимо иметь возможность влиять на акустические характеристики двигателя путем варьирования его формы, материала, жесткости конструкции, величиной и направлением приложения нагрузки, а также параметрами подвески данного двигателя.

Библиографический список

1. **Бородинский, А.С.** Снижение структурного шума в судовых помещениях / А.С.Бородинский, В.М. Спиридонов. - Л.: Судостроение, 1984. - 221 с.
2. Дорожно-строительные машины и комплексы: Учебник / Под общ. ред. В.И. Баловнева. - Москва-Омск: Изд-во СибЛДИ, 2001. - 528с.: ил. 209.
3. **Иванов, Н.И.** Борьба с шумом и вибрациями на путевых и строительных машинах / Н.И. Иванов. - М.: Транспорт, 1987. - 223. с.
4. **Клюкин, И.И.** Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах / И.И. Клюкин. - Л.: Судостроение, 1971. - 416 с.
5. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Под ред. Г.Л. Осипова и Е.Я. Юдина. - М.: Стройиздат, 1987. - 558 с.
6. Техническая акустика транспортных машин: справочник / Под ред. Н.И.Иванова. - СПб.: Политехника, 1992. - 365 с
7. **Устинов, Ю.Ф.** Прогнозирование и методы расчета виброакустических параметров землеройно-транспортных машин: Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук. / Ю.Ф. Устинов. - Воронеж: ВГАСА, 1997. - 426 с.
8. **Эйхлер, Ф.** Борьба с шумом и звукоизоляция зданий / Ф, Эйхлер. - М.: Гос.изд. литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962.-310 с.

УДК 629

ПЛАСТОВ Е.И., ЕРАСОВ И.А., ЗУДИН В.А., ФИЛИППОВ С.А.,
АЛИН И.А., ОБРЕЗКОВА В.Е.

ТОНКОСЛОЙНЫЕ ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Нижегородской области в основном сложилась сеть территориальных дорог. Их задачей является обеспечение круглогодичной автотранспортной связи между городами, районными центрами, усадьбами и сельскохозяйственными предприятиями.

Однако необходимо отметить, что много населенных пунктов не имеют дорог с твердым покрытием. В наше время это совершенно ненормальное явление. Около половины дорог в области имеют недостаточную прочность дорожной одежды, которая в свое время была рассчитана на осевую нагрузку автомобиля 6-8 т. По европейским меркам это требование составляет 11,5 т, поэтому многие территориальные дороги требуют усиления и реконструкции.

Впервые технология тонкослойных покрытий была использована в Германии в 60-е годы прошлого века, где в качестве тонкослойных покрытий, укладываемых на укрепленный грунт, применяли открытые смеси из щебня, обработанного органическими вяжущим (черного щебня), толщиной слоя 3...4 см. Эти покрытия водопроницаемы.

Используя положительный опыт Германии, на территории России были построены участки дорог с применением холодной смеси на пасте в качестве закупорочного слоя покрытия из черного щебня, уложенного на цементогрунт. Несмотря на укладку поздней осенью в холодную, сырую погоду, смесь хорошо формировалась, а обследования, проведенные спустя четыре года, показали, что опытный участок находится в хорошем состоянии. На опытном участке не было замечено никаких значительных деформаций, а поперечные трещины отсутствовали.

Высокая трещиностойкость и сдвигоустойчивость, а также водонепроницаемость и хорошая шероховатость свидетельствуют о перспективности такого типа покрытий на жестких основаниях (в частности - цементогрунте) и о преимуществах перед асфальтобетоном, применяемым наиболее часто в подобных конструкциях в настоящее

время. Холодные битумоминеральные смеси на эмульсиях и паста хорошо зарекомендовали себя в практике дорожного строительства. Простота изготовления, использование для их приготовления вязких «непережженных» битумов, отсутствие подогрева и меньшая склонность к трещинообразованию служат хорошими предпосылками для их широкого распространения в дорожном строительстве.

УДК 629

ПЛАСТОВ Е.И., ЯНКОВИЧ А.В., ЗУДИН В.А.
ФИЛИППОВ С.А., АЛИН И.А., ОБРЕЗКОВА В.Е.

РАЗРАБОТКА ЛЬДА МАШИНАМИ ФРЕЗЕРНОГО ТИПА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В нашей стране выполняются значительные объемы работ по вскрытию ледяного покрова. Такие виды работ выполняются при прокладке в зимнее время через реки и водоемы магистральных газонефтепроводов и кабельных линий электропередач и связи, при гидротехническом строительстве. Лед оказывает разрушающее действие на корпуса судов в период зимнего отстоя, поэтому возникает необходимость их периодической околки.

Опыт эксплуатации многих типов машин и механизмов, входящих в различные технологии разработки льда на водоемах, подтвердил, что наиболее эффективным и производительным является способ с применением ледофрезерных машин с концевой и дисковыми фрезами.

Ледофрезерные машины можно подразделить по типу привода: от электродвигателя, двигателя внутреннего сгорания и дизель-электрический; по типу рабочего органа на: дисковые, концевые, рабочий орган ударного действия, цепной и комбинированный; по типу движителя: колесные, гусеничные, роторно-винтовые, распорные шипо-барабанные и с тросовой тягой.

Анализ теоретических и экспериментальных исследований и опыта практических работ показывает, что для ледофрезерных машин с навесным рабочим оборудованием фрезерного типа необходимо применять специальные движители: для легких ледорезных установок - распорный шипобарабанный движитель, для тяжелых ледофрезерных машин – роторно-винтовой движитель.

Распорный шипобарабанный движитель, представляющий собой барабаны со специальными шипами-зацепами, врезающимися в боковые стенки прорези, образованной рабочим органом - концевой фрезой. Прижатие барабанов ко льду и удержание их осуществляется с помощью ручного червячного механизма. Специфика распорного шипобарабанного движителя состоит в том, что сила тяги не зависит от веса машины, а является функцией геометрических параметров собственно движителя и прочностных характеристик льда.

Постановка роторно-винтового движителя на ледофрезерные машины обуславливается: более высокими тяговыми качествами движителя, позволяя рабочему органу осуществлять силовой режим резания - наиболее рациональный с точки зрения энергоемкости процесса; достаточно хорошим сцеплением с заснеженной поверхностью льда; необходимой устойчивостью прямолинейного движения в рабочем режиме. Роторно-винтовой движитель обеспечивает не только плавучесть, но и имеет достаточно высокие самоходные качества на воде и решает полностью вопросы самостоятельного выхода машины из полыньи на лед.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖАТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существуют разные виды автомобильного топлива: бензин, дизель, пропан – бутановая смесь, и др. Наиболее перспективным для России является метан. Потенциальные запасы природного газа нашей страны оцениваются в 151,3 трлн куб.м., что составляет около 40% общемировых запасов. Природный газ добывают на месторождениях и транспортируют по магистральному газопроводу. По пути он проходит очистку, осушку и сжимается в компрессоре. После этого метан подается в заправочные баллоны автомобилей в сжатом виде.

Плюсы использования сжатого природного газа в качестве топлива для специальных строительно-дорожных машин:

1. Технологичен. СПГ не образует отложений в топливной системе, не смывает масляную пленку со стенок цилиндров, тем самым снижает трение и уменьшает износ двигателя. При сгорании природного газа не образуются твердых частиц и золы, вызывающих повышенный износ цилиндров и поршней двигателя. Тем самым ресурс мотора увеличивается в 1,5-2 раза;
2. Безопасен. Метан относится к наиболее безопасному 4 классу топлива, согласно классификации горючих веществ по степени чувствительности. Метан в два раза легче воздуха, поэтому в случае утечки он быстро и бесследно улетучивается, а не оседает, образуя взрывоопасную концентрацию, как другие виды топлива;
3. Экологичен. До 90% загрязнения воздуха в крупных городах составляют выхлопы автотранспорта, который использует преимущественно нефтяные виды топлива. Автомобили на метане соответствуют экологическим стандартам Евро-4 и Евро-5;
4. Экономичен. Метан - топливо, требующее минимальных затрат на переработку. Природный газ - фактически готовое топливо, не требующее никакой переработки, кроме сжатия в компрессоре и осушки. Средняя розничная цена 1 куб.м по РФ – 12-13 рублей. Это в 3-4 раза дешевле бензина или дизельного топлива.

Минусы использования СПГ:

1. Недостаточно развитая инфраструктура. На данный момент в России насчитывается около 300 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. Далеко не везде можно заправиться метаном. Так, например, в Нижегородской области насчитывается всего 4 АГНКС.
2. Высокая стоимость оборудования. Автомобили с предустановленным заводским ГБО стоят минимум на 100 – 150 тыс. руб. дороже.

Итог: Метан обладает явными преимуществами перед другими видами топлива, однако высокая стоимость оборудования и недостаточно развитая инфраструктура замедляют рост использования сжатого природного газа в качестве топлива для специальных строительно-дорожных машин.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОЛЕБАНИЙ РОТОРНО-ВИНТОВОЙ МАШИНЫ НА УПРУГО-ВЯЗКОЙ ПОДВЕСКЕ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Структура сайта – это логическая взаимосвязь отдельных страниц сайта, представленная в иерархическом порядке. Другими словами, это внутреннее устройство сайта, основа расположения страниц, разделов и всего остального. В процессе составления структуры определяется, какие разделы являются наиболее важными и их стоит включить в навигационное меню, а какие второстепенными, авторитетность каких страниц нужно повышать внутренними ссылками, под какие запросы из семантического ядра страниц на сайте не хватает и их нужно создавать.

Структура сайта - способ компоновки, расположения, а значит, и подачи информации, который, благодаря использованию специальных инструментов, упрощает ее восприятие.



Рис. 1. Страница регистрации на сайте кафедры

Верстка представляет собой процесс интеграции текстового содержания, графики и программных компонентов в единое целое, т. е. придание страницам окончательного вида. В процессе верстки страницы приобретают вид, в котором они предстанут перед конечным пользователем (за исключением информационного наполнения).

На данном этапе происходит дополнительный контроль качества выполняемой работы, производится оптимизация web-страниц под особенности конкретных браузеров, используемых посетителями сайтов для навигации по Интернету. Учитываются особенности представления страниц при различных настройках глубины цвета и экранных разрешений.

Библиографический список

1. **Википедия.** Свободная энциклопедия. – URL: <http://ru.wikipedia.org/>
2. **Куклина, И.Г.** Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской. Журнал Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. № 9 2011г.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ВЫБОРОМ СТРОИТЕЛЬНОЙ И ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Предложенная информационно – справочная система представляет собой совокупность организационных, технических, программных и информационных средств, объединенных в единую систему с целью сбора, хранения, обработки и выдачи информации поиска необходимого и оптимального образца дорожной и строительной техники для выполнения поставленных задач при строительстве дорог.

В случае внедрения программы, а именно информационной базы данных по выбору и накоплению информации, в сфере дорожной техники будет получен результат, который приведет к увеличению производительности работ за счет увеличения скорости обработки информации, благодаря простому и удобному интерфейсу снизятся затраты времени и труда.

Разработанная база данных строительной и дорожной техники позволяет оптимизировать выбор транспортного средства посредством его характеристик, будет способствовать наиболее точному и наглядному просмотру существующих видов машин и отбору необходимого строительного средства. Так же для более широкого доступа к информации разработан и создан информационный сайт специализированной техники для строительства и обслуживания автомобильного дорожного полотна.

Указав в окне “просмотр” необходимые параметры, можно получить полный список техники, соответствующей заданным характеристикам, и осуществлять предметный поиск далее.

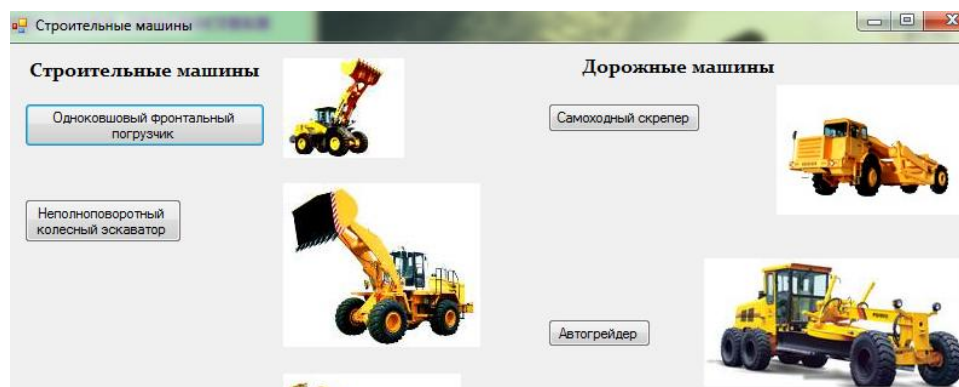


Рис. 1. Интерфейс работы программы по выбору строительной и дорожной техники

В представленной исследовательской работе отображена возможность использования совокупности информационных технологий с целью решения проблемы оптимизации процессов выбора специальной техники для строительства и обслуживания автомобильных дорог.

Библиографический список

1. Гордеев, Б.А., Куклина, И.Г. Автоматизированная диагностика элементов машин // Журнал «Автоматизация в промышленности» №3 2010
2. Куклина, И.Г. Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской. Журнал Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. № 9 2011г.

ДИНАМИЧЕСКАЯ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТЬ ДЛИННЫХ РОТОРОВ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В исследуемом процессе изучается влияние продольной распределенной нагрузки, действующей от контакта ротора с опорной поверхностью материала. Расчетная схема динамики длинных роторов, с учетом действия внешней нагрузки будет выглядеть следующим образом (рис. 1).

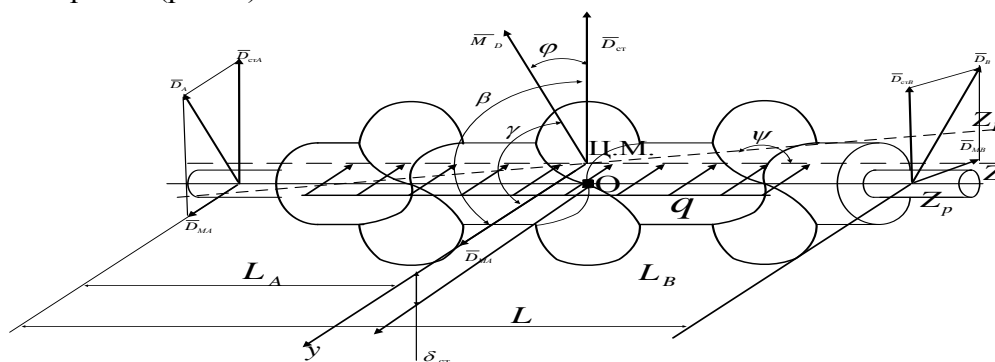


Рис. 1. Расчетная схема динамических процессов в длинных роторах

Уравнения равнодействующих на опорах выглядят следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} D_A^2 &= \frac{1}{L^2} \left[D_{cm}^2 L_B^2 + q \frac{2}{3} L_B \frac{1}{2} L_B + M_D^2 + 2L_B (D_{cmx} M_{DY} + D_{cmy} M_{DX}) \right]; \\ D_B^2 &= \frac{1}{L^2} \left[D_{cm}^2 L_A^2 + q \frac{2}{3} L_A \frac{1}{2} L_A + M_D^2 + 2L_A (D_{cmx} M_{DY} + D_{cmy} M_{DX}) \right] \end{aligned} \right\} (1)$$

Графики зависимостей рис. 2 показывают, что оптимальная длина винтового ротора находится в пределах от 1,5 до 2 м, при увеличении длины резко возрастают нагрузки на опоры ротора.

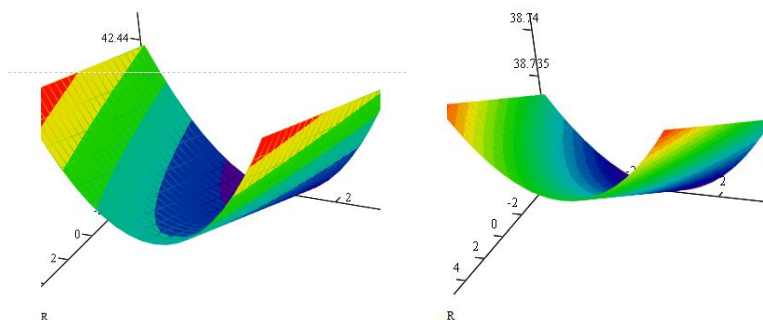


Рис. 2. Графики зависимостей реакций опор от внешней распределенной нагрузки и длины ротора

Используя Гауссовские коэффициенты поверхности Ω , можно получить уравнения для площади поверхности геликоида, образующего поверхность винтовой навивки.

Библиографический список

1. Гордеев, Б.А., Куклина, И.Г. Автоматизированная диагностика элементов машин // Журнал «Автоматизация в промышленности» №3 2010
2. Куклина, И.Г. Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской. Журнал Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. № 9 2011г.

УДК 622.691.4

МАМЕДОВА Э.А., МИХАЛЕВ А.Ю.**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ НЕОДНОРОДНОСТИ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

Газовая отрасль является одной из наиболее динамично развивающихся: если в 2010 году протяженность находящихся в эксплуатации на территории России газопроводов составляла 166,5 тыс. км, то уже в 2017 году она достигает 180 тыс. км. Постоянно развиваются направления транспортировки и распределения газа. Ежегодно в эксплуатацию вводятся новые газотранспортные системы, большая часть которых сооружается в крайне сложных условиях. Вместе с тем, основная часть газотранспортной системы России была построена в 70-80-е годы прошлого века. Учитывая, что порядка 60% магистральных газопроводов построены более чем 30 лет тому назад, и срок их эксплуатации превышает назначенный на стадии проектирования, особую актуальность для газотранспортной системы имеет задача обеспечения надежности эксплуатации.

В отчетах Ростехнадзора отмечено, что основными угрозами для целостности магистрального трубопроводного транспорта являются коррозионные и стресс-коррозионные процессы.

Неоднородность свойств металла является одним из основных факторов, определяющих конструкционную прочность трубы, от нее зависит вероятность возникновения локальных напряжений и образования дефектов.

В докладе представлен сравнительный анализ результатов экспериментальных исследований, проведенных на трубном элементе диаметром 1420 мм. В ходе измерений для выявления участков поверхности труб, предрасположенных к появлению дефектов, были использованы 2 неразрушающих метода: коэрцитиметрический и измерение твердости с малой нагрузкой.

По результатам измерений установлено, что поверхность обследованного трубного элемента характеризуется неравномерностью распределения коэрцитивной силы и твердости по сечению. Выявлены участки поверхности труб, характеризующиеся значениями коэрцитивной силы и твердости, превышающими средние по поверхности, при этом их местоположение совпадает с местами наиболее частого возникновения дефектов.

Отмечена корреляция значений анизотропии коэрцитивной силы и дисперсии твердости с малой нагрузкой, изменение которых по сечению обследованного трубного элемента имеет существенное сходство с участками пластических деформаций, возникающих при пошаговой формовке труб большого диаметра.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ТРАНСПОРТА ГАЗА, ПРИМЕНЯЕМОГО НА ОБЪЕКТАХ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В ГРАНИЦАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ООО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ НИЖНИЙ НОВГОРОД»

ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

По мере технического прогресса наблюдается усложнение технических изделий. Основное противоречие в развитии современной техники заключается в том, что если не предпринимать необходимые меры по повышению надежности, то чем сложнее, быстрее и точнее работа техники, тем менее она надежна. Отсюда следует, что решение проблемы надежности является не только важной технической, но и серьезной экономической задачей.

Надежность – неотъемлемый показатель качества любого промышленного изделия и любой радиоэлектронной аппаратуры, в том числе, конечно, средств измерений, средств телекоммуникаций, компьютеров и других устройств.

Характеристики надежности основываются на учете событий, называемых отказами и характеризующих одно из двух возможных состояний элементов и изделий: работоспособное – неработоспособное.

В последнее время, после ряда аварий на опасных производственных объектах газотранспортной системы, многочисленными нормативными документами установлены требования по оснащению оборудования системами мониторинга для контроля состояния, диагностирования и прогнозирования эксплуатационного ресурса. В ПАО «Газпром» активно ведутся работы по созданию и внедрению данных систем мониторинга и прогнозирования технического состояния, интегрированных в системы управления технологическими процессами.

Однако в связи с тем, что большинство газоперекачивающих агрегатов, эксплуатируемых на КС ПАО «Газпром», выработали нормативный срок эксплуатации или близки к этому, к оборудованию ОПО газотранспортной системы с истекшим нормативным сроком эксплуатации предъявляются особые требования по контролю технического состояния и продлению сроков безопасной эксплуатации.

Для поддержания надежного функционирования ГТС в соответствии с нормативными документами проводится стандартный комплекс мероприятий по диагностике и ремонту объектов и оборудования.

Несмотря на выполнение всего комплекса работ по обслуживанию, диагностике и ремонту объектов, полностью исключить аварии и инциденты пока не удается. В среднем, ежегодно, на объектах ГТС происходит 0,4 аварии и 3,9 инцидента.

Основную роль в управлении работой газотранспортной системы и сборе информации по показателям надежности выполняет оборудование автоматизации (КИПиА, метрология, диспетчерское управление, связь). С целью повышения надежности данного вида оборудования было проведено исследование эксплуатационной надежности оборудования автоматизации управления технологическим процессом транспорта газа, применяемого на объектах газотранспортной системы в границах деятельности ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» в целом, и оборудования КИПиА в частности. Проведен анализ отказов, изучены причины сбоев в работе оборудования. По результатам исследования, сделаны выводы и прогнозы по недопущению возникновения нештатных событий, связанных с работой оборудования автоматизации процесса транспорта газа.

СЕКЦИЯ 5

МОРСКАЯ, АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Секция 5.1

Кораблестроение и авиационная техника

УДК 629.12.001: 629.128.72

АТЮКИН Б.А., КАМЕННАЯ П.С., РУДЬКО Е.В.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДАТОЧНОГО ПЛАВУЧЕГО ДОКА ДЛЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «ЗВЕЗДА»

Дальневосточный федеральный университет

В соответствии с Государственной программой «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2015–2030 годы», в г. Большой Камень Приморского края ведется строительство крупной современной судостроительной верфи. На ней планируется строить различную морскую технику: крупнотоннажные танкеры и газовозы, добывающие платформы, обслуживающие их суда, флот рыбной промышленности и др. При этом предприятие будет продолжать ремонт атомных подводных лодок.

Корпуса судов и морских платформ массой до 36000 т будут формироваться на открытом стапеле, а спускаться на воду с помощью передаточного дока. Особенность этого дока (подобные сооружения также называют спусковыми платформами, спусковыми понтонами) состоит в том, что накатка судов будет производиться в продольном, а платформ – в поперечном направлении. Требование обеспечить как продольную, так и поперечную накатку заставляет отказаться от традиционного архитектурно-конструктивного типа передаточного дока, имеющего две непрерывные по всей длине башни и эстакаду с рельсовыми путями. Планируемый к постройке док должен иметь четыре сравнительно короткие башни, расположенные по углам понтона, и не иметь эстакады.

Предварительный проект дока был разработан в ЦКБ «Монолит». Он имел недостаточную грузоподъемность (20000 т) и композитную конструкцию (железобетонный понтон, стальные башни). В ДВФУ в инициативном порядке были выполнены предварительные проработки стального дока грузоподъемностью 40000 т. Инициатива была поддержана представителями Дальневосточного центра судостроения и судоремонта (ДЦСС), которые сформулировали ряд требований, которым должен удовлетворять док, и круг вопросов, требующих решения.

Опыт проектирования и эксплуатации подобных спусковых сооружений и в нашей стране, и в мире пока невелик. Среди многочисленных вопросов, требующих решения, в предлагаемой работе рассматриваются следующие.

Док предположительно будет безопорным, т.е. не будет опираться ни на береговые, ни на подводные (мористые) опоры. Это создает определенные сложности. Необходимо предусмотреть переходный элемент (мостик) между передаточным причалом и доком такой длины, чтобы при перемещении судопоезда док не получал недопустимого дифферента, а уклон рельсовых путей мостика не выходил за допустимые пределы. Кроме того, скорость движения судопоезда при накатке на док и производительность балластной системы должны

быть согласованы. Продвижение судопоезда по доку должно сопровождаться соответствующей перебалластировкой.

Гидродомкраты тележек судопоезда имеют вполне определенный ход. Передаточный док, ввиду больших размеров и отсутствия непрерывных башен, обладает значительной гибкостью и в продольном, и в поперечном направлениях. Существует опасность, что изгибные перемещения дока могут превысить запас хода плунжеров гидродомкратов, что приведет к недопустимой перегрузке последних.

Некоторые доки рассматриваемого типа имеют съемные башни с левого борта, которым док швартуется к передаточному причалу при поперечной накатке. Башни могут быть частично вынесены за борт, что благоприятно влияет на остойчивость дока при осадке, немного большей высоты понтона.

По результатам работ предполагается подготовить практические рекомендации.

УДК 669

ГАЛИСЕВИЧ Н.И., РОМАНОВ И.Д., ЧЕРНЫШОВ Е.А.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПОДВОДНЫЕ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время для освоения морских глубин: используют как обитаемые, так и необитаемые подводные аппараты и объектов, которые в свою очередь разделяются на стационарные и подвижные. Разумное сочетание этих направлений позволяет оптимизировать выполнение прикладных и фундаментальных задач по исследованию морских глубин. С начала 60-х годов XX века ведутся разработки подводных лабораторий [1]. В настоящее время наиболее известна лаборатория «AQUARIUS», а также перспективный проект «Айсберг», исполнителем которого выступает АО «ЦКБ МТ «Рубин», он посвящен разработке подводных и подледных технологий освоения месторождений полезных ископаемых арктических морей.

Подводные лаборатории как стационарного, так и мобильного применения в двух принципиально отличных конструкций:

1. Давление внутри равняется подводному давлению на той же глубине, при этом декомпрессия при входе в лабораторию не требуется;
2. Внутреннее давление среды меньше чем окружающее давление или ближе к атмосферному давлению. Вход или выход к морю требуют прохождения через шлюзовую камеру и декомпрессию.

Мягкие гидропневматические конструкции позволяют создать легкую мобильную конструкцию, которую можно развернуть практически в любом месте. Рекорд глубины погружения в лаборатории с мягкими конструкциями из прорезиненного нейлона размерами 1,2x2,4 м принадлежит Роберту Стенюи и Джон Линдбергу, погрузившиеся на глубине 132 м и находившиеся на данной глубине двое суток в подводном доме. Из отечественных конструкций наиболее известен подводный надувной гидростаты серии «Спрут». Впервые лаборатория Спрут была установлена в июле 1967 года. Было изготовлено более десяти «Спрутов», использовавшихся в различных научно-исследовательских программах [2].

Другим направлением был Особое Конструкторское Бюро Дирежаблестроения [3], руководитель Давид Залманович Бимбат. Были разнообразные конструкции: сферические аппараты, каркасно-вантовые с компенсатором плавучести, и цельномягкие шитые. Разрабатывались и свободно-плавающие гидростаты, в частности, с самобалансирующиеся по глубине. Они могли держать коридор глубины, причем изготовить их возможно практически любого водоизмещения.

Также одним из перспективных направлений является применение подобных конструкций в качестве подводных аварийно-спасательных гидравлических передвижных сооружений для аварийно-спасательных работ под водой, обработки шельфа и добычи полезных ископаемых и морских продуктов на дне и др. Например, «Способ подъема затонувшего объекта и устройство для подъема затонувшего объекта» патент № 2359861. Кроме того, одним из направлений мягких конструкций является спасательное снаряжение для подводников, в частности, патент «Способ спасения экипажа аварийной подводной лодки, лежащей на грунте» патент № 2274583. При этом гибкий трубопровод устанавливают между комингс-площадками аварийной и спасающей подводных лодок с использованием манипулятора.

Библиографический список

1. **Чернышов, Е.А.** Развитие подводных лабораторий / Е.А. Чернышов, А.Д. Романов, Е.А. Романова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2014. -- № 5-2. - С. 41-44.
2. **Королев, А.Б.** «Спрут» М.: PrintLETO, 2016. – 80 с.
3. Электронный ресурс: <http://okbd.h15.ru>

УДК 621

ГАТАУЛЛИНА Г.Е., ГОРБУНОВ А.А.

НИВЕЛИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Оренбургский государственный университет

В настоящее время в производстве летательных аппаратов достаточно оборудования и приборов для создания идеальных по конфигурации и высокоэффективных летательных аппаратов (ЛА). Для ракетно-космического производства одним из главных аспектов создания высококачественных и надежных ЛА является проблема обеспечения точности нивелировочных и юстировочных параметров ЛА. Эти параметры характеризуют взаимное расположение частей ЛА и расположение приборов относительно корпуса ЛА. Возрастающие требования к точности и надежности обеспечения и определения этих параметров отражают ключевые тенденции развития ракетно-космического производства:
-создание сверхзвуковых и гиперзвуковых ЛА, работающих на больших и малых высотах;
-повышение конкурентоспособности выпускаемых изделий через снижение затрат на производство ЛА.

Конструкции ЛА являются дорогостоящими, тонкостенными, крупногабаритными и сложными, в изготовлении в которых применяются труднообрабатываемые материалы. Для обеспечения требуемой точности аэродинамических и геометрических обводов ЛА, взаимозаменяемости агрегатов необходимы технически спроектированные технологические процессы сборки узлов и агрегатов.

В этой связи процесс нивелирования ЛА, как процесс определения взаимного расположения частей и агрегатов изделия относительно друг друга, занимает одно из ключевых мест, поскольку целый комплекс показателей качества, таких как маневренность, управляемость, аэродинамическое качество, напрямую зависят от точности обеспечения взаимного расположения агрегатов, поверхности которых составляют аэродинамический контур (облик) ЛА.

Координаты реперных точек определяются следующими способами:

- в жестком нивелировочном стенде;
- с помощью теодолита и линейки;
- бесконтактными информационно-измерительными системами.[1]

На точность определения положения агрегата относительно обрабатывающего станка будет влиять погрешность изготовления агрегата, поскольку метод определения положения агрегата в некоторой системе координат основан на сопоставлении измеренных координат точек с соответствующими координатами точек его электронной модели. Следовательно, при таком методе базирования будет возникать проблема выбора оптимального количества точек, необходимых для определения с заданной точностью положения агрегата в системе координат обрабатывающего станка.

Решение указанных задач, как справедливо указывается в работе [1], требует развития метрологического обеспечения технологических процессов. Основное направление развития метрологического обеспечения заключается в изменении сути процессов измерения, переходе от измерения отдельных геометрических параметров, сравниваемых с допуском, к измерению комплекса геометрических параметров с одновременной и последующей их обработкой. Это требует создания автоматизированных информационно-измерительных систем с развитым математическим и программным обеспечением.

Библиографический список

- 1 Федоров, И.А. Реинжиниринг процесса нивелировки. Первая фаза – М.: 2002. – 152 с
- 2 Гусева, Р.И. Особенности технологии сборки планера самолета 2013. Комсомольск - на – Амуре – 134 с.

УДК 629.122

ДЕНИСОВА Е.С.

ВОПРОСЫ ГАРМОНИЗАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ ПРАВИЛ РОССИЙСКОГО РЕЧНОГО РЕГИСТРА К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ НЕФТЕНАЛИВНЫХ СУДОВ И СУДОВ-ХИМОВОЗОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ ОПАСНЫЕ ГРУЗЫ (ОГ) НАЛИВОМ ПО ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ПУТЯМ РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В целях повышения безопасности международных перевозок ОГ по внутренним водным путям; эффективного содействия охране окружающей среды; облегчения транспортных операций и содействия развитию международной торговли были разработаны «Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов по внутренним водным путям» и прилагаемые к соглашению правила постройки судов (Правила ВОПОГ) [1].

В силу обособленности ВВП России, осуществление международных перевозок ОГ по Европейским ВВП международного значения возможно только судами смешанного (река-море) плавания, при проектировании которых, в первую очередь, следует руководствоваться Международными конвенциями ИМО, как для морских судов.

При распространении Правил ВОПОГ, на суда ВП, перевозящие ОГ наливом и не совершающие международных рейсов, важно учитывать соотношение требований и норм Правил ВОПОГ с национальными нормативными документами России. Вопросы гармонизации требований Правил РРР к проектированию и строительству нефтеналивных судов и судов-химовозов, перевозящих ОГ наливом по ВВП России рассматривались по результатам сравнительного анализа требований «Технического Регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта» (ТР) [2], Правил ВОПОГ и Правил РРР 2015 года издания [3].

На настоящее время анализ выполнен: в части назначения конструкции и типа грузового танка; размеров грузовых зон и пространств; вместимости грузовых танков.

Результаты проведенного сравнительного анализа, которые будут положены в основу дальнейших исследований, свидетельствуют о наличии различий в требованиях:

- в части назначения конструкции и типа грузового танка;

- в части размеров грузовых зон и пространств: Правила ВОПОГ устанавливают единые требования по размерам грузовых зон и пространств, как для нефтеналивных судов (для обеспечения взрыво- и пожаробезопасности), так и для судов-химовозов (для обеспечения взрыво- и пожаробезопасности и установления границ газоопасной зоны);

- в части вместимости грузовых танков; Правила ВОПОГ, как для нефтеналивных судов, так и для судов-химовозов, устанавливают единые требования по определению максимально допустимой вместимости грузового танка в зависимости от длины, ширины и высоты борта судна. В ТР такой подход по определению максимально допустимой вместимости грузового танка подтверждается в целях обеспечения химической безопасности судов. Для судов перевозящих нефтепродукты, по Правилам РРР ограничивается длина грузового танка и регламентируется расстояние между поперечными переборками.

Библиографический список

1. Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов по внутренним водным путям (ВОПОГ), ООН, Нью-Йорк и Женева, 2014 г.;
2. Технический Регламент о безопасности объектов внутреннего водного транспорта, Москва, 2010 г.;
3. Российский Речной Регистр (РРР), Москва, 2015 г.

УДК 621

ЕРМАКОВ Н.В., ГОРБУНОВ А.А.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ЗАКОНЦОВОК КРЫЛА

Оренбургский государственный университет

Законцовки крыла (от англ. winglet - «крылышко») - небольшие элементы на концах крыльев самолета в виде крылышек или плоских шайб. Законцовки крыла служат для увеличения эффективного размаха крыла, снижая индуктивное сопротивление, создаваемое срывающимся с конца стреловидного крыла вихрем и, как следствие, увеличивая подъемную силу на конце крыла. Применение законцовок крыла позволяет улучшить топливную экономичность у самолетов, либо дальность полета у планеров. В настоящее время одни и те же типы самолетов могут иметь разные варианты законцовок. На рис. 1 показано сравнение индуктивных вихрей на крыле с традиционной законцовкой (слева) и с аэродинамической (справа).



Рис. 1. Индуктивные вихри на крыле

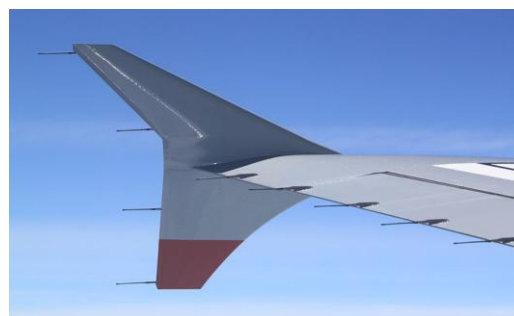


Рис. 2. Защитная законцовка

На сегодняшний день известно несколько видов законцовок:

- «защитная законцовка» (wingtip fence), впервые установлена в 1985г. (рис. 2);
- смешанная конструкция винглет (blended winglet), разработана в 1991 г., на модернизированном бизнес-самолете Gulfstream II позволила снизить расход топлива на 7%. Конструктивно представляет собой законцовку большого удлинения, изгибающуюся по дуге большого радиуса (рис. 3);

- акулы плавники (sharklets) (рис. 4);
- гребневые законцовки (raked wingtips) – горизонтальные законцовки с большой стреловидностью (больше, чем у основного крыла) (рис. 5). По предварительным данным предполагается обеспечить снижение расхода топлива на 5,5 %;
- «двойное перо» - законцовка, состоящая из двух частей, одна часть, большая, направлена вверх, а вторая, меньшая вниз (рис. 6). Предполагаемая эффективность на 1,5 % выше, чем у смешанной конструкции винглет;
- спироидные законцовки (рис. 7). Предполагаемое снижение расхода топлива до 10%.



Рис. 3. Внешний вид смешанной конструкции



Рис. 4. Внешний вид «Акульих плавников»



Рис. 5. Внешний вид гребневых законцовок



Рис. 6. Тип законцовок «Двойное перо»



Рис. 7. Спироидные законцовки

Библиографический список

- 1 Справочник авиаконструктора. Том I. Аэродинамика самолета. – М.: ЦАГИ, 1937.
- 2 Бодягин, А.А., Мухамедов, Ф.А. Проектирование легких самолетов
- 3 Законцовка крыла. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Законцовка_крыла.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОДБОРА НАЧАЛЬНОЙ МЕТАЦЕНТРИЧЕСКОЙ ВЫСОТЫ МАЛЫХ МОРСКИХ РЫБОЛОВНЫХ СУДОВ

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (СевГУ)

Российский морской Регистр судоходства, с позиций остойчивости судов, к малым морским судам относит суда длиной менее 80 м [1]. Рассмотрим далее, какие требования предъявляются к характеристикам остойчивости в различных Правилах Регистра судоходства РФ. Согласно п.п. 2.2.1. Правила классификации и постройки морских судов, определяют диаграмму статической остойчивости следующим образом: «Максимальное плечо диаграммы статической остойчивости l_{\max} должно быть не менее 0,25 м для судов длиной $L \leq 80$ м и 0,20 м для судов длиной $L \leq 105$ м при угле крена $\theta^\circ \geq 30^\circ$ ». Согласно п.п. 3.5.7 Правил «Для однопалубных судов исправленная начальная метацентрическая высота должна быть не менее 0,35 м. Однако для судов со сплошной надстройкой и для судов длиной более 70 м исправленная метацентрическая высота может быть уменьшена до 0,15 м». Согласно п.п. 2.1.4.2 Правил Регистра при расчете плеча кренящего момента от давления ветра принимают следующие нагрузки: «Для рыболовных судов длиной от 24 м до 45 м давление ветра в формуле (2.1.4.1-1) может приниматься по табл. 2.1.4.2 в зависимости от расстояния Z от центра площади парусности до ватерлинии».

Кроме того, принятые в 2005 году Правила классификации и постройки малых рыболовных судов длиной менее 24 м подразделяют все рыболовные суда на 2 группы с немного разными требованиями к диаграмме статической остойчивости и метацентрической высоте [2]. В своих работах проф. Л.М. Ногид рекомендовал при проектировании морских рыболовных судов водоизмещением 400 - 1000 т принимать умеренные значения начальной метацентрической высоты, не превышающей 0,7 – 0,8 м. При эксплуатации в наиболее неблагоприятных условиях нагрузки судна начальная метацентрическая высота для более мелких рыболовных судов водоизмещением 150 – 200 т должна быть по возможности не менее 0,6 м [3]. В работе В.В. Жибоедова [4] приведены формулы, принятые в Японии в 1964 году для сейнеров, длиной более 18,0 м:

$$h_0 \geq \frac{B}{23} + 0,27 \text{ м или } h_0 \geq \frac{L}{120} + 0,27 \text{ м} \quad (1)$$

принимается большая из полученных величин.

Применительно к сейнерам отечественной постройки имеем :

- большой рыболовный сейнер РС-300(пр. 388) - $L = 30$ м, $B = 6,6$ м, $h_0 = 0,56$ м;
- средний рыболовный сейнер РС-225 - $L = 24$ м, $B = 6,1$ м, $h_0 = 0,53$ м;
- средний черноморский сейнер СЧС-150 - $L = 22$ м, $B = 5,6$ м, $h_0 = 0,51$ м.

Таким образом, начальная метацентрическая высота, определенная по формулам (1) для отечественных судов дает несколько меньший результат чем рекомендации Л.М. Ногида [3].

На рисунке 1 приведено статистическое поле распределения значений начальной метацентрической высоты для малых морских судов в диапазоне длин от 12 до 80 м. Выборка состоит из более чем 60 судов.

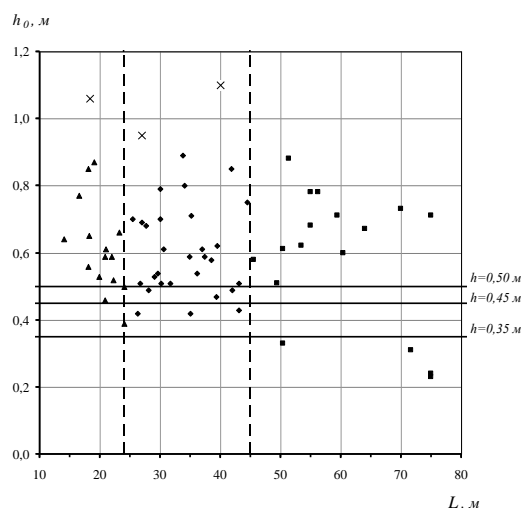


Рис. 1. Значения начальной метацентрической высоты для малых морских судов в диапазоне длин корпуса $L = 12-80$ м:

□ - суда длиной 12 – 24м; □ - суда длиной 24 – 45 м; □ - суда длиной 45 – 80 м

В основном это рыболовные суда, но также включены и 2-3 судна другого типа. На рисунке отмечены требования Правил Регистра для малых морских судов с $L < 24$ м [2]. Все малые суда $L < 24$ м отвечают указанным ранее требованиям, несмотря на то, что были построены в 60 – 80 годы прошлого века. Все малые суда, приведенные в выборке, отвечают требованиям Правил Регистра по значению начальной метацентрической высоты. Отметим, что значение $h_0 > 0,9$ м имеют всего три судна : два МРТ шведской постройки и SP-18 испанской постройки (×).

На рис. 2 приведена гистограмма распределения количества судов по величине начальной метацентрической высоты. На практике, при проектировании наиболее часто используются значения величины начальной метацентрической высоты $h_0 = 0,5 - 0,7$ м, что подтверждается статистической выборкой из 65 судов, из которых 43 судна или 66% от всей выборки имеют указанные значения.

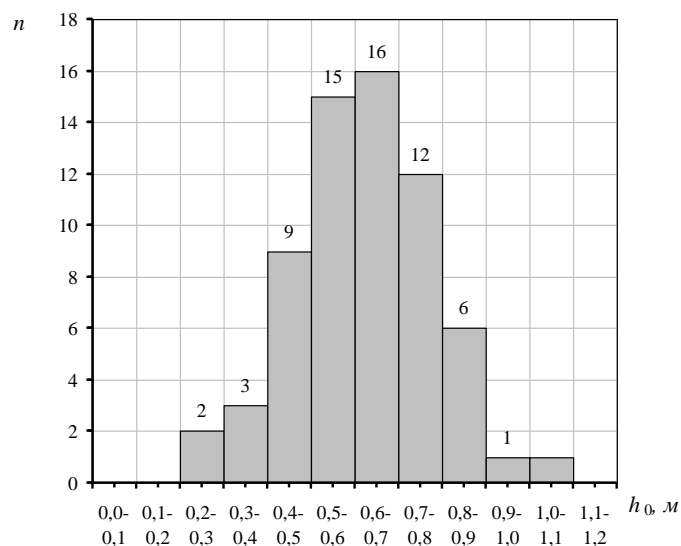


Рис. 2. Гистограмма распределения количества судов по величине начальной метацентрической высоты

На рис. 3 приведена статистическая выборка значений h_0 из работы [5] для 65 малых морских судов по данным Международной морской организации (ИМО) в диапазоне длин

корпуса судов от 10 до 32 м. Отметим, что значение $h_0 > 1,0$ м имеет только одно судно $L = 18,0$ м, значение, $h_0 > 0,90$ м имеют уже 7 судов, а $h_0 < 0,35$ м имеют 9 судов из 65 судов выборки, необходимо отметить, что все суда погибли.

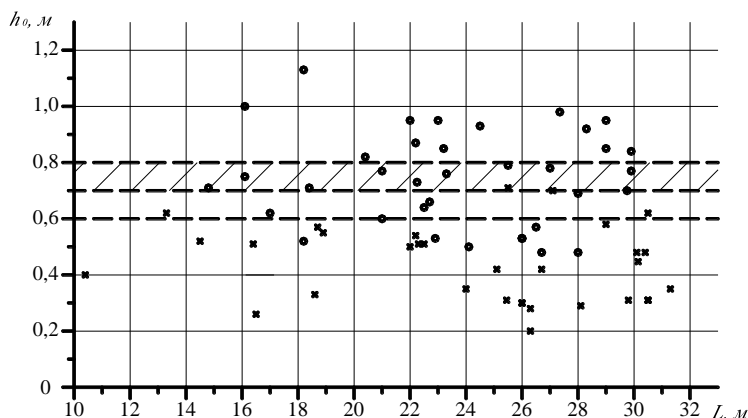


Рис. 3. Статистическое поле значений метацентрической высоты малых морских судов по данным ИМО

По рассмотренным данным были построены гистограммы распределения значений начальной метацентрической высоты ММС в диапазоне от 10 до 32 м (рис. 4). Наиболее частыми при проектировании являются малые суда с значениями $h_0 = 0,50 - 0,70$ м включительно. Из рассмотренной выборки в 65 судов, 33 судна имели указанное ранее значение $h_0 = 0,50 - 0,70$ м включительно, т.е. 51%.

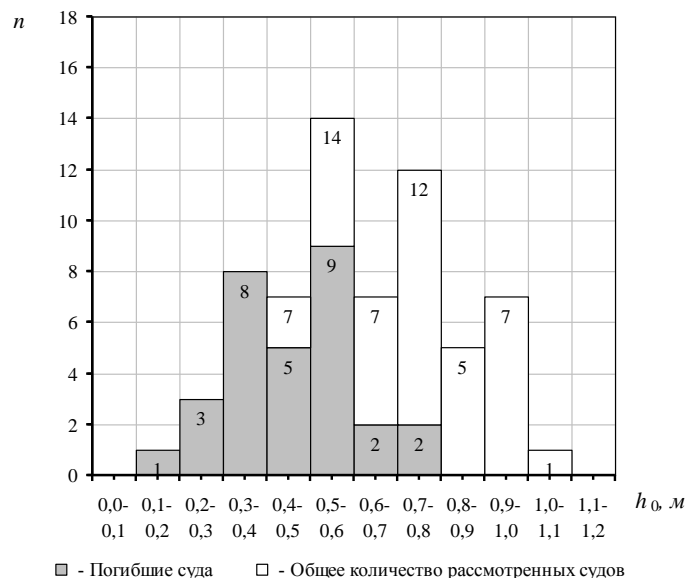


Рис. 4. Гистограмма распределения количества судов в зависимости от значения величины начальной метацентрической высоты по данным ИМО

Выполненный в работе анализ значений начальной метацентрической высоты показал, что в практике проектирования и эксплуатации малых морских рыболовных судов ее значение принимается в диапазоне $h_0 = 0,50-0,70$ м включительно.

Библиографический список

1. Правила классификации и постройки морских судов. Ч. IV. Остойчивость. СПб: Российский морской регистр судоходства, 2016. 59 с.

2. Правила классификации и постройки малых морских рыболовных судов. СПб: Российский морской регистр судоходства, 2005. 188 с.
3. **Ногид, Л.М.** Теория проектирования судов: Учебник. Л.: Судпромгиз, 1955. 479 с.
4. **Жибоедов, В.В.** Особенности проектирования малых морских судов. Учебное пособие. Севастополь: СевНТУ, 2013. 198 с.
5. Принципы, положенные в основу нормирования остойчивости морских судов. Сб. нормативно-методических материалов. Кн. 5/Регистр СССР – Л:Транспорт, 1988. – С.4 – 60.

УДК 629.5.01

ЗИНЕВИЧ А.Н., КИТАЕВ М.В.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЛЕДОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Дальневосточный федеральный университет

Оценка ледопроеходимости является важной задачей на начальных этапах проектирования ледоколов и судов ледового плавания. Разработано большое количество эмпирических методов и методик, позволяющих выполнить предварительные расчеты ледового сопротивления. Эти методы отличаются как вычислительной сложностью, количеством учитываемых параметров формы корпуса судна, так и достоверностью получаемых результатов.

В данной работе приводятся результаты сравнительного анализа некоторых методов расчета сопротивления движению ледокола в сплошных льдах с известными модельными (ледокол «Ермак» [1]) и натурными испытаниями (ледокол «Москва» [2]). Рассмотрены и проанализированы семь методов определения сопротивления движению судна в сплошных льдах. Каждый из рассмотренных методов обладает определенными преимуществами и недостатками. В качестве основного критерия выбора расчетного метода оценки ледовой ходкости ледокола в сплошных льдах принято отклонение расчетного значения ледового сопротивления от значений, полученных в результате модельных и натуральных экспериментов [1, 2].

Количество параметров, характеризующих форму корпуса судна, в рассматриваемых методах следующее: метод Каштеляна I - 6 параметров, Каштеляна-Фадеева – 3 параметра, Максудова – 7 параметров, Линдквиста -13 параметров, Risca – 9 параметров, Ионова – 13 параметров, метод Каштеляна II – 5 пар. Из чего следует, что наиболее полно параметры формы корпуса и льда учитываются в методах В.И. Каштеляна, Б.П. Ионова, Р. Линдквиста. Точность методик можно оценить исходя из данных, представленных на рис. 1.

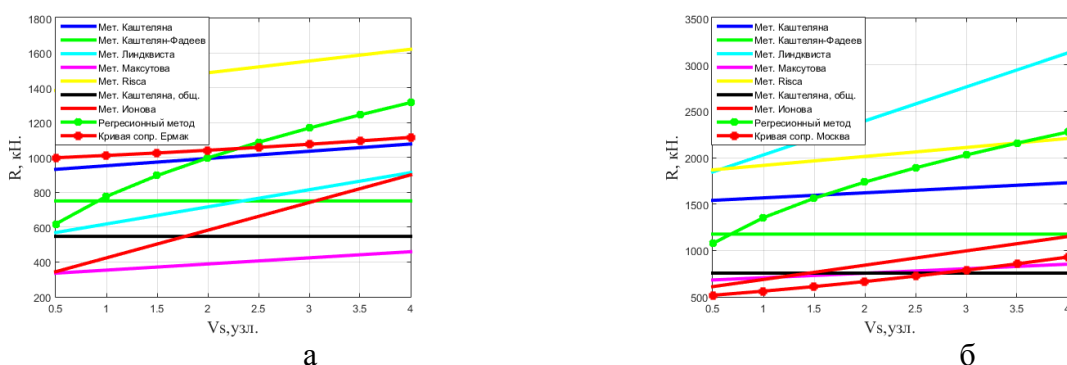


Рис. 1. Сравнение методов расчета сопротивления ледокола в сплошных льдах:

a – с результатами модельных испытаний ледокола «Ермак» при $h_l = 0,6$ м;

б – с результатами натуральных испытаний ледокола «Москва» при $h_l = 0,9$ м

Результаты расчетов позволяют сделать вывод, что для ледокола Ермак предпочтительными являются методики Б.П. Ионова и В.И. Каштеляна. Для ледокола Москва предпочтитель-

ными являются методики, предложенные Д.Д. Максutowым и Б.П. Ионовым, то есть можно сделать вывод о том, что для дальнейшего использования наиболее предпочтительной является методика, предложенная Б.П. Ионовым.

Библиографический список

1. **Каштелян, В.И.** Сопротивление льда движению судна: учебник/ В.И. Каштелян, И.И. Позняк, А.Я. Рывлин; под редакцией д.т.н. В.И. Неганова. – Ленинград «Судостроение» 1968 – 239 с.
2. **Ионов, Б.П.** Проектирование ледоколов: монография /Б.П. Ионов, Е.М. Грамузов, В.А. Зуев. – Санкт-Петербург: «Судостроение», 2013 – 512 с.

УДК 621.81

ИСАВНИН А.О., ЧИЖИУМОВ С.Д.

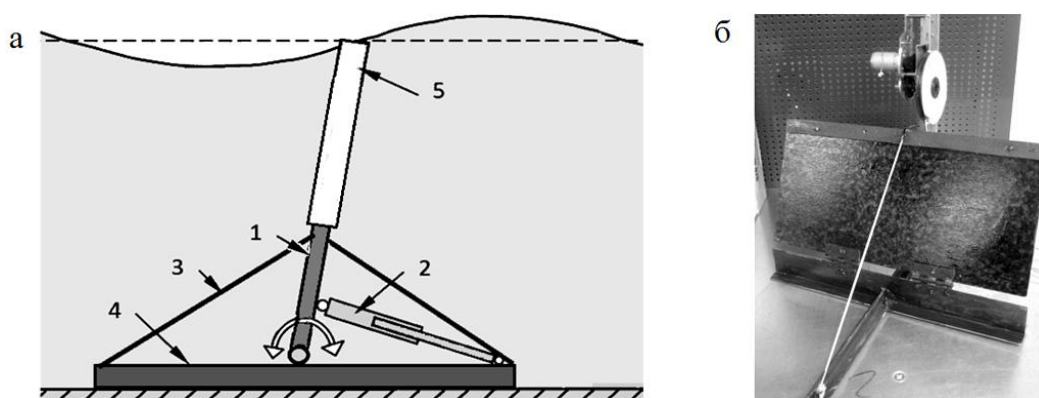
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СТВОРКИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ МОРСКИХ ВОЛН

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Большинство поселений на побережье Дальнего Востока являются малыми и разрозненными. Для их обеспечения неэффективно создавать крупные электростанции. В то же время рядом неисчерпаемая энергия морских волн высокой плотности (30 - 40 кВт на метр фронта - на восточном побережье Камчатки, Курил и о. Сахалин).

Конечная цель работы состоит в разработке преобразователей энергии волн для обеспечения энергией прибрежных поселений и объектов, эффективных на волнах высотой от 0,5 м, что позволит их применять на большей части побережья и без длительных перебоев в работе. За основу взят преобразователь типа OWSC, основанный на преобразовании энергии раскачивающихся волнами конструкций, шарнирно закрепленных в нижней части (рис. 1, а).

Выполненные ранее исследования [1] показали широкий диапазон частот, соответствующих значениям КПД от 25 до 40 %, достаточный для эффективной эксплуатации системы. Создана модель волнового преобразователя (рис. 1, б), эксперименты с которой позволят подтвердить оценки эффективности системы. Выполнено компьютерное моделирование динамики преобразователя методом конечных объемов в плоской постановке [2] для различных параметров волнения (рис. 2).



**Рис. 1. Схема (а) и модель (б) преобразователя энергии волн:
1 – створка; 2 – устройство отбора мощности; 3 – упругие связи; 4 – фундамент; 5 – поплавок**



Рис. 2. Компьютерное моделирование движения створки на регулярном волнении

Библиографический список

1. **Чижиумов, С.Д.** Преобразование энергии морских волн: монография / С.Д. Чижиумов, В.М. Козин, И.В. Каменских, М.А. Синюкова, А.А. Гентова. – Комсомольск на Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2014. – 174 с.
2. **Чижиумов, С. Д.** Проблемы гидродинамики корабля (численное моделирование): учеб. пособие / С. Д. Чижиумов, И.В. Каменских, А.Д. Бурменский. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – 120 с.

УДК 627-1/-9

КАЗАКОВ С.Е., ЛИПИН А.А.

РАБОЧИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗЕМСНАРЯДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рабочее перемещение земснарядов по поверхности воды может осуществляться несколькими способами. Самые распространенные из них - это якорно-тросовый способ и свайный ход.

Самый часто применяемый способ – это якорно-тросовое перемещение, которое производится следующим способом:

Посредством мощных тяговых лебедок, установленных на палубе, земснаряд подтягивается на тросах к нужной точке. Троса же, в свою очередь, крепятся к якорям различного типа и размера. По сути, таким якорем может выступать любой прочно закрепленный или тяжелый предмет: дерево, здание, элементы стальных и бетонных конструкций, гусеничные трактора и даже (иногда) автомобили. Но все это применяется только при необходимости, а настоящими якорями являются специальные стальные конструкции, обладающие свойством прочного сцепления с грунтом. На суше якоря заводятся методом перетаскивания вручную, или перевозки. По поверхности воды для их перемещения используют специальные мотозавозни.

Якорь должен отвечать ряду требований, которые диктуют особенности земснаряда и водоема, на котором он работает. Габариты и масса землесоса, мощность лебедок перемещения, тип грунта на дне и берегу, способ подводной разработки, степень волнения и интенсивность течения – все это следует учитывать при использовании якорей перемещения земснаряда.

С помощью нескольких якорей и лебедок на борту (от 3 до 6 штук), земснаряд методом натягивания и потравливания троса может принять любое необходимое положение на водоеме. Подобный способ перемещения обычно применяется при гидронамыве песка из карьеров, углублении водоемов с песчаным руслом, и прочей разработки грунта путем гидроразмыва, или свободного всасывания.

Еще одним распространенным способом перемещения земснарядов является свайный ход. Реализуется он путем применения свайных труб, располагаемых на корме землесосной машины. Обычно, свайный аппарат состоит из двух толстостенных труб, расположенных на равном расстоянии от оси корпуса земснаряда. Опуская и поднимая попеременно правую и левую сваю, а также используя носовые папильонажные лебедки, землесос, шаг за шагом, перемещается по руслу водоема.

Земснаряд со свайным ходом применяется при работе на водоемах с сильным течением. Также он позволяет качественно разрабатывать плотный грунт механическими рыхлителями. Для дноуглубления водоемов с глинистым руслом – это отличный метод работы земснаряда.

1. <http://www.flc-gidrostroy.ru/?uslugi-arenda-zemsnariadov/sposoby-peremesyeniya>.

УДК 629.124.791

КАРАСЕВ А.Е.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХОДКОСТИ ЛЕДОКОЛА МОЩНОСТЬЮ 7 МВт

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большинство морских путей России в течение длительного времени покрыты льдом, что затрудняет их круглогодичное использование. В связи с этим большое значение приобретают мероприятия, направленные на продление сроков навигации на замерзающих участках водных путей. Суда ледового плавания являются основным средством поддержания навигации в замерзающих морях, поэтому продление ее сроков и прогнозирование ходкости судна является актуальным [1].

В работе произведен анализ условий плавания ледокола мощностью 7 МВт класса РМРС КМ Icebreaker 6[1]AUT1 Special purpose ship, спроектированного для эксплуатации в Балтийском море [4]. Основные характеристики ледокола: длина по КВЛ $L_{квл} = 80$ м; ширина по КВЛ $B_{квл} = 19,2$ м; осадка по КВЛ $T_{квл} = 6,6$ м; высота борта $H_{вп} = 9,2$ м; водоизмещение $D = 6000$ т.

Сплошной ровный однородный бесснежный лед редко встречается в реальных условиях замерзающих морей. Однако для удобства оценки и сравнения характеристик ледовой ходкости судов именно такой лед принят в качестве эталонной среды при расчетах, модельных и натурных испытаниях. Основной характеристикой, описывающей способность судна двигаться во льдах, является ледопробиваемость – толщина сплошного ровного незаснеженного льда, которую ледокол сможет преодолевать непрерывным ходом со скоростью 2 узла.

Расчет ходкости в сплошных ровных незаснеженных льдах произведен по нескольким полуэмпирическим методикам, зарекомендовавшим себя, как дающие наиболее достоверные результаты, а в частности: метод ААНИИ [1]; метод Е.М. Грамузова [2]; метод прогнозирования ледопробиваемости по формуле Л.Г. Цоя [3]. Расчеты показали близкие результаты. Также в работе выполнен анализ влияния природных параметров ледовой среды на ходкость ледокола, а именно: влияние снежного покрова, влияние прочности льда, влияние разрушенности и торосистости. Произведена оптимизация работы ледокола набегами.

Построены кривые сопротивления в зависимости от скорости при движении в битом льду, построена кривая ледопробиваемости при движении в сплошном льду непрерывным ходом. Предельная ледопробиваемость для спроектированного ледокола составляет 1 м, во льдах большей толщины и тяжелых льдах ледокол будет двигаться набегами.

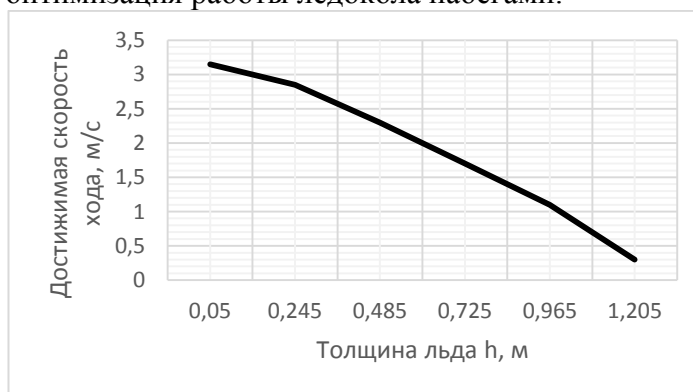


Рис. 1. Диаграмма ледопробиваемости

Библиографический список

1. **Каштелян, В.И., Позняк, И.И., Рывлин, А.Я.** Сопротивление льда движению судна. Л.: Судостроение, 1968 г.
2. **Ионов, Б.П., Грамузов, Е.М.** Ледовая ходкость судов. Судостроение, 1999 г.
3. **Цой, Л.Г.** Морские ледоколы, особенности проектирования. СПбМТУ. СПб., 2003 г.
4. Единая государственная система информации об обстановке в мировом океане.
<http://esimo.oceanography.ru>

УДК 629.7.012

КОНДРОВ Я.В., ПРИПАДЧЕВ А.Д., ГОРБУНОВ А.А.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРЫЛА ВОЗДУШНОГО СУДНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Оренбургский государственный университет

Разработанная программа написана на языке C# и позволяет быстро строить множество 3D моделей крыла магистрального воздушного судна в программной среде Solid Works, рис. 1.

При эскизном проектировании облик ВС выбирается в основном исходя из требований аэродинамической компоновки. Требования по прочностному и весовому критерию на этапе формирования облика учитываются косвенно, на основе упрощенных моделей. Исследования [1] показывают, что аэродинамические и массовые характеристики ЛА влияют на его общую эффективность в равной степени, и выбор конструктивно-геометрических характеристик ВС должен проводиться при одновременном учете всех факторов. Отсюда возникает необходимость разработки технологий формирования облика ВС с комплексным учетом аэродинамической и весовой эффективности.

Согласно статистическим данным, промежуток времени от внешнего проектирования до запуска в производство из жизненного цикла ВС занимает порядка 10 лет. Для уменьшения времени проектирования ВС необходимо сократить время проектирования его составных частей посредством автоматизации этого процесса.



Рис. 1. Интерфейс разработанного ПО

Библиографический список

1. **Болдырев, А.В.** Проектирование крыльев летательных аппаратов с использованием 3D-моделей переменной плотности [Электронный ресурс] :электрон. Учеб. Пособие / А.В. Болдырев, В.А. Комаров; Минобрнауки России,Самар. Гос. Аэрокосм. Ун-т. С.П. Королева (нац. Исслед. Ун-т). – Электрон.Текстовые и граф. Дан. (6,3 Мбайт). – Самара, 2011. – 1 эл. Опт. Диск (CD-ROM).

ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ВОЛНОВЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Судно в море постоянно встречается с волнами. Их энергия вызывает множество проблем мореходности, прочности и обитаемости.

Для снижения качки применяются различные виды успокоителей [1]. Но они либо громоздкие и сложные (успокоительные цистерны и гироскопы), либо ненадежные ввиду частых поломок от больших нагрузок (крыльевые стабилизаторы), либо недостаточно эффективные (скуловые кили). Кроме того, эти устройства, уменьшая качку, увеличивают сопротивление волнению, тем самым приводят к дополнительным нагрузкам на судно. Но почему бы не использовать энергию волн на пользу?

Как успокоители качки, так и волновые движители, преобразуют энергию волн. Принципы действия преобразователей в первую очередь определяются природой сил взаимодействующих в процессе колебаний. Это могут быть: гидростатические силы; скоростной напор; силы инерции воды; силы инерции судна; вес судна; силы упругости несущих поверхностей; силы упругости воздуха; силы демпфирования и пр.

Большинство известных волновых движителей основано на принципе машущих крыльев, приводимых в движение качкой судна. Среди них можно отметить системы Г.Е.Павленко, Уэллса, крылья с автоматическим управлением, упругие крылья. Кроме волновых движителей, следует отличать преобразователи энергии волн в электрическую, с последующим ее использованием для обычных движителей. Классификация таких преобразователей приведена в работе [2].

Анализ различных устройств показал, что они преобразуют энергию волн опосредованно, то есть используют не волны, а качку судна. Для максимального использования энергии качки потребуется судно проектировать так, чтобы оно способствовало наибольшей качке, что противоречит требованиям мореходности и безопасности. Значит необходимо преобразовывать в полезную не энергию качки судна, а непосредственно энергию подходящих к нему волн. Кроме этого, приемник энергии волн должен иметь достаточно большую площадь.

В результате анализа предложен волновой движитель судна с малой площадью ватерлинии в виде множества упругих створок под днищем, поворачивающихся в корму поперечные вертикальные волновые потоки (рис. 1).

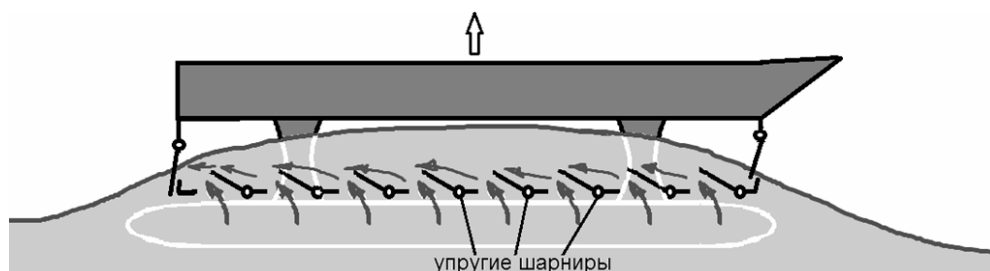


Рис. 1. Принцип действия волнового движителя

Библиографический список

1. **Чижиумов, С.Д.** Основы динамики судов на волнении: учеб. пособие / С. Д. Чижиумов. – Комсомольск на Амуре : ГОУВПО «КнАГТУ», 2010. – 110 с.
2. **Чижиумов, С.Д.** Преобразование энергии морских волн: монография / С.Д. Чижиумов, В.М. Козин, И.В. Каменских, М.А. Синюкова, А.А. Гентова. – Комсомольск на Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2014. – 174 с.

**КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ АКТИВНОГО
ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ**

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Потепление климата на планете привело к изменениям ледовой обстановки в Арктике. В последние годы наблюдается уменьшение, как площади ледового покрова, так и его возрастной структуры. Более легкая ледовая обстановка позволила начать осваивать шельф арктических морей богатыми запасами углеводородов, а также сделало актуальными вопросы по организации круглогодичных транзитных транспортных линий по Северному морскому пути (СМП). Для круглогодичной эксплуатации на транзитных линиях и на линиях по вывозу добываемого на шельфе газа и нефти необходимы суда активного арктического ледового плавания.

Судами активного арктического ледового плавания можно называть суда, предназначенные для круглогодичного плавания в Арктике (самостоятельно в летне-осенний период навигации и при легких ледовых условиях в зимне-весенний навигационный период) и под проводкой ледоколов в остальное время года. Если мировая судостроительная практика имеет большой опыт по строительству мощных ледоколов, то опыт строительства транспортных судов для транзитных линий Арктики недостаточен и в этой области востребованы научно-технические исследования по проектированию таких судов.

При разработке проектов таких судов следует учитывать большое количество внешних факторов характерных для условий Арктики, которые влияют на конструктивные особенности судов. В первую очередь влияние факторов проявляется в форме корпуса, его конструкции и материалов, в типе энергетической и движительных установок.

В соответствии с требованиями Правил Российского Морского Регистра Судоходства минимальный ледовый класс для плавания в Арктике в зимне-весенний период навигации является Arc5, а для самостоятельного плавания в легких и средних ледовых условиях в этот период – Arc7. Это накладывает на форму корпуса ограничения в виде углов наклона форштевня, шпангоутов и ватерлиний. Это исключает наличие на судне бульба, а форма носовой оконечности максимально приспособлена для разрушения ледового покрова.

Для транзитных судов так же необходимо учитывать и факторы их эксплуатации в условиях отсутствия ледового покрова, так как большая протяженность транзитных маршрутов через СМП проходит по чистой воде. Одним из вариантов решения этой проблемы считается использование принципа двойного действия, когда носовая оконечность оптимизируется для плавания в открытой воде, а разрушение ледового покрова осуществляется кормовой оконечностью при движении судна кормой вперед. Однако хотя вторая часть этого принципа уже реализуется в некоторых реализованных проектах, то для носовой части продолжают действовать традиционные требования по ледовой ходкости.

Частичная реализация двойного принципа стала возможной благодаря оснащению судов активного ледового плавания дизель-электрическими энергетическими установками и использованием в качестве движителей азимутальных винто-рулевых колонок типа AZIPOD.

По конструкции корпуса отметим, что у судов активного ледового плавания объем ледовых подкреплений достигает 20-21% от массы корпуса судна.

**АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
МАЛОТОННАЖНЫХ ТАНКЕРОВ**

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

В настоящее время нефть является важнейшим мировым энергетическим ресурсом. Основные регионы добычи нефти значительно удалены от центров ее переработки и потребления. Одним из основных видов транспортировки нефти являются морские и речные перевозки. Для этого используются специализированные наливные суда – танкеры. В зависимости от размеров и дедвейта танкеры для перевозки нефти и нефтепродуктов делятся на классы.

Особое место в энергоресурсах Мьянмы занимает нефть. На морском шельфе Мьянмы разведаны богатые месторождения нефти и природного газа. Кроме того, Мьянма является транзитной страной по транспортировке нефти и газа из глубоководного порта Кьяукпью в Бенгальском заливе в КНР. Тем не менее, в настоящее время Мьянма импортирует около 50 процентов ее общей потребности в нефти.

Увеличение потребности нефтепродуктов в промышленности, на транспорте и в быту обуславливает необходимость выбора способов доставки продуктов и до потребителя. Мьянма обладает богатыми водными транспортными ресурсами. С юга и юго-запада Мьянма омывается водами Андаманского моря и Бенгальского залива. Сама территория страны пронизана сетью рек, которые являются одними из основных транспортных артерий страны. Крупнейшими судоходными реками являются реки Иравади, Салуин, Ситаун и Чиндуин. Поэтому наиболее востребованным видом транспорта для транспортировки продуктов нефтепереработки являются танкеры. Основным перспективным видом танкеров-продуктовозов для Мьянмы являются теплоходы типа «река-море», так как данный тип танкеров может быть использован как в каботажных перевозках, так и на внутренних водных транспортных линиях страны.

Данный тип судов из-за ограничения их размеров относятся к классу малотоннажных танкеров и имеет своими архитектурно-конструктивные особенностями.

С транспортной точки зрения танкеры класса «река-море» являются комбинированными судами, т.е. они приспособлены к одновременной транспортировке разных видов нефтепродуктов в отдельных грузовых танках. Это обеспечивает одновременную доставку до потребителя за один рейс широкой номенклатуры груза.

Современные нефтеналивные суда «река-море» представляют собой однопалубные теплоходы с кормовым расположением машинного отделения с баком и ютом. Корпус характеризуется минимальным надводным бортом. Для перехода с бака на ют предназначен специальный переходной мостик, установленный в диаметральной плоскости на уровне этих надстроек. Блок помещений экипажа и ходовая рубка располагается в корме.

Корпус танкера в районах грузовых танков оборудуется двойным дном и двойными бортами. Система набора корпуса в грузовом районе продольная, в остальных районах – поперечная. Грузовая часть делится поперечными и продольной переборками на отдельные грузовых танков. Так как в одних и тех же грузовых танках предусматривается перевозка различных нефтепродуктов, то эти суда оборудуются системой мойки танков. Для эффективной очистки грузовых танков они не должны иметь внутри судовой набор. Для этого применяют гофрированные переборки, а палубный набор эффективней устанавливать снаружи корпуса.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЗАТРАТ НА СОЗДАНИЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Оренбургский государственный университет

Крылатые ракеты являются мощной системой вооружения, хотя и не могут в полной мере заменить пилотируемую авиацию. Главная задача крылатых ракет в системе вооружения – борьба с целями, хорошо защищенными в противовоздушном отношении, подавление систем противовоздушной обороны.

Во многих современных военных конфликтах крылатым ракетам отводилась главная роль, особенно на начальных этапах боевых действий, что сводило к минимуму потери пилотируемой авиации. Таким образом, крылатые ракеты проявили свои преимущества, как оружие первого удара.

Расчеты технико-экономической эффективности, в особенности на первоначальных стадиях жизненного цикла изделия, при разработке любого проекта остаются недостаточно точными. Прогнозы точности оценок зачастую не гарантируют невыхода конечных фактических затрат за границы назначенного бюджета. Для авиации и ракетно-космической техники положение осложняется тем, что часть затрат заложены в разных программах, а многие составляющие затрат содержатся в конфиденциальных документах и недоступны для исследования. В последние годы инфляция делает несостоятельными расчеты в абсолютном выражении.

Однако практически при любом колебании цен, коэффициентов инфляции, изменении ставок банков и прочих факторов, фактически неизменными остаются соотношения между составляющими затрат. Стабильными остаются также калькуляции ориентировочной оптовой цены на изделия, цены на структурные составляющие ракет, по сравнению с аналогом, доработка которых может заключаться как в незначительной модификации, так и в серьезных изменениях конструкции. Используя данные соотношения, можно просчитывать эффективность рассматриваемого проекта, анализируя потребные затраты и ущерб, который может быть причинен противнику. Полученные соотношения в любой момент времени можно перевести в абсолютные затраты при подстановке соответствующих данному моменту времени показателей.

Особенно эффективной такая оценка является для проектов одного разработчика, завода-изготовителя материальной части и его кооперации.

ОСОБЕННОСТИ ОСНАЩЕНИЯ ТРЮМОВ БАЛКЕРОВ

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Способы предотвращения смещения груза в трюме сухогрузного судна. Грузы с углом естественного откоса более 35° необходимо расштивать так, чтобы угол наклона разровненной поверхности был меньше угла естественного откоса. Не зависимо от угла естественного откоса перевозимого груза, обязательно должен быть расштиван в трюме груз, склонный к разжижению. Если угол естественного откоса меньше или равен 30° , то перевозка легкосыпучих грузов осуществляется в соответствии с правилами перевозки зерна. Для предотвращения поперечного пересыпания груза в трюмах применяют съемные продольные

переборки – шифтинг-бордсы. Используются способы: «стропинг», «бандлинг», «блюдце», крепление поверхности методом укладки груза. Предлагаются специальные устройства, которыми могут быть оснащены трюмы судов. Одно из таких – устройство для предотвращения смещения сыпучих грузов, оно включает: панели настила, шарниры, гидроцилиндры, установленные в трюме судна. Размещенный в трюме настил состоит из чередующихся по всей длине трюма мягких и жестких панелей. Настил шарнирно прикреплен к палубе и бортам, а к свободной поверхности груза прижимается с помощью силовых гидроцилиндров.

Особенности конструкции трюма балкеров. Конструкция трюма балкеров позволяет исключить поперечное смещение насыпного груза и соответственно операции по штивке груза. Основными особенностями конструкции грузового трюма являются: подпалубные и скуловые цистерны; поперечные гофрированные переборки, которые для опирания на днище имеют трапециевидальную опору, а у верхней палубы коробчатую опору (коробчатая балка подпалубной цистерны); наклонные скуловые листы, непрерывный продольный комингс (высота комингса люка может быть более метра). Загрузка груза проводится до максимально возможного уровня (нагрузка на элементы корпуса не должна превышать допустимых значений). Геометрия подпалубной цистерны зависит от ширины люка и угла наклона стенки скуловой цистерны.

Некоторые требования Правил Регистра к конструкции балкера. Применяется продольная система набора палубы, подпалубных цистерн и днища. Двойные борта и бортовые скуловые цистерны могут иметь как продольную, так и поперечную систему набора. Наклонные листы скуловых цистерн устанавливаются под углом не менее 45° . Протяженность цистерны на один борт не менее $0,125B$ на уровне второго дна. Для бортовых подпалубных цистерн наклонная стенка устанавливается под углом не менее 30° к горизонту. Набор цистерн при продольной системе набора состоит из основных продольных балок и поперечных рамных связей таврового профиля, расположенных в плоскости флоров. В плоскости шпангоутов по всем углам цистерн ставятся brackets, доходящие до ближайших продольных балок. Шпангоуты выполняются из симметричного профиля и подкрепляются кницами, концы которых не должны перекрывать примыкающие к ним brackets цистерн. В плоскости каждого второго сплошного флора, в скуловых цистернах должны стоять поперечные диафрагмы. В поперечных диафрагмах скуловых цистерн допускаются вырезы (лазы), которые обязательно подкрепляются поясками или ребрами жесткости. Размер выреза имеет ограничения. По стенке продольного комингса люка должны быть установлены горизонтальные ребра жесткости и вертикальные brackets через две шпации.

УДК 378

РОМАНОВА Е.Д., АНДРИАНОВ Л.В.

ПРОЕКТ УЧЕБНОГО СУДНА С ТУРБОПАРУСНЫМ ВООРУЖЕНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время наибольшее распространение получили парусные суда, имеющие классическое вооружение, которое состоит из следующих элементов: паруса (специальная ткань или пластина, которая преобразует энергию воздушных потоков в энергию поступательного движения судна), рангоута (система устройств на судне для подъема и растягивания парусов) и такелажа (комплекс элементов необходимых для крепления рангоута, а также управления им и парусами), также существенное распространение получили суда с жестким крылом. В основном преобразование энергии ветра в энергию поступательного движения судна происходит на основе неподвижного паруса-крыла с неизменяемым профилем. В то же время судостроению получила распространение известная классификация Ю. Крючкова, учитывающая различия: ветродвигатели и ветродвижители [1].

В настоящее время одним из наиболее развивающихся типов возобновляемых источников энергии в мире выступает ветроэнергетика, так получили распространение ветрогенераторы с вертикальной и горизонтальной осями вращения, а также их комбинации. Ограниченное распространение получили установки с эффектом Магнуса, т. е. с вращающимися цилиндрами вместо традиционных лопастей. При этом характеристики вращающихся тел исследовались начиная с 1671 г. (Г. Уокер, И. Ньютон), затем были работы Б. Робинса (1742 г.), Г. Магнуса (1853 г.) и другие исследования. Главная особенность турбопаруса, в том, что всегда можно получить движущую силу в нужном направлении, независимо от того, куда дует ветер. Впервые роторные турбопаруса были успешно испытаны на судне Вискау в 1924 году А. Флеттнером. В 2010 году создано грузовое судно E-Ship 1 с роторными парусами Флеттнера. Согласно данным «Enecon», турбопаруса позволяют сэкономить более 14 % экономии топлива [2].

Отдельным направлением развития ветроэнергетики является предложенная конструкторами Малаваром, Шарье и Кусто система парусов-крыльев, на которых движущая сила создается путем изменения характеристик циркуляции воздуха на жестком крыле, имеющим профиль сечения в виде неправильного эллипсоида. Циркуляция изменяется по системе управления пограничным слоем, получившим развитие в авиации [3]. Данная система была успешно внедрена на судне Alcione (Алкиона).

Была проведена теоретическая проработка возможности оснащения учебного парусного судна [4] парусами крыльями или турбопарусами, которая показала техническую возможность осуществления данного проекта. При этом судно будет фактически относиться к моторным судам со вспомогательным парусным вооружением, однако приобретает возможность движения против ветра, ценную для движения по рекам. Кроме того, реализация проекта позволит на практике дать возможность студентам ознакомиться с нестандартными двигателями и движителями.

Библиографический список

1. **Крючков, Ю. С., Перестюк, И. Е.** Крылья Океана Л.: Судостроение, 1983. 256 с
2. Электронный ресурс: http://www.ship-efficiency.org/onTEAM/pdf/06-STG_Ship_Efficiency_2013_100913_Paper.pdf
3. **Мхитарян, А.М.** Аэродинамика М.: Машиностроение, 1976. - 448 с
4. **Романова, Е.А.** Разработка учебного парусного судна для внутренних водных путей / Е.А. Романова, А.Д. Романов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. - 2014. - № 6 (28). - С. 95-101.

УДК 656.61.052

САВЕНКО П.С.

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО АВТОРУЛЕВОГО МОРСКОГО СУДНА

Керченский государственный морской технологический университет

Управление движением судна может осуществляться вручную и автоматически. Основные преимущества автоматического управления по сравнению с ручным состоят в уменьшении пропульсивных потерь, т. е. потерь скорости хода за счет сопротивления движению судна, вызванного действием руля. При постоянной скорости судна это способствует сокращению потерь топлива. Выигрыш в скорости при автоматическом управлении достигает 3...5%. Амплитуды переключений руля в среднем на 50% меньше, чем при ручном управлении. При плавании в открытом море рулевой освобождается от утомительной вахты на руле.

Авторулевые выполняют две функции: удержание судна на заданном курсе (режим стабилизации); изменение курса на заданную величину (следающий режим). Основным режимом работы авторулевого является режим стабилизации [1, стр. 67]. Современные авторулевые разных модификаций реализуют пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) закон регулирования:

$$U = K_1\alpha(t) + K_2 \frac{d\alpha(t)}{dt} + K_3 \int \alpha(t)dt .$$

Величина перекладки руля, задаваемая авторулевым при рыскании судна, определяется выражением (α – угол отклонения судна от курса)

$$\beta(t) = \frac{1}{KOC} \cdot \left(K_1\alpha(t) + K_2 \frac{d\alpha(t)}{dt} + K_3 \int \alpha(t)dt \right) .$$

Адаптивные авторулевые — это такие системы, в которых производится автоматическая перестройка параметров регулятора в соответствии с заданным критерием оптимальности.

Принцип работы авторулевых с адаптацией по заданному критерию качества следящий. В схеме авторулевого используется специализированная микроЭВМ с набором программ, в которую поступает информация от судовых датчиков: гирокомпаса, GPS, значения заданного и истинного углов перекладки руля.

Работу блока адаптации будем реализовывать по методу покоординатной оптимизации Гаусса-Зейделя [2, стр.188]. Метод состоит в поочередном изменении варьируемых параметров $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$. Сначала варьируется один параметр μ_1 (остальные зафиксированы) и отыскивается частный экстремум по этому параметру, на основе условия $d\varphi/d\mu = 0$. Затем параметр μ_1 фиксируется и начинается варьирование второго параметра μ_2 для отыскания другого частного экстремума. После этого фиксируется второй параметр и начинается варьирование третьего и т.д. В нашем случае поиск ведется по двум параметрам: ошибке курса ε и количеству перекладок руля n . После окончания цикла поиска по всем параметрам результат фиксируется в виде критерия $K = a_1\varepsilon + b_1n$ (коэффициенты a_1 и b_1 дают приоритет одному из параметров, в нашем случае приоритеты равны, т.е. $a_1 = b_1 = 0,5$) и вновь производится изменение μ_1 и цикл повторяется. Процесс поиска заканчивается, когда все компоненты $d\varphi/d\mu_i$ станут меньше определенных значений, зависящих от порога чувствительности измерительных элементов или меньше заданных величин.

Библиографический список

1. **Орлов, В. А.** Автоматизация промышленного судовождения. – М.: Агропромиздат, 1989. – 256 с.
2. **Летова, Т. А.** Методы оптимизации. Практический курс / Т. А. Летова, А.В. Пантелеев – М.: Логос, 2011. – 424 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТАНКЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИБКИХ РЕЗЕРВУАРОВ

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (MARPOL) выдвигает ряд требований к конструкции корпуса танкеров: 1) обязательное наличие чисто балластных танков; 2) ограничение предельных размеров танков (с целью уменьшения разливов нефти при аварии); 3) создание конструктивной защиты в виде двойного дна и двойных бортов, высотой (шириной) до двух метров.

В результате двойной корпус экологически чистого танкера получается более дорогим, тяжелым и менее вместительным по сравнению с однокорпусным. При этом опасность разливов при авариях уменьшилась, но не исчезла. Осталась также проблема балластировки и коррозии внутри цистерн.

Анализ законов развития технической системы с позиций теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) выявил ряд противоречивых требований к танкеру.

1. Груз не должен загрязнять балласт. Груз и балласт не должны создавать коррозию корпуса. Значит, груз и балласт не должны контактировать между собой и с корпусом. Повреждение корпуса не должно повреждать стенки грузовых цистерн.

2. Цистерны судна должны быть одновременно балластными и грузовыми. «Статичная» специализация цистерн по их функциональному назначению не является идеальным решением.

3. Современные тенденции развития изделий в самых разных областях применения заключаются обычно в замене долговечных, прочных изделий на дешевые и легкие. Но корпус судна нельзя заменить на легкий. Однако цистерны не обязательно должны быть частью корпуса. И их можно сделать легкими.

Применение ТРИЗ позволило разрешить указанные противоречия и получить решение в виде эластичных, быстро заменяемых и герметичных резервуаров, - отдельно для груза и для балласта, одновременно расположенных и чередующихся в трюмах. Вверху и внизу эластичные оболочки крепятся съемными соединениями к горловинам (рис. 1).

При пробое вероятность разрыва эластичной оболочки невелика. Даже в случае ее прорыва объем разлившейся нефти будет существенно меньше, чем объем всего танка.

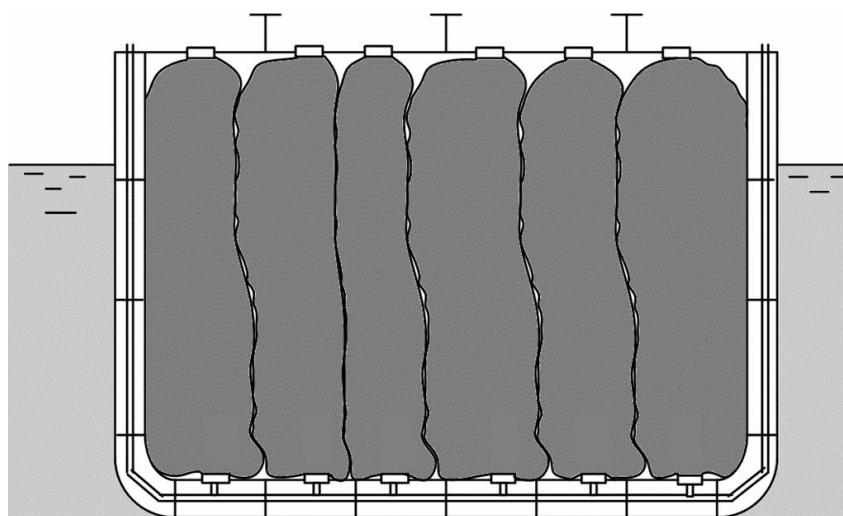


Рис. 1. Поперечный разрез танкера с полной загрузкой

ОСОБЕННОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СУХОГРУЗНЫХ СУДОВ СРЕДНЕЙ ВМЕСТИМОСТИ

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Водный транспорт - важная составная часть транспортной системы мира. На водный транспорт как наиболее экономичный приходится наибольший удельный вес внешнеторговых перевозок.

Универсальные сухогрузные суда (УСС) средней вместимости являются распространенным типом. Они проектируются для перевозки различных видов сухих грузов.

В условия рыночной экономики для увеличения конкурентоспособности и провозоспособности сухогрузные суда модифицируют для перевозки пакетированных грузов и контейнеров.

Среднетоннажные универсальные сухогрузные суда дедеветом от 2 до 10 тыс. т.

Характерные особенности универсальных сухогрузов средней вместимости:

- обычно кормовое расположение МО и надстройки, что позволяет увеличить размеры грузового помещения, а это в свою очередь способствует ускорению процесса погрузки-выгрузки груза и, следовательно, уменьшает время стоянки в портах (влияет на скорость доставки груза);
- суда длиной более 60 м должны иметь второе дно на всей их длине между носовой и кормовой переборками (влияет на повышение живучести с при получении поврежденный судна);
- применяется полнонаборный тип;
- осадка по грузовую марку назначается из условия обеспечения непотопляемости при затоплении одного грузового трюма или МО;
- грузовые трюмы занимают большую часть корпуса;
- иногда делают удлиненный трюм с большими люками, который позволяет расширить ассортимент грузов, которые могут быть перевезены на судне такого типа;
- крупногабаритные груза, перевозимые на палубе, закрепляются при помощи специальных приспособлений или тросов;
- высота твиндеков колеблется в пределах 2,5 -3,5 м;
- палубные перекрытия имеют усиленные рамные бимсы и полупереборки в ДП судна;
- могут развивать скорость от 14 до 16 узлов;
- силовая установка с резервом мощности (в зависимости от того, как быстро надо доставить груз и какой он стоимости: дорогостоящий генеральный груз в одном направлении и мене дорогой навалочный в другом);
- энергетическая установка большей частью дизельная;
- запасы топлива размещаются в цистернах двойного дна или в поперечном диптанке;
- в качестве погрузочно-разгрузочных средств применяются стреловые грузовые устройства или краны грузоподъемностью до 10 тыс. т. (примерно 94% построенных УСС имеют собственные грузовые устройства);
- для перевозки автомашин без упаковки трюмы судов оборудуются дополнительными съемными устройствами. Например, удачные в использовании добавочные легкие подвесные или подъемные платформы. Они добавляют полезный объем судовых трюмов.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЯЕМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ СУДОВ МОРСКОГО ПЛАВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема технической эксплуатации морского, речного и военно-морского флота многогранна. Ее решения осуществляется по различным направлениям. При этом учитывается то обстоятельство, что из жизненного цикла любого изделия процесс эксплуатации самый длительный. Для судов и кораблей продолжительность эксплуатации составляет в среднем 20-30 лет.

Основным направлением совершенствования технической эксплуатации флота, от которых зависит эффективность его использования, являются:

- Обеспечение нормативной эксплуатационной надежности;
- Применение средств диагностики технического состояния;
- Совершенствование организации технического обслуживания и ремонта;
- Автоматизация управления технической эксплуатацией.

Ввиду огромной сложности и стоимости системы технической эксплуатации (ТЭ) исключается возможность проведения многовариантных исследований с помощью натурального эксперимента (метод «проб и ошибок» с большим временем ожидания проб) в целях выбора наиболее эффективного варианта.

Остается единственный способ проведения обоснования применяемости оборудования – моделирование. Известно, что моделирование неизбежно ведет к отступлению от реальности. Однако в данном случае даже приближенный к действительности результат исследования позволит принять более объективные решения по совершенствованию системы ТЭ флота при существенном снижении экономического риска.

Исходя из отмеченных ранее основных направлений совершенствования системы ТЭ, должны быть рассмотрены возможные варианты организации работ по обеспечению эксплуатационной готовности судов в зависимости от уровня надежности судовой техники.

Модели процесса функционирования системы ТЭ судов должны быть построены при условии, что процессы в системе носят случайный характер и могут быть аппроксимированы Марковским случайным процессом типа гибели и размножения;

Модели системы ТЭ судов должны быть основаны на экономико-математическом моделировании процесса. При этом оценка эффективности варианта системы ТЭ должна осуществляться в зависимости от уровня надежности судового оборудования. Это позволит с достаточной объективностью сравнить возможные варианты системы ТЭ, принимая решение с наименьшим экономическим риском.

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ СУХОГРУЗНЫХ СУДОВ МАЛОЙ ГРУЗОВМЕСТИМОСТИ

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Республика Союз Мьянма (сокращ. Мьянма) обладает богатыми водными ресурсами. Длина береговой линии составляет почти 2000 км. Сама территория страны пронизана сетью рек, которые являются одними из основных транспортных артерий страны. Общая их судоходная длина составляет около 7000 км. Поэтому водный транспорт, морской и речной являются основной транспортной составляющей Мьянмы.

В последнее десятилетие наблюдается рост экономического развития Мьянмы и увеличение торговых грузопотоков. Основными статьями экспорта являются лесоматериалы, сельскохозяйственные продукты и промышленные товары. Импортируются нефтепродукты, удобрения, строительные материалы, машины и оборудование. Современная организация экспорта и импорта морским транспортом организуется по мультимодальной схеме. Суть данной схемы заключается в концентрации грузов в крупных транспортных узлах (хабы) и транспортировка их между хабами судами большой грузоподъемности. Концентрация и распределение грузов осуществляется, в том числе путем каботажных морских перевозок и внутренних речных перевозок. Для обслуживания данных транспортных линий предпочтительней использовать транспортные суда типа «река-море».

Современные универсальные сухогрузные суда «река-море» представляют собой однопалубные теплоходы с кормовым расположением машинного отделения. Блок помещений экипажа и ходовая рубка в основном располагается в корме. Но в зависимости от длины судна и его приспособленности к перевозке палубного груза, для выполнения требований SOLAS касающихся обеспечения обзора из ходовой рубки, часто жилую надстройку с ходовой рубкой располагают в районе бака. Кроме того, носовое расположение надстройки позволяет снизить ее ярусность.

Суда «река-море» имеют от одного до трех трюмов, в зависимости от приспособленности судна к перевозке крупногабаритных грузов, таких как трубы и лопасти ветровых энергетических установок. Практически все суда имеют широкое раскрытие палубы и приспособлены к транспортировке международных морских контейнеров. Грузовые трюмы оборудуются двойным дном и двойными бортами, которые используются для приема балласта. Для размещения судового топлива организуются диптанки, располагаемые между трюмами. Система набора корпуса в районе грузовых трюмов продольная, а в оконечностях поперечная.

Данный тип судов, как правило, имеет минимальный надводный борт. Для обеспечения повышенной грузоподъемности трюмов комингсы люков имеют повышенную высоту. На судах данного типа часто используют люковые крышки понтонного типа, что позволяет перевозить на них 1-2 яруса контейнеров. Оснащение судов грузовыми устройствами зависит от развитости портовой инфраструктуры в районах эксплуатации.

При небольших глубинах в предполагаемых районах эксплуатации судов, что определяет их небольшую эксплуатационную осадку, они оснащаются двухвальной движительной установкой. Для повышения маневренности судов, особенно при плавании в реках с большим количеством узостей и препятствий в виде мелей, суда типа «река-море» оснащаются полноповоротными винто-рулевыми комплексами с винтами в насадках. Также они оснащаются носовыми подруливающими устройствами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ПРОГУЛОЧНОГО КАТЕРА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Определенная экономическая стабильность в настоящее время привела к росту потребительского спроса на прогулочные суда и средства отдыха на воде. Дополнительным преимуществом расширения отечественного парка малых судов и соответствующей инфраструктуры является рост водного и экотуризма. Прирост прогулочных судов происходит в основном за счет катеров и моторных лодок.

Данная работа посвящена проектированию прогулочного катера на подводных крыльях, удовлетворяющего требованиям Российского Речного Регистра и соответствующего запросам потенциальных заказчиков, т.е. который сочетает в себе надежность, комфорт и эстетическую привлекательность. В качестве прототипа был выбран катер на подводных крыльях «Волга», который на протяжении 40 лет зарекомендовал себя, как надежное и пользующееся спросом транспортное средство, как в России, так и в странах ближнего зарубежья (рис. 1).



Рис. 1. СПК «Волга»

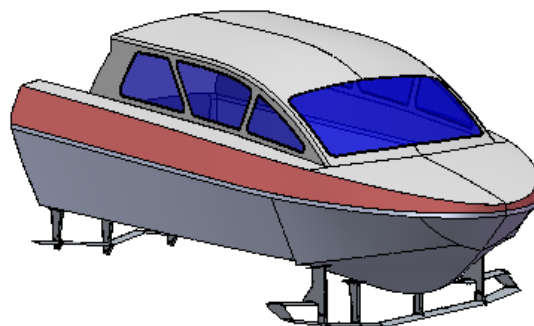


Рис. 2. Модель прогулочного катера

Однако открытая палуба не позволяет использовать катер во всепогодных условиях, так же требуется доработка катера с учетом внешнего вида и повышения уровня комфорта пассажиров. В результате решения основных уравнений проектирования (плавучести, нагрузки масс, мощности и др.) были определены главные размерения и основные элементы катера, удовлетворяющие требованиям вместимости, остойчивости и непотопляемости.

При выполнении данной работы были учтены основные тенденции современного судостроения: спроектирована надстройка из композитных материалов, установлена двухвинтовая поворотно-откидная колонка, в пассажирском салоне предусмотрены поворотные кресла, холодильник и пр. Все работы по моделированию поверхности корпуса и надстройки, размещения оборудования в пассажирском салоне выполнены с применением программного комплекса SolidWorks. На рис. 2. в качестве примера приведена разработанная геометрическая модель прогулочного катера.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИЛ И СРЕДСТВ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АРКТИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из главных компонентов комплексной системы безопасности для защиты населения, территорий и критически важных объектов Арктической зоны Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является поисково-спасательное обеспечение (ПСО) морской деятельности (МД), реализуемое силами и средствами Федеральной системы поиска и спасания на море. Согласно "Морской доктрине Российской Федерации на период до 2030 года", для обеспечения поиска и спасания на море необходимо:

- усовершенствовать существующую систему поиска и спасания людей на море, основанную на взаимодействии федеральных органов исполнительной власти, имеющих в ведении силы и средства спасания, под единым руководством федерального органа исполнительной власти, ответственного за поисково-спасательное обеспечение морской деятельности в зонах ответственности Российской Федерации;

- унифицировать ведомственные системы подготовки специалистов морских аварийно-спасательных служб и сертификации поисково-спасательной техники и лицензирования различных видов поисково-спасательной деятельности, включая развитие водолазного дела и водолазной медицины на всех региональных направлениях национальной морской политики;

- создать государственную глобальную автоматизированную систему мониторинга и контроля местоположения российских судов и наблюдения за ситуацией в Мировом океане, обеспечения международного обмена данными о местоположении иностранных судов в территориальных водах Российской Федерации;

- обеспечить своевременное восстановление и обновление морского аварийно-спасательного и вспомогательного флота;

- создать и развивать эффективные морские, авиационные и глубоководные робототехнические средства для поиска и спасания, оснащать ими аварийно-спасательные службы.

В соответствии с указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. №899 создание перспективных образцов специальной техники, к которой принадлежит поисково-спасательное оборудование, связано с приоритетными направлениями развития науки и техники, а технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера относятся к критическим технологиям Российской Федерации. Приоритет должен быть отдан созданию и внедрению инновационных отечественных образцов поисково-спасательной техники. От реализации этих предложений можно ожидать:

- значительного снижения стоимости формирования сил и средств Федеральной системы поиска и спасания на море;

- существенного повышения эффективности использования Федеральной системы поиска и спасания на море, в том числе работающей в условиях высоких широт;

- укрепления комплексной системы безопасности комплексов нефти и газа на континентальном шельфе и значительного уменьшения рисков исследования и освоения минерально-сырьевых ресурсов континентального шельфа России.

СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СУДОВ ПРЕСНОЙ ВОДОЙ

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Команда и пассажиры на судне должны быть обеспечены пресной водой в достаточном количестве. На судах устраивают единую систему водоснабжения и осуществляют подачу питьевой и мытьевой воды. Питьевая вода - это вода, полученная из берегового централизованного хозяйственно-питьевого водопровода или приготовленная на борту судна путем опреснения морской воды с последующим кондиционированием. Питьевая вода должна быть пресной, прозрачной, без запахов, безвредной по химическому составу и не содержать болезнетворных микроорганизмов. Все свойства питьевой воды регламентируются государственным стандартом (ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества (взамен ГОСТ 2874-82)). Мытьевая вода должна соответствовать требованиям ГОСТа на питьевую воду по бактериальному составу; допускается некоторое снижение ее прозрачности (но не менее 20 см), вызванное условиями хранения мытьевой воды на судне.

Система питьевой воды существует независимо от систем мытьевой и забортной воды. Системы питьевой воды по критерию действия могут быть классифицированы в несколько групп: гравитационные системы, принудительные системы, комбинированные системы.

Запасы питьевой воды устанавливаются по нормам ее расхода в зависимости от категории судна. На морских судах неограниченного района плавания норма расхода питьевой воды составляет не менее 50 л на человека в сутки, а мытьевой воды - 100 л. Для повышения комфорта норма увеличивается в 1,5-2 раза.

Питьевая вода хранится в особых цистернах. Для хранения запасов питьевой воды на судах должно быть не менее двух цистерн. Температура запасов питьевой воды не должна превышать 25°C. При хранении воды более 5 суток (летом) и 7 суток (зимой) ухудшаются ее свойства. В этом случае необходимо производить очистку и обеззараживание воды. Судовые устройства по ее санитарно-гигиенической обработке включают в себя фильтры для очистки воды от взвешенных частиц, обеззараживающие и дезодорирующие устройства. В зависимости от уровня загрязнения воды используют различные методы ее обеззараживания: метод ультрафиолетового облучения, введение в воду ионов серебра (с последующим десеребрением перед подачей воды потребителям), хлорирование (с последующим дехлорированием воды через фильтры), озонирование (наиболее предпочтительный метод). Обеззараживание воды должно производиться не реже чем каждые 10 дней.

Для пополнения запасов питьевой воды на судне имеются опреснительные установки для производства питьевой воды из морской. Морская вода для опреснения принимается на судно в районах его работы - не ближе 25 морских миль от берега. Основными способами получения пресной воды являются: химический способ опреснения; электрохимический способ опреснения (электродиализ); опреснение ультрафильтрацией (обратный осмос); опреснение вымораживанием; образование кристаллогидратов; применение гидрофобного теплоносителя; термическое опреснение (дистилляция): изотермический или адиабатный процесс. Наиболее распространенный способ приготовления пресной воды - дистилляция. Такую воду необходимо минерализовать, поскольку опресненная вода (дистиллят) для питья непригодна. Минерализация осуществляется с помощью специальных дозаторных установок.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ В ОПЫТОВОМ БАССЕЙНЕ КНАГТУ

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Опытный бассейн КНАГТУ предназначен для проведения гидродинамических экспериментов. Длина, ширина и глубина составляет 40x4x3 м, что относит его к разряду малых. Качество экспериментов очень сильно зависит от параметров экспериментальных моделей, методик проведения экспериментов и обработки их результатов. Основным параметром экспериментальных моделей является точность ее изготовления.

Изначально экспериментальные модели в опытном бассейне КНАГТУ изготавливались традиционным судомодельным способом. Данная технология характеризуется большой трудоемкостью и недостаточной точностью.

В настоящее время мастерская опытового бассейна оборудована современными 3D фрезерными станками с ЧПУ, благодаря чему, срок изготовления моделей сократился в 3-4 раза, а трудоемкость изготовления сократилась на 80%. Это позволило решить задачу по автоматизации процесса изготовления экспериментальных моделей.

Изготовление экспериментальной модели условно можно разделить на 4 этапа:

- построение 3D корпуса электронной модели;
- создание управляющей программы для станка с ЧПУ;
- изготовление модели на станке с ЧПУ;
- сборка и покраска модели;

В качестве программных комплексов для построения 3D корпуса электронной модели используются: программа с открытой лицензией Free!Ship и программа гибридного моделирования PowerSHAPE. Для написания управляющей программы для станка с ЧПУ используется САМ система PowerMill.

Для изготовления моделей корпусов применяется 3-осевой фрезерный станок с ЧПУ «SAHOS SPRINT FC1900CNC». Однако он имеет ограничения по обрабатываемой площади 1200X1900 мм. и максимальной высоте выдвижения шпинделя 400 мм. Ввиду ограничений станка для изготовления больших (длиной от 1.5 м.) и имеющих сложную форму моделей был применен метод блочного изготовления. Суть данного метода заключается в следующем: на стадии построения 3D модели корпуса, электронная модель корпуса разбивается на блоки (рис 1). Элементы корпуса, имеющие сложную геометрию, такие как бульб, изготавливаются отдельно. Если модель имеет высокие борта, препятствующие перемещению шпинделя с инструментом, модель на стадии проектирования делится на блоки по высоте.



Рис. 1. Принципиальная схема разбиения корпуса модели на блоки:

а - модель с зонами недоступными для обработки; *б* - модель с высокими бортами

После изготовления отдельных блоков на станке они собираются воедино. Далее корпус модели окрашивается и оснащается измерительной аппаратурой.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО СУХОГРУЗНО-НЕФТЕНАЛИВНОГО СУДНА СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ КРЫМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

После возвращения Крыма в состав России, для развития единого экономического пространства страны поставлена задача по устранению ограничений существовавшей транспортной инфраструктуры (через территорию Украины), ликвидация инфраструктурных уязвимостей и организации транспортного обеспечения потребностей Крыма со стороны моря.

Решение поставленной задачи требует комплексного подхода к совершенствованию в сжатые сроки транспортной инфраструктуры, включая водный транспорт. Для обеспечения всестороннего и устойчивого экономического развития Крыма, завершения строительства железнодорожно-автомобильного моста через Керченский пролив, перевозка «от двери до двери» необходимых видов груза, таких как строительные материалы, промышленное оборудование, оборудование для энергетической и нефтегазодобывающей промышленности, тяжеловесные и крупногабаритные грузы, контейнеры и др. может быть успешно реализована при использовании судов смешанного (река-море) плавания (ССП).

На первом этапе развития транспортной инфраструктуры, когда грузы перевозятся по мере поступления заказов без конкретного расписания, экономическая эффективность перевозки перечисленных ранее видов грузов СПП будет еще более обоснованной, если для транспортной доступности Крыма будут задействованы комбинированные суда, обеспечивающие возможность двухсторонней загрузки в прямом и обратном сообщении. С учетом перспектив освоения и разработки нефтеносных и газовых месторождений, увеличения объемов добычи нефти и газа существующими СБУ и ПБУ, наиболее востребованными, как в настоящее время, так и на долгосрочную перспективу, следует считать комбинированные сухогрузно-нефтеналивные суда, обеспечивающие возможность двухсторонней загрузки в прямом и обратном сообщении. Из числа эксплуатирующихся в настоящее время сухогрузно-нефтеналивных судов (нефтерудовозы, суда типа УСМГ, сухогрузно-нефтеналивные суда-площадки), в полной мере соответствуют требованиям Международных конвенций сухогрузно-нефтеналивные суда-площадки, серийное строительство которых осуществлялось на «Окской судовой верфи» в 2014-2016 годах. Бассейны Азовского и Черного морей в районе берегов Крымского полуострова относятся к районам, в которых допускается круглогодичная эксплуатация судов класса «М-СП3,5»: в Азовском море – без географических ограничений; в Черном море – 20-мильная прибрежная зона. Не исключено, что при освоении шельфа потребуются обслуживание месторождений за 20-мильной прибрежной зоной и тогда потребуются СПП более высокого класса: класса «М-СП4,5» по классификации PPP и класса «R2-RSN(4,5)». В согласованном Минтрансом «Перечне морских бассейнов для установления районов и сезонов плавания судов с классом Российского Речного Регистра» суда класса «М-СП4,5» допускаются к круглогодичной эксплуатации в Черном море в географических границах акватории: 100-мильная прибрежная зона при удалении от места убежища до 100 морских миль.

Для принятия обоснованных предложений по проектированию сухогрузно-нефтеналивного судна-площадки смешанного (река-море) плавания «М-СП4,5» проведен дополнительный анализ ветро-волнового режима Черноморского бассейна в районе освоенных нефтеносных и газовых месторождений, с учетом имеющихся сведений о перспективах освоения шельфа Крымского побережья. Полный комплекс исследований будет представлен в магистерской работе «Исследовательское проектирование комбинированного сухогрузно-нефтеналивного судна смешанного (река-море) плавания для эксплуатации в районе освоения шельфа Крымского побережья».

УДК 629.12-:502.7

АРЕФЬЕВ Н.Н.

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

В настоящее время для поддержания экосистемы планеты, ограничиваются загрязнения техногенного характера. Для флота основным регламентирующим документом является международная конвенция MARPOL-73/78, в частности, его Приложение VI содержит предельно допустимые значения вредных веществ в отработавших газах (ОГ) судовых двигателей.

ОГ представляют собой многокомпонентную смесь газов и твердых частиц, состоящую из продуктов неполного сгорания и окисления топлива. Наиболее опасными для здоровья человека являются следующие компоненты ОГ: сажа, оксиды азота, альдегиды, оксиды углерода и углеводороды [1]. Они обладают канцерогенным, токсикологическим эффектами, способны вызывать отравление, удушье и хронические заболевания. На данный момент существует множество способов снижения того или иного компонента в ОГ, однако для комплексной очистки приходится применять несколько установок, что существенно усложняет и удорожает эксплуатацию судна.

Предлагаемая установка, кроме очистки, охлаждения и увлажнения ОГ в циклонно-пенном аппарате, позволяет часть газов (до 40%) обогатить кислородом и отправить на выпуск двигателя. Кроме того, что данная часть газов не попадает в атмосферу, такая мера благоприятно влияет на процессы горения в цилиндре двигателя, снижая температуру горения, что само по себе уменьшает концентрацию оксидов азота[2], а водяные пары препятствуют образованию сажи[3]. Принципиальная схема установки представлена на рис.1.

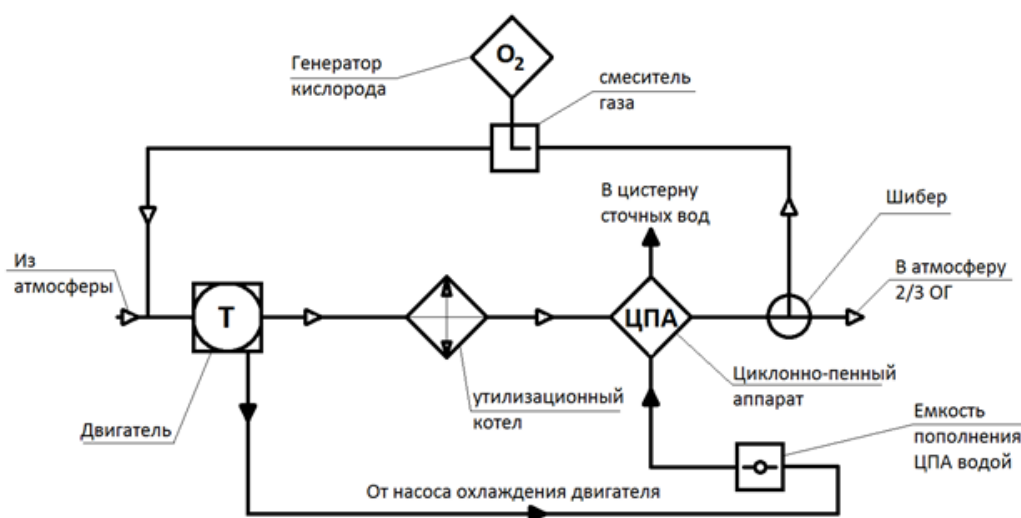


Рис. 1. Принципиальная схема установки для комплексной очистки ОГ

Библиографический список

1. **Чернецов, Д.А.** Токсичность отработавших газов дизелей и их антропогенное воздействие / Д.А. Чернецов // Вестн. Университета им В.И. Вернадского – 2010. – №10-12 – С.31.
2. **Панчишный, В.И.** Нейтрализация оксидов азота в отработавших газах дизелей / В.И. Панчишный // Двигателестроение – 2005. – №5 – С.35.
3. **Толшин, В.И.** Режимы работы и токсичные выбросы отработавших газов судовых дизелей / В.И. Толшин, В.В. Якунчиков. – М.:МГАВТ, 1999 – 192 с.

УДК 629

БАРАНЦЕВ Н.А., ХРАМОВ М.Ю.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СУДОВЫХ МАЛОБОРОТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Одной из специфических особенностей транспорта как отрасли промышленности являются большие материальные затраты на топливо. В настоящее время цены на дизельное и моторное топлива нестабильны.

Поэтому большое внимание уделяется поиску более дешевой альтернативе этим топливам. Затраты на энергоресурсы можно значительно снизить путем применения топлив, менее энергоемких в их производстве, но не уступающих по своим энергетическим свойствам дизельному топливу. Одним из таких топлив является сжиженный природный газ (СПГ). Из-за нецелесообразности повторного сжижения газа испарившуюся часть СПГ на судах-метановозах предполагалось использовать в качестве замены части основного топлива для главной энергетической установки.

По основному энергетическому показателю природный газ уступает дизельному топливу на 8...9%, вследствие чего удельные мощностные показатели газового двигателя могут быть немного хуже, чем у дизеля. Несмотря на это, общая оценка СПГ показывает, что он является высокоэффективным топливом для двигателей внутреннего сгорания (ДВС), с лучшими, чем традиционное топливо, экологическими характеристиками.

Опыты показали, что при переводе дизеля на газовое топливо изменяется состав выбрасываемых загрязнителей, при этом суммарный приведенный к окиси углерода выброс токсичных веществ оказывается в 1,5...2 раза меньше, чем у дизелей. Кроме того, перевод дизеля на СПГ способствует существенному повышению его эксплуатационных качеств: уменьшается износ основных деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ), увеличивается срок службы и уменьшается расход масла. Снижаются расходы на топливо, уменьшается дымность выхлопа, отсутствует копоть. При применении СПГ наблюдается более полное сгорание топлива. Объясняется это лучшим качественным составом, смесеобразованием и более совершенным протеканием процесса сгорания. Работа на СПГ почти полностью исключается конденсация топлива в цилиндрах двигателя, вследствие чего не происходит смывания масляной пленки со стенок цилиндра и поршней.

При рассмотрении топливной системы судна наибольший интерес вызывает ее газовая часть, впервые устанавливаемая на судне, поскольку вся дизельная система питания котла и дизель-генератора остается без изменений, а в системе питания ГД устанавливается только новая двухтопливная форсунка.

Более полное сгорание газа уменьшает нагарообразование на днищах поршней и поверхности камеры сгорания. Увеличение межремонтного срока службы дизеля обеспечивает значительную экономию денежных и материальных средств и повышает общую рентабельность энергетической установки.

При переводе судовой энергетической установки на сжиженный природный газ позволит снизить вредные выбросы в выхлопных газах; повысить экономичность энергетической установки; снизить износ основных деталей и топливной аппаратуры (ТНВД, ТВД и т.д.); повысить экологичность ДВС.

УДК 662.994: 536.12

БЕВЗА Д.И., ШУРАЕВ О.П., ВАЛИУЛИН С.Н.

МОДЕЛЬ ПОСТУПЕНЧАТОГО ПРОЕКТНО-ПОВЕРОЧНОГО ТЕПЛООВОГО РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ В ПАКЕТЕ MATHCAD

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Тепловые расчеты (ТР) теплообменных аппаратов (ТА) правильнее отнести к проектно-поверочным, потому как процесс расчета является системой последовательных итерационных циклов, один шаг которых - это проектный, - а другой - поверочный расчет. Необходимость выполнения множества расчетных итераций вызывает потребность в достаточной для инженерной практики автоматизации процесса проектно-поверочного ТР и в поиске нового, отличного от традиционного, подхода к его осуществлению. Отказ от привычной методики ТР вынужден и при учете возможной неравномерности входного поля скорости и/или температуры.

Удобным является создание модели проектно-поверочного ТР ТА в пакете Mathcad. Благодаря вычислительному блоку «Given – Minerr», возможно решение систем линейных/нелинейных уравнений от простых до достаточно сложных. Отсутствует необходимость в обладании специальными навыками программирования, а в трудоемком процессе создания математической модели форма записи уравнений стандартным математическим языком заметно упрощает ее отладку.

Известны методики ТР [1, 2], основанные на модели с сосредоточенными и распределенными параметрами. Обозначенная в [3] модель со слабо распределенными параметрами способна войти в основу методики, которая объединит преимущества каждой из упомянутых моделей: повышенную точность – благодаря более детальному учету изменений режима переноса теплоты в объеме ТА – и простоту подготовки и выполнения расчета.

Объектом ТР выбрана секция водотрубного котла-утилизатора, в которой организован однократный перекрестный ток. Целью работы является разработка в среде Mathcad модели проектно-поверочного ТР перекрестноточного котла-утилизатора с возможностью учета неравномерности распределения входных параметров теплоносителя.

Поверхность теплообмена ТА перед началом расчета разбивается в необходимых пространственных направлениях по скоростному или иному признаку на блоки (ступени) конечных размеров. Так, весь ТА превращается в систему взаимосвязанных элементов (рис. 1), в пределах каждого из которых выполняются условия модели с сосредоточенными параметрами.

На основе структурной модели составляется система из шести уравнений: теплопередачи, теплового баланса (два уравнения), расчета среднего температурного напора и определяющих температур (два уравнения) для каждой ступени, включенная в общий блок «Given-Minerr» для совместного решения.

Характерной особенностью реализации описываемой модели проектно-поверочного ТР, в отличие от ранее созданных [4, 5, 6, 7], является задание коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи как функции от определяющих температур теплоносителей и порядкового номера ступени.

Обращение к этим функциям программа производит прямо из блока «Given-Minerr»:

$$k(T_{1,y}, T_{2,y}, y) = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1(T_1, y)} + \varepsilon_y + \frac{1}{\alpha_2(T_2)}}$$

где T_1, T_2 – определяющие температуры ступени по горячему и холодному теплоносителям, °С; $\alpha_1(T_1, y), \alpha_2(T_2)$ – коэффициенты теплоотдачи по горячему и холодному теплоносителям, Вт/м²К; ε_y – коэффициент загрязнения для соответствующей ступени, м²К/Вт

Таким образом, число операций в расчетной модели сокращается до минимума.

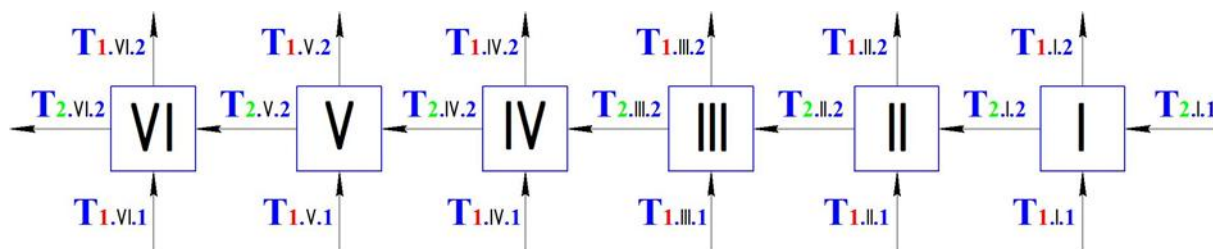


Рис. 1. Разбиение теплообменной поверхности на ступени:

$T_{x(1/2),y,z(1/2)}$ – температура соответствующего теплоносителя, К, где: $x(1/2)$ – горячий/холодный теплоноситель соответственно; y – порядковый номер ступени; $z(1/2)$ – вход/ выход соответственно

Предложенная для реализации в Mathcad математическая модель поступенчатого проектно-поверочного ТР судового ТА достаточно удобна и проста в написании и применении. Кроме того, она многофункциональна в области изучения вопросов влияния неравномерности входных параметров, нелинейности характера протекающих процессов, поэлементного анализа ТА или совокупности аппаратов со схемами тока различных видов и сложности.

Библиографический список

1. Бажан, П. И. Справочник по теплообменным аппаратам / П. И. Бажан, Г. Е. Каневец, В. М. Селиверстов. М.: Машиностроение, 1989. – 367 с.
2. Байгалиев, Б. Е. Щелчков А. В., Яковлев А. Б., Гортышов П. Ю., Теплообменные аппараты: учебное пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2012. – 180 с.: ил.
3. Шураев, О. П. Исследование полей скорости и температуры в каналах котла-утилизатора методом численного моделирования // О.П. Шураев, Д.И. Бевза, С.Н. Валиулин // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. 2016. № 3. С. 169 - 173.
4. Валиулин С. Н. Математическая модель теплообменного аппарата серии ВВПИ / С. Н. Валиулин, О. П. Шураев // Вестн. Волж. гос. акад. водного транспорта. 2003. № 5. С. 149 – 154.
5. Шураев, О. П. Математическая модель кожухотрубного теплообменного аппарата и ее применения / О. П. Шураев // Новые информационные технологии. Сб. тр. X Всероссийской научн.-техн. конф. МГУПИ. 2007. С. 165 – 170.
6. Шураев, О. П. Математическая модель судовых теплообменных аппаратов и ее применение в имитационном моделировании систем дизеля / О. П. Шураев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2010. №1. С. 178 - 182.
7. Шураев, О. П. Пискулин В. Г. Математическая модель и проектирование рекуперативных теплообменных аппаратов для судовых энергетических установок / О. П. Шураев, В. Г. Пискулин // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. 2013. № 2. С. 169 - 173.

ИННОВАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ УСТАНОВКИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТХОДЯЩЕГО ТЕПЛА ОХЛАЖДАЮЩИХСЯ ОТЛИВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема неэффективного использования вторичных энергетических ресурсов широко распространена и является актуальной в современное время. Любое предприятие в процессе своей деятельности является источником производственных отходов, которые загрязняют окружающую среду, что является, в том числе, результатом несовершенства технологических процессов производства [1]. Для улучшения экологических, социальных и экономических показателей предприятия следует минимизировать производственные отходы, находя им новое полезное применение.

В металлургической отрасли в большей степени распространены выбросы вторичных тепловых энергетических ресурсов. Тепловые потери и выбросы очень часто наблюдаются в технологической цепочке изготовления отливок и, зачастую они приводят к увеличению трудоемкости и удорожанию себестоимости продукции.

Участком в технологической цепочке изготовления отливок, где наблюдаются значительные потери тепловой энергии, является участок охлаждения отливок. Для ее утилизации традиционно применяют рекуперацию и регенерацию тепла [2].

Техническое решение, основанное на применение принципа регенерации тепловой энергии, способствует минимизации поставленной проблемы. Устройство интегрируется на участок выбивки отливок. Принцип работы устройства заключается в периодическом нагреве и охлаждении рабочего тела. Рабочее тело помещается в замкнутый объем. При возникающем перепаде температур рабочее тело начинает движение по замкнутому контуру. Это движение реализуется за счет изменения объема рабочего тела, которое расширяется при нагреве и сжимается при охлаждении. Устройство предусматривает исполнительные механизмы, которые преобразуют работу расширения и сжатия в механическую энергию маховиков. Устройство интегрируется на участок выбивки отливок [3]. По окончании процесса выбивки, отливки, имеющие температуру 400-500°C, с выбивной инерционно-ударной решетки переносятся в специальные короба, которые закрывают защитным кожухом. Устройство улавливает теплоту охлаждающихся отливок, перерабатывает ее в механическую энергию и передает эту энергию с помощью зубчатых колес и клинового ремня на инерционный вал выбивной решетки, заставляя его совершать вращательное движение. Это позволяет достигать снижения подачи мощности от электросети, компенсируя ее переработанной тепловой энергией [4].

Библиографический список

- 1. Большина, Е.П.** Экология металлургического производства: Курс лекций. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. – 155 с.
- 2. Кудинов, А. А.** Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / А. А. Кудинов, С. К. Зиганшина. – М.: Машиностроение, 2011. – 374 с.
- 3. Федоренко, И. Я.** Проектирование технических устройств и систем: принципы, методы, процедуры: учеб. пособие / И. Я. Федоренко, А. А. Смышляев. – М.: ФОРУМ, 2014. – 320 с
- 4. Чернышов, Е. А.** Поиск новых технических решений: учеб. пособие / Е. А. Чернышов Е. А. – Н: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2007. – 202 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭКСПРЕСС-ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВОЙ ЯЭУ НА ОСНОВЕ ИНС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Бакалавры кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» (ЯР и ЭУ) Института ядерной энергетики и технической физики (ИЯЭ и ТФ) в рамках выпускной квалификационной работы бакалавра (ВКР) по направлению подготовки «Ядерная физика и технологии» выполняют проектирование ядерной энергетической установки (ЯЭУ) для гражданских судов различного назначения. Проект судовой ЯЭУ является сквозным и состоит из расчета тепловой схемы, расчета силовой установки - ядерного реактора, расчета главного циркуляционного насоса первого контура (ГЦНПК), расчета парогенератора и расчета главного турбозубчатого агрегата – турбины. За 9 лет (с 2008 по 2016 гг.) ВКР студентами кафедры было выполнено 225 работ. Анализ полученных в этих работах результатов позволяет предположить возможность использования их для построения модели искусственной нейронной сети (ИНС), которая может быть основой для построения системы экспресс-проектирования ЯЭУ транспортного назначения в рамках ВКР по направлению подготовки «Ядерная физика и технологии», а также послужить основой для построения модели экспресс-проверки ВКР. Каждый раздел выполненных ранее работ и совокупность накопленных в них данных и результатов расчетов позволяют построить модель расчета основного технологического оборудования, охарактеризовав ее с точки зрения необходимого количества входных параметров (исходных данных необходимых для проектирования) и с точки зрения необходимого количества выходных параметров (результатов получаемых в процессе проектирования), а затем на основе накопленных данных сформировать связь между выбранными входными, выходными и промежуточными параметрами в виде искусственной нейронной сети (ИНС) для построения системы экспресс-проектирования судовой ЯЭУ и системы экспресс-проверки. Для выполнения поставленной задачи необходимо:

- собрать и систематизировать данные по расчету ВКР бакалавров;
- установить связь между входными, выходными и промежуточными параметрами;
- произвести качественный, всесторонний анализ имеющихся результатов;
- построить модель ИНС для системы экспресс-проектирования и экспресс-проверки;
- разработать алгоритм работы системы экспресс-проверки с использованием накопленных результатов данных, результатом расчета ИНС и конкретным результатом расчета;
- разработать алгоритм работы системы экспресс-проверки с использованием накопленных результатов данных.

После формирования модели расчета в форме ИНС необходимо проверить результаты ее работы, используя результаты ВКР бакалавров 2017 и при необходимости скорректировать работу ИНС.

Реализация указанной модели расчета в форме ИНС позволяет разработать методику экспресс-проектирования судовой ЯЭУ, а также систему экспресс-проверки результатов расчетов, выполненных студентом в рамках ВКР.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСОВ ИННОВАЦИОННЫХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК С ТЖМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Создание моделей насосов и их отработка на стенде с высокотемпературным свинцовым теплоносителем необходимо для создания оптимальной конструкции осевого насоса реакторных контуров типа БРЕСТ-ОД-300. На сегодняшний день все методики расчета проточной части насосов базируются на полуэмпирических формулах с применением уточняющих коэффициентов, полученных для воды, и не пригодных для расчета высокотемпературных теплоносителей. Предварительная отработка конструкции модели и натурной проточной части на воде не имеет физического смысла в силу существенной разницы характеристик и свойств воды и расплава свинца, определяющих процессы в проточной части. В связи с колоссальной разницей свойств свинца и воды, зависимости, полученные при испытаниях на воде, становятся неприменимыми при проектировании насосов, перекачивающих свинец. В докладе представлены результаты экспериментальных исследований

Для обоснования оптимального проектирования проточной части осевого насоса, перекачивающего высокотемпературный свинцовый теплоноситель в НГТУ была разработана программа НИР, результаты отдельных этапов которой представлены в настоящей статье.

Целью этих работ являлось исследование характеристик лопастных систем с плоскими лопатками в свинцовом теплоносителе в зависимости от угла установки плоских лопаток на рабочем колесе насоса.

Эксперименты проводились с последовательно устанавливаемыми на валу осевого насоса НСО-01 НГТУ рабочими колесами с четырьмя и шестью плоскими лопатками (рис. 2) с углами установки плоских лопастей 15, 22, 28, 35, 41, 53° при температуре свинцового теплоносителя 400 – 450С со скоростями вращения вала насоса 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 об/мин с осевым рабочим колесом, диаметром 200 мм, при трех гидравлических характеристиках трассы циркуляции, изменяемых положением клина задвижки на напоре насоса. Термодинамическая активность кислорода в свинцовом теплоносителе поддерживалась в диапазоне 10–5 – 100. Сменные лопастные системы устанавливались последовательно на выемной части осевого насоса НСО-01 НГТУ в контуре свинцового теплоносителя установки испытания моделей проточной части главного циркуляционного насоса реакторной установки БРЕСТ-ОД-300 (стенда ФТ-4 в НГТУ).

Сравнение характеристик колеса насоса с четырьмя и шестью плоскими лопатками показывает, что при прочих равных условиях подачи лопастных систем с четырьмя и шестью лопатками близки друг к другу, а напоры существенно различаются и зависят от угла установки лопаток.

Для проверки полученных ранее данных в условиях высокотемпературного свинцового теплоносителя по характеристикам лопастных систем в НГТУ была создана конструкция выемной части осевого насоса НСО-01 НГТУ с поворотными лопатками. Она подтвердила достоверность полученных ранее результатов.

Очевидным способом предотвращения эрозионных разрушений элементов лопастных систем насоса, работающих в ТЖМТ, является создание такой геометрии проточной части, которая исключала бы отрыв потока и образование вихрей в межлопастном пространстве с интенсивностью, приводящей к разрушению поверхностей лопастной системы. Воздействием потока ТЖМТ на элементы конструкций лопастной системы насоса может

служить разрушение рабочего колеса на стенде ФТ-4 в НГТУ, полученное в результате проведенных исследований.

В результате выполнения комплексной программы экспериментальных и расчетно-теоретических исследований предполагается разработка обоснованных методик расчета и оптимального проектирования лопастных насосов, перекачивающих ТЖМТ. Результаты, отраженные в статье, являются первым этапом этой работы.

Библиографический список

- 1. Безносков, А.В.** Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике / А.В. Безносков, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков. – М.: ИздАТ, 2006. – 370 с.: ил.
- 2. Боков, П.А.** Исследование условий возникновения и характеристик кавитации в главных циркуляционных насосах реакторов на быстрых нейтронах, охлаждаемых ТЖМТ / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2015г. – 177с.

УДК 621.43

ГРУНИН К. Е., КОЧЕНОВ В. А., ВАНДЫШЕВА М.С.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ ЦПГ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный инженерно-экономический университет

Целью исследования является выявление закономерностей изменения компрессии в цилиндрах ДВС в зависимости от угла поворота коленчатого вала и различного положения компрессионных колец.

При замере компрессии на реальном двигателе невозможно знать, какое положение в момент измерения занимают компрессионные кольца, поэтому замеры на одном цилиндре и при одном положении коленчатого вала могут иметь различные значения. Чтобы исключить такую погрешность, нами был изготовлен анализатор герметичности цилиндров, с помощью которого мы можем не только устанавливать поршень в гильзе в характерных точках, но при этом и выставлять нужные нам положения компрессионных колец.

Анализатор представлен на рис. 1 и 2. Поступление воздуха под давлением осуществляется с помощью компрессора с редуктором. Эксперимент проводился на ЦПГ двигателей ЗМЗ-53 и КамАЗ 55102.

Перед непосредственным проведением эксперимента были проведены микрометрические замеры износа гильз ДВС при различных положениях коленчатого вала, а именно в ВМТ, НМТ и углах поворота 45° , 90° , 135° . Данные измерения были проведены в 4-х плоскостях: пальца, качания шатуна и со смещением на угол 45° от них.



Рис. 1. Анализатор герметичности цилиндров

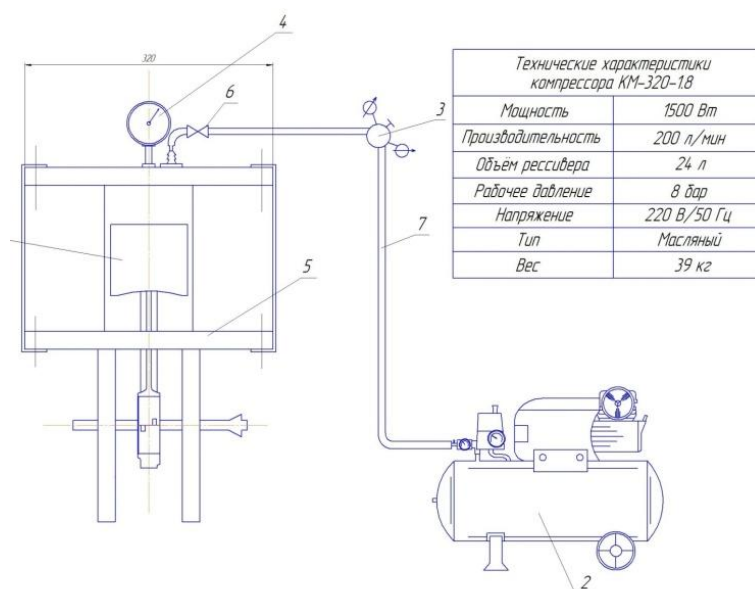


Рис. 2. Схема привода:

1 – ЦПГ, 2 – компрессор, 3 – редуктор, 4 – манометр, 5 – анализатор герметичности цилиндров, 6 – кран, 7 – шланг

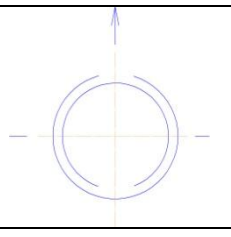
Как показали измерения, наибольший износ гильзы имеют в плоскости качания шатуна, что является закономерным следствием действующих в ЦПГ сил.

В дальнейшем на анализаторе герметичности цилиндров был проведён ряд замеров компрессии при различном давлении (4, 5 и 6 атм), углах поворота коленчатого вала и положениях компрессионных колец.

**Таблица 1
Компрессия в гильзе ЗМЗ-53**

Положение КШМ	Давление после редуктора			Положение замков
	6·10 ⁵ МПа	5·10 ⁵ МПа	4·10 ⁵ МПа	
0 ⁰ (ВМТ)	3,4	2,5	1,6	
45 ⁰	3,5	2,5	1,8	
90 ⁰	3,6	2,6	2	
135 ⁰	3,8	2,7	2,1	
180 ⁰ (НМТ)	3,8	2,9	2,2	
Положение КШМ	Давление после редуктора			Положение замков
	6·10 ⁵ МПа	5·10 ⁵ МПа	4·10 ⁵ МПа	
0 ⁰ (ВМТ)	3,5	2,4	2,1	
45 ⁰	3,6	2,5	2,2	
90 ⁰	3,7	2,6	2,4	
135 ⁰	3,9	3,1	2,5	
180 ⁰ (НМТ)	4	3,5	2,6	
Положение КШМ	Давление после редуктора			Положение замков
	6·10 ⁵ МПа	5·10 ⁵ МПа	4·10 ⁵ МПа	
0 ⁰ (ВМТ)	3,4	2,5	2,1	
45 ⁰	3,5	2,5	2,2	
90 ⁰	3,5	2,6	2,3	
135 ⁰	3,6	3,2	2,5	
180 ⁰ (НМТ)	3,7	3,4	2,6	

Таблица 2
Компрессия в гильзе КамАЗ 55102

Положение КШМ	Давление после редуктора			Положение замков
	$6 \cdot 10^5$ МПа	$5 \cdot 10^5$ МПа	$4 \cdot 10^5$ МПа	
0^0 (ВМТ)	3,1	2	1,7	
45^0	3,5	2,1	1,7	
90^0	3,6	2,4	2	
135^0	3,8	2,6	2,1	
180^0 (НМТ)	3,9	2,8	2,3	
Положение КШМ	Давление после редуктора			Положение замков
	$6 \cdot 10^5$ МПа	$5 \cdot 10^5$ МПа	$4 \cdot 10^5$ МПа	
0^0 (ВМТ)	3,4	2,8	1,9	
45^0	3,6	2,9	1,9	
90^0	3,7	3	2	
135^0	4,1	3,5	2,5	
180^0 (НМТ)	4,3	3,6	2,7	
Положение КШМ	Давление после редуктора			Положение замков
	$6 \cdot 10^5$ МПа	$5 \cdot 10^5$ МПа	$4 \cdot 10^5$ МПа	
0^0 (ВМТ)	3,4	2,7	1,9	
45^0	3,7	2,8	2,2	
90^0	3,8	3	2,3	
135^0	4	3,5	2,6	
180^0 (НМТ)	4,2	3,6	2,7	

На основе данных замеров компрессии нами были построены соответствующие графики, представленные на рис. 3 и 4.

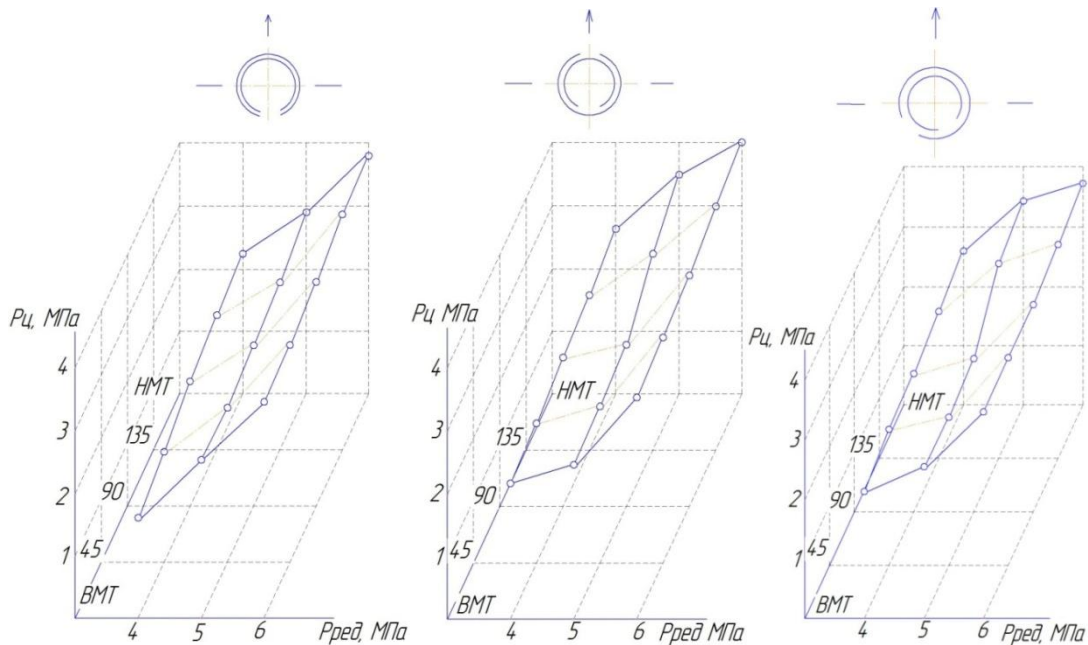


Рис.3. График изменения компрессии гильзы двигателя ЗМЗ-53

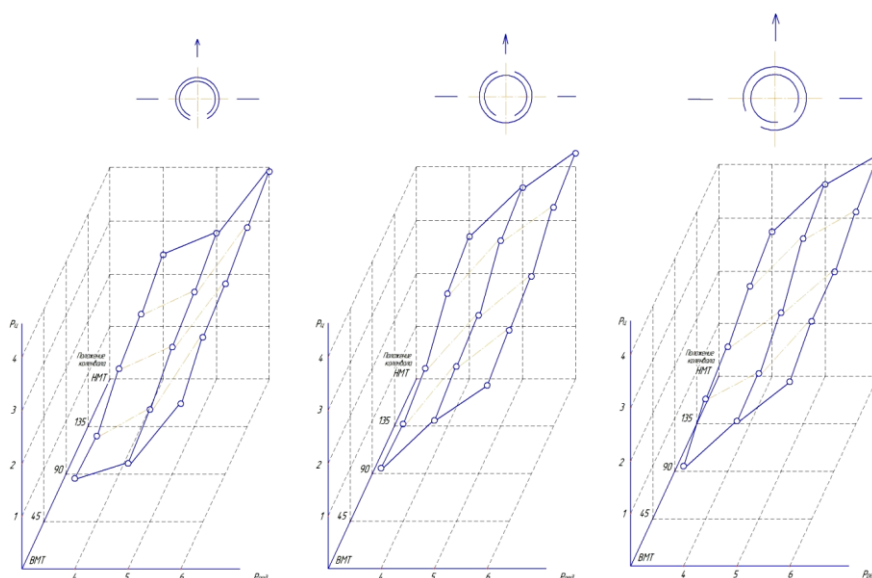


Рис. 4. График изменения компрессии гильзы двигателя КамАЗ 55102

Как видно из графиков, наибольшая компрессия у обеих гильз наблюдается при правильном положении колец в НМТ. Это объясняется тем, что износ гильзы в НМТ наименьший, относительно других поясов замера. Так же можно наблюдать неравномерность повышения компрессии по линии ВНТ – НМТ, что очевидно связано с неравномерностью распределения износа по высоте гильзы.

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что при увеличении износа на каждые $0,02$ мм, компрессия, в среднем, снижается на $0,4 \cdot 10^5$ МПа при правильном положении компрессионных колец и на $0,6 \cdot 10^5$ МПа при расположении замков колец в линию. Данная закономерность наблюдается как при нагнетании давления в 6 атм, так и при работе пневмотестора на давлениях 4 и 5 атм.

Библиографический список

1. Goeva V. V., Grishin N. E., Kazakov S. S., Kochenov V. A. Life and Wear of Frictional Couplings and Improved Compression Measurements in Internal Combustion Engines // Russian Engineering Research, 2013. Vol. 33. № 11. pp. 625–627.
2. Kochenov V. A. Natural Wear and Design of Frictional Components in Piston Engines // Russian Engineering Research, 2013. Vol. 33. № 4. pp. 197–202.

УДК 681.518.5

ЗОТОВА М.В., БОЛНОВ В.А., ЗОТОВ И.С.,
СМИРНОВ Д.А., ЦЫГВИНЦЕВ А.Н.

МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЯЭУ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ

АО «ОКБМ Африкантов»

Одним из важнейших этапов разработки математической модели (ММ) ЯЭУ является ее стыковка и настройка по результатам испытаний реального объекта. Корректировка на этапах испытаний и эксплуатации РУ сложный и трудоемкий процесс, так как изменения должны проводиться в короткие сроки, а объем изменений может быть весьма существенен. Настроенная по результатам испытаний ММ в дальнейшем используется для разработки систем оперативного технического диагностирования.

В АО «ОКБМ Африкантов» была разработана методика автоматической настройки параметров математической модели, согласно которой на этапе разработки модели выделяется перечень определяющих параметров и формируется критериальный функционал отклонений значений элементов вектора состояний модели от измеренных значений параметров объекта. Затем на основании численных методов безусловной оптимизации осуществляется поиск экстремума функции многих переменных (критериального функционала) в n -мерном пространстве (n -число выбранных определяющих параметров модели).

Данная методика была апробирована при настройке ММ по результатам испытания ЯЭУ петлевого типа. В качестве критериальных параметров, описывающих состояние объекта, рассматривались:

- разность температур теплоносителя на выходе и на входе центральной части аппарата;
- температура теплоносителя на входе в фильтр 1 контура;
- давление в 1 контуре;
- уровень в компенсаторах объема;
- температура пара за парогенератором;
- температура пара перед маневровым устройством;
- расход воды 3к через теплообменник 3-4к;
- температура воды 3к на входе в теплообменник 3-4к;
- температура воды 3к на выходе из теплообменника 3-4к;
- температура воды 3к на выходе из холодильника фильтра 1 контура.

При проведении стыковки ММ, подготовленной на основании проектных данных, максимальные отклонения выходных параметров составляли от 25 - 30% - для составляющих по расходу до 5-7% - для температурных составляющих.

В ходе апробации технологии автоматической настройки параметров ММ основными изменяемыми параметрами, описывающими состояние ММ, были выбраны:

- гидравлическое сопротивление ПГ;
- гидравлическое сопротивление центральной части активной зоны;
- гидравлического сопротивление трассы 1 контура;
- номинальное значение напора ЦНПК;
- коэффициент теплообмена металлоконструкций ПГ с окружающей средой;
- гидравлические сопротивления и коэффициенты эффективности теплопередачи по 3 и 4 контурам.

После применения технологии оптимизации параметров математической модели ЯЭУ значения отклонений составили ~4% для составляющих по расходу и ~ 3% для температурных составляющих. Реализация данной технологии позволяет значительно сократить сроки уточнения модели и связанные с этим издержки.

УДК 621.436

ЗУБАКИН А.С., ПЛОТНИКОВ С.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ 1Ч 6,4,5,8 ПРИ РАБОТЕ С ДОБАВКАМИ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА

ФГБОУ ВО Вятский государственный университет

Использование генераторного газа в качестве альтернативного топлива имеет перспективы при дальнейшем совершенствовании системы «газогенераторная установка – двигатель».

Для изучения процессов сгорания генераторного газа, сравнения полученных характеристик, с характеристиками двигателя, работающего на товарном топливе, бензине,

был разработан испытательный стенд на базе моторного стенда КИ-547 ГОСНИТИ СТЭ-7 с возможностью индирования процесса сгорания, а также определения экологических характеристик с последующей регистрацией на персональном компьютере [1].

Проведенные эксперименты подтвердили возможность применения генераторного газа в качестве основного топлива, при этом было установлено падение развиваемой мощности до 40-50%, что связано с низкой теплотой сгорания генераторного газа [2].

Для уменьшения падения мощности при переводе на альтернативное топливо, было предложено использовать смесь бензина и генераторного газа. Опытным путем было определено оптимальное соотношение: 30% генераторного газа и 70% бензина. Такое соотношение топлив было получено путем уменьшения проходного сечения главного жиклера карбюратора на 30%. При данном соотношении топлив мощности составило 10-15%, в зависимости от режима работы двигателя.

Основываясь на проведенных исследованиях, выше приведенных данных и анализе графиков, можно сделать следующие выводы:

1. Замена бензина генераторным газом возможна, при этом происходит падение мощности до 50%. Для устранения этого недостатка требуется модернизация двигателя;
2. Для компенсации падения мощности объем подачи генераторного газа не должен превышать 30%, при этом падение мощности не превышает 15%;
3. При проведении экспериментов определены оптимальные углы опережения зажигания: 25° для бензина, 32° для генераторного газа и 28° для смеси топлив;
4. При работе на альтернативном топливе снижается КПД двигателя на 50%, что обусловлено высоким удельным расходом топлива на единицу мощности;
5. При работе двигателя на генераторном газе и смесевом топливе происходит улучшение экологических показателей;
6. Повышение температуры отработавших газов (ОГ) незначительно по причине низкой скорости сгорания. Это дает возможность в дальнейшем форсировать мотор по среднему эффективному давлению.

Библиографический список

1. **Плотников, С.А.** Острецов В.Н., Киприянов Ф.А., Палицын А.В., Зубакин А.С., Коротков А.Н. Система питания двигателя внутреннего сгорания генераторным газом. - Патент РФ № 2605870, МКИ⁷F02B43/08.
2. **Плотников, С.А.** Зубакин А.С., Коротков А.Н. Исследование электростанции, работающей на альтернативном топливе. Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. //Мат. IX межд. науч.-практ. конф. «Наука-Технология-Ресурсосбережение» - Киров, 2016. – С. 220-224.

УДК 621

КАРБЫШЕВ А.А., БЕЗНОСОВ А.В., БОКОВА Т.А., ШУМИЛКОВ А.И.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТНЫХ ПАР ТРЕНИЯ В УСТАНОВКАХ СО СВИНЦОВЫМ, СВИНЦОВО-ВИСМУТОВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из приоритетных и малоизученных направлений трибологии - науке о контактном взаимодействии твердых тел, является трибология в элементах ядерных энергетических установок с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем (ТЖМТ). Решение проблем данного направления позволит увеличить ресурсоспособность и надежность механизмов с контактными парами трения в элементах ядерной энергетической установки.

Основными элементами рассматриваемых реакторных контуров, содержащих контактные пары трения в среде расплавов свинца и эвтектики свинец-висмут (объектами трибологии), являются следующие: - главные циркуляционные насосы, наиболее ответственными элементами которых являются подшипники скольжения, работающие в среде высокотемпературных жидких металлов при высоких скоростях и нагрузках; - элементы системы управления и защиты реакторов; - стержни с нейтронопоглощающим веществом, находящимся в стальных оболочках, которые являются поверхностью трения о внутреннюю поверхность чехла стержней-поглотителей в среде теплоносителя; - элементы системы перегрузки ядерного топлива, содержащих поверхности трения в среде теплоносителя; - трубная система парогенераторов в части поверхностей теплообменных трубок, контактирующих с дистанционирующими решетками. Поверхности конструкционных материалов контура, контактирующие с поверхностью движущегося потока высокотемпературного жидкого металла также можно рассматривать как объект трибологии[1].

Для изучения влияния пристенного слоя: сталь – теплоноситель и образующегося оксидного покрытия на стали на триботехнические характеристики рабочих поверхностей контактных пар трения (коэффициента трения и др.), при варьируемых параметрах высокотемпературного расплава свинца и эвтектики свинец-висмута, в НГТУ им. Р.Е. Алексеева выполняется комплекс расчетно-теоретических и экспериментальных исследований. Образовавшиеся оксидные покрытия и пристенный слой предохраняют контактные поверхности сталей и чугунов от схватывания, связанного с ним глубинного вырывания и других негативных эффектов. Они являются важным фактором эксплуатации контактных поверхностей в реакторных условиях. Частицы оксидов теплоносителя (свинца, висмута) соединений компонентов сталей, пузырьки паров, газов и др. находящихся в пристенных слоях поверхностей трения, пропитанные теплоносителем оказывают эффект, аналогичный эффекту смазочного материала[2].

Основной целью экспериментальных исследований, представленных в докладе, является увеличение ресурса механизмов с контактными парами трения работающих в расплаве высокотемпературного свинцового теплоносителя в условиях, приближенных к условиям работы реакторной установки с ТЖМТ и установления трибологических характеристик для обоснования проектных решений.

Для определения трибологических характеристик контактных пар трения в НГТУ им. Р.Е. Алексеева был создан высокотемпературный экспериментальный стенд ТР-2012 НГТУ.

Полученные экспериментальные данные показывают:

- наличие образованных оксидных покрытий на поверхностях контактной пары подшипников (вал-втулка) приводит к малозначительному износу поверхности, что показано измерением шероховатости контактирующих поверхностей;

- исследование зубчатого колеса шестеренного насоса показало значительный износ поверхностей контакта зубьев, что показывает, что наличие сформированных оксидных покрытий не эффективно для защиты контактных пар зубчатого зацепления и требует альтернативных способов их защиты.

В результате проведенных исследований получен большой массив экспериментальных данных трибологических характеристик контактных пар трения, показано положительное влияние оксидных покрытий, сформированных на поверхностях контакта, работающих в расплаве высокотемпературного свинца для контактных пар трения при возвратно-поступательном (палец-пластина) перемещении контактной пары трения. Исследованы процессы трения в условиях, приближенных к натурным условиям работы РУ (температура теплоносителя, скорости взаимодействия контактных пар трения и др.).

Библиографический список

- 1. Безносков, А.В.** Оборудование энергетических контуров с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями в атомной энергетике.: учеб. пособие/А.В. Безносков, Т.А. Бокова, Нижегород. Гос. Техн. Ун-т им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2012 -536с.
- 2. Дроздов, Ю.Н.** Проблемы трибологии трущихся пар в высокотемпературных тяжелых жидкометаллических теплоносителях./Ю.Н. Дроздов, В.Н. Пучков, Т.И. Назарова, В.В. Макаров, А.В.Безносков, Т.А. Бокова, М.А. Антоненков, Д.В.Кузнецов, П.А.Боков. – Материалы XVI международного семинара «Технологические проблемы прочности». - Подольск, 26-27.06.2009, 57-66с

УДК 621.542

КРАЙНОВ А.А., ХРУНКОВ С.Н.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ТУРБИН.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание конкурентоспособного пневматического турбинного привода для энергетических установок требует применения самых современных методов проектирования и проведения научного эксперимента. На сегодняшний день при проектировании широкое распространение получили различные численные методики, основанные на анализе течения газа с использованием газодинамических пакетов (Ansys CFX, Numeca FineTurbo и др.). Однако традиционные численные методы, применяемые при проектировании, ввиду ряда упрощений и допущений не отражают реальную газодинамику потока и соответственно вносят погрешность в оценку внедряемых конструкторских решений. Исходя из этого, важным этапом в создании турбопривода является подтверждение эффективности тех или иных конструкторских решений с помощью натурных испытаний на экспериментальном стенде [1].

Ввиду малых абсолютных размеров сопла в нем нельзя определить значения точечного статического давления, так же затруднительно определение местной температуры торможения и полного давления [2]. Малоразмерные турбинные ступени характеризуются рядом особенностей: относительно большими зазорами между сопловым аппаратом и рабочим колесом, малой высотой и относительно толстыми кромками и большой окружной протяженностью лопаток и т. д. Течения в ступенях малоразмерных турбин имеют сложную пространственную структуру, в частности, поток на выходе из соплового аппарата представляет собой систему отдельных струй и не образует равномерного осесимметричного течения. Данный факт обуславливает существенную неравномерность потока, как по высоте, так и по шагу решетки. Поэтому в малоразмерных турбинах наиболее достоверным является способ получения интегральных аэродинамических характеристик лопаточных решеток и турбинных ступеней с помощью суммирующих устройств – моментометров, измеряющих импульс и момент количества движения потока рабочего тела непосредственно в условиях работающей ступени [3].

Объект исследования: малоразмерный пневматический турбинный привод энергетических установок.

Предмет исследования: особенности проведения испытаний малоразмерных турбинных ступеней.

Цель исследования: аналитический обзор технических средств для проведения стендовых исследовательских испытаний малоразмерных турбинных ступеней.

Библиографический список

1. **Саженов, А.Н.** Самохвалов Н.Ю., Соловьев М.Н.. Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2015. № 41, г. Пермь.
2. **Наталевич, А.** Воздушные микротурбины. М.: Машиностроение, 1979. 191с.
3. **Кузнецов, Ю.П.** Чуваков А.Б.. Известия высших учебных заведений. Транспортное и энергетическое машиностроение. 2013. №4, стр.58.

УДК 697.329

КУЗЬМА М.М., КАЙНОВА А.В., МУЛИН М.М., СУБАРЕВ М.А.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Особенности использования возобновляемых источников энергии (В.И.Э.) практически полностью определяются достоинствами и недостатками в сравнении с другими источниками энергии, в основном невозобновляемыми.

Среди основных достоинств В.И.Э. всех видов огромное значение имеет то обстоятельство, что В.И.Э. являются возобновляемыми источниками энергии, т.е. их ресурс в рамках человечества практически неисчерпаем, или по крайней мере скорость воспроизводства возобновляемых ресурсов равна скорости их потребления. Это достоинство является основным аргументом в пользу использования В.И.Э., среди которых также встречаются:

- Полное отсутствие, или относительно малое количество вредных выбросов в атмосферу по сравнению с производством энергии на других источниках энергии;
- Экологичность производства энергии с помощью В.И.Э.

Среди главных недостатков В.И.Э. следует выделить:

- Расположение В.И.Э. - источник возобновляемой энергии зачастую (а на практике практически всегда) удален на большое расстояние от потребителя, в связи с чем возникает необходимость в транспортировке энергии на значительные расстояния. Это грозит удорожанием энергии из-за дороговизны ее транспортировки, создания необходимой инфраструктуры и ее обслуживания;
- Для В.И.Э. необходим соответствующий возобновляемый ресурс, использование которого в какой то мере вредит экологии (Для ГЭС приходится затоплять значительные территории с целью создания необходимой скорости течения воды в водопропускных каналах, т.е. необходимого вращения роторов турбин; Ветряные электростанции создают шум и вибрацию, влияние которой может привести к негативным последствиям и даже смерти организмов попавших в определенную зону действия этих вибраций и шумов; Солнечные электростанции сами по себе практически безвредны, но само производство элементов необходимых для аккумуляции этой энергии, весьма токсично (Галлий, Индий, Кремний).

Самым важным недостатком В.И.Э. является тот факт, что возобновляемая энергия распределена по всему миру с очень малой плотностью, следовательно, чтобы генерировать ее в промышленных масштабах необходимо использовать значительные территории, что в условиях постоянного, ежегодного увеличения численности населения Земли попросту невозможно.

Учитывая изложенное, можно сделать заключение, что использование В.И.Э. хотя и перспективно, но не может “утолить аппетиты” всего человечества только “лишь своими силами”. Однако В.И.Э. могут оказаться достаточно эффективными в малых предприятиях, а также в индивидуальном пользовании, поскольку в данном случае, аккумулируемой энергии

вполне достаточно даже с учетом ее малой плотности, так как нет необходимости в значительных мощностях производства.

УДК 62-611

ЛАПТЕВ Н. А., ПЕСКОВ Е. Н.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПЛИВОПОДГОТОВКИ В СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Вопрос снижения энергетических затрат сегодня – это проблема номер один в любом цивилизованном обществе. Расходы на топливо и ремонт двигателя внутреннего сгорания составляют значительную часть бюджета.

Люди вынуждены сейчас применять углеводородное сырье в качестве топлива для теплоэнергетических агрегатов. Но так как такое топливо на основе нефтепродуктов не сгорает полностью, то это порождает ряд серьезных проблем, таких как - загрязнение окружающей среды, перерасход топлива, повышенный износ деталей цилиндрико-поршневой группы, быстрое старение смазочного масла и т. д.

На сегодняшний день улучшение качества топливоподготовки – одно из реальных направлений рационального использования нефтяного топлива, повышения экономичности и экологической чистоты судовых энергетических установок.

Применяемые в настоящее время методы обработки топлив в судовых условиях делятся на две основные группы: обеспечивающие изменение физического состояния и воздействующие на физико-химический состав. Изменение физического состояния обеспечивается паровым (электрическим, индукционным) подогревом, а также гомогенизацией. Воздействие на физико-химический состав производится путем очистки от примесей и химической обработкой.

Для поддержания надежности энергетического оборудования, находящегося в контакте с топливом или с продуктами его сгорания, необходимо обеспечивать:

- удаление из топлива примесей (или снижение их общего содержания), вызывающих изнашивание деталей и узлов;
- поддержание требуемого физического состояния топлива для его эффективной подачи топливной аппаратурой;
- поддержание необходимого структурного состояния топлива для подготовки без потерь его горючей части и более полного сгорания.

Перспективным методом обработки топлива является обработка топлива в аппаратах вихревого слоя. В них происходят сложные взаимодействия между ферромагнитными частицами, приводимыми в движение вращающимся магнитным полем и обрабатываемым топливом. Ферромагнитные частицы – это цилиндры диаметром 1,5 мм и длиной 15—16 мм из прошедшей термообработку высококачественной стали, помещенные в рабочее пространство аппарата. Под действием магнитного поля они производят сложное высокоскоростное движение. При столкновении частиц в местах ударов возникают очаги высоких температуры и давления, что обеспечивает эффект, подобный гомогенизации: асфальтосмолистые включения, вода, механические примеси топлива измельчаются и равномерно распределяются по всему объему. Под действием магнитного поля частички асфальто-смолисто-парафиновых отложений разукрупняются, уменьшаются силы адгезии, снижаются силы молекулярного притяжения. Так как сняты (или значительно уменьшены) силы адгезии, эти частицы не налипают на металлических поверхностях. Общим результатом обработки топлива в аппаратах вихревого слоя является улучшение распыления

асфальто-смолисто-парафиновых отложений, их более полное сгорание и снижение вредных выбросов с отработавшими газами.

Аппараты вихревого слоя превосходят по основным показателям центробежные сепараторы, фильтры, а также гомогенизаторы, полностью исключают потери топлива и являются перспективным средством топливоподготовки на судах.

Другим перспективным методом обработки топлива является ультразвуковая обработка. Она основана, главным образом, на возникновении кавитации. При определенных условиях распространения ультразвуковых колебаний в жидкой среде происходят чередующиеся сжатия и растяжения с частотой проходящих колебаний. В момент растяжения в капельной жидкости образуются полости, заполненные газом, паром или их смесью. В момент сжатия пузырьки захлопываются, в результате чего возникают ударные волны с большой амплитудой давления. Эти механические усилия и являются причиной разрушительного действия ультразвука.

Молекулярный состав углеводородов претерпевает глубокие структурные изменения после процесса ультразвуковой кавитационной обработки. Происходит частичное разрушение самих молекул, с образованием свободных радикалов, которые еще больше интенсифицируют процессы сгорания и ведут к уменьшению вредных выбросов.

Библиографический список

- 1. Вершинин, И.Н.** Вершинин Н.П. Аппараты с вращающимся электромагнитным полем. ООО «Передовые технологии XXI века», Сальск-Москва, 2007. 368 с.
- 2. Вершинин, Н.П.** Установки активации процессов. Инноватор. Ростов-на-Дону, 2004. 96 с.
- 3. Корнилов, Э.В.** Бойко П.В., Смирнов В.П. Технология топливоподготовки на судне. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. – 246 с. ISBN 966-691-199-X
- 4.** Краткая химическая энциклопедия. Изд. «Советская энциклопедия» Т.5. М., 1967. 939 с.
- 5. Логвиненко, Д.Д.** Шеляков О.П. Интенсификация технологических процессов в аппаратах вихревого слоя. Изд. «Техника», Киев, 1976. 113 с.
- 6. Микипорис, Ю.А.** Улучшение экологических показателей автомобильных двигателей электромагнитной обработкой топлива. Учебное пособие - Ковров: КГТА, 2008.- 168 с. ISBN / ISSN: 978-5-86151-289-3
- 7.** Ультразвук: Малая энциклопедия. Изд. «Советская энциклопедия» М., 1979. 400 с

УДК 621.43.068:621.431

ЛАПТЕВ Н.А., РУЖЬЕВ А.С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

В последнее время на мировых рынках наметилась тенденция роста цен на топливо. Поэтому для уменьшения эксплуатационных расходов судовые двигатели переводят на высоковязкие сорта топлива, имеющие более низкую стоимость. Однако при сжигании тяжелых сортов топлива увеличивается количество вредных выбросов с отработавшими газами (далее ОГ) в окружающую среду.

При анализе состава ОГ используются два основных понятия: токсичность и дымность ОГ. Токсичность определяется количеством вредных компонентов, входящих в состав ОГ, дымность - наличием в составе ОГ сажи, жидких и твердых аэрозольных частиц.

При сжигании в судовых дизелях углеводородных топлив в окружающую среду с ОГ выбрасываются компоненты, которые можно условно разделить на особо вредные и нейтральные. В общем составе ОГ нейтральные занимают 99,75% объема (N_2 , CO_2 , O_2 , H_2O).

Остальные 0,25% включают в себя наиболее токсичные составляющие – оксиды азота NO_x , серы SO_x , угарный газ CO, углеводороды S_xH_y и твердые частицы (сажа, зола). Для одновременного снижения токсичности и дымности выбросов ОГ требуются различные, иногда не совместимые методы, что существенно затрудняет снижение вредного воздействия выбросов с ОГ.

Одним из перспективных направлений улучшения параметров токсичности и дымности и повышения технико-экономических показателей судовых дизелей, является использование в качестве топлива природного газа. Это позволит уменьшить содержание вредных составляющих в ОГ и повысить ресурс деталей цилиндра-поршневой группы.

В настоящее время многие автомобильные двигатели успешно работают на газовом топливе, но в судовых двигателях газовое топливо редко используется по целому ряду причин: сложность хранения газового топлива в судовых условиях, сложные условия эксплуатации в условиях качки, вибрации, маневрирования судна, сложность системы топливоподготовки и др. Вопрос использования газового топлива для питания судовых дизелей является актуальным.

В настоящее время на кафедре ЭСЭУ ВГУВТ ведутся экспериментальные исследования по переводу дизелей 6Ч 18/22 одного из судов судоходной компании ООО «Ока» на газовое топливо с использованием современного диагностического приборного обеспечения.

Библиографический список

1. **Гогин, А.Ф.** Судовые дизели [Текст]/ А.Ф. Гогин, Е.Ф. Кивалкин, А.А. Богданов – 4-е изд., Москва: Изд-во «Транспорт», 1988.- 432с.
2. **Арнольд, Л.В.** Михайловский Г.А., Селиверстов В.М., Техническая термодинамика и теплопередача. – Москва:Издательство «Высшая школа»1979. – 443с.
3. **Ляшков, В.И.** Теоретические основы теплотехники. Тамбов: Издательство «Машиностроение - 1», 2008.-319с.
4. Тепловые двигатели и нагнетатели [*Электронный ресурс*]. <https://tstu.ru>

УДК 621.43.068:621.431

ЛАПТЕВ Н.А., ПЫРКОВ А.М., ДАНИЛОВ И.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДГОТОВКИ СУДОВОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Одним из направлений повышения технико-экономических показателей и улучшения экологических параметров судовых дизелей является совершенствование их систем топливоподготовки.

В процессе совершенствования топливной системы судовых дизелей существует много вариантов и способов улучшения рабочего процесса в камере сгорания. Одним из таких способов является использование ультразвуковой обработки топлива.

Ультразвуковая обработка основана на эффекте кавитации, возникающей в обрабатываемой жидкости. Данный вид обработки позволяет добиться высокой дисперсности жидкого топлива, так как приводит к измельчению механических примесей, асфальто-смолистых веществ, разрыву межмолекулярных связей в топливе, а также высвобождению свободных радикалов и деполимеризации. Это способствует увеличению активной площади реакции топлива в процессе горения.

При подаче дизельного топлива, обработанного ультразвуком в камеру сгорания улучшается процесс и сокращается время смесеобразования, за счет более мелкой

молекулярной структуры топлива. После сгорания топлива в цилиндре двигателя будет наблюдаться уменьшение концентрации в отработавших газах оксидов серы (SO_x) и оксидов азота (NO_x). При ультразвуковой обработке топлива уменьшается нагарообразование в стенках камеры сгорания, что позволяет увеличить ресурс двигателя и положительно сказывается на технико-экономических показателях эксплуатации судовой дизельной установки. Результатом внедрения данного метода является уменьшение затрат на топливо, запасные детали и сокращение сроков проведения текущих и средних ремонтов двигателя.

Изложенное ранее указывает на актуальность исследования ультразвуковой обработки топлива, особенно в свете увеличения цен на топливо на мировом энергетическом рынке.

Проведенные предварительные исследования по ультразвуковой обработке топлива (дизельное топливо марки Л, мазут флотский Ф5) подтвердили достоверность гипотез и актуальность данного направления. К настоящему времени разработана методика, спроектирован и изготовлен стенд для дальнейших исследований по ультразвуковой обработке различных сортов топлива судовых дизелей.

Библиографический список

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ) СПб.: ЦНИИМФ, 2009. – 304с.
2. **Рождественский, В.В.** Кавитация. Л.: Судостроение, 1977. – 248с.
3. Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок: учеб. Для вузов/ С.В. Камкин, И.В. Возницкий, В.Ф. Большаков и др. М.: Транспорт, 1996. – 432 с.

УДК 621.16

ЛЕВИН М.В., ЭЗЕКОВ А.Г., ГРОЗДОВ Е.С., ЗОТОВ И.С.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЯЭУ НА ЭТАПЕ ОТРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ КСУ ТС

АО «ОКБМ Африкантов»

Развитие программных средств и возможностей вычислительной техники, позволяет, осуществлять проверку системы управления (СУ) с помощью комплексной математической модели ЯЭУ до поставки ее на заказ. Ранее проверка осуществлялась с помощью имитаторов технических средств, и комплексная отладка оборудования СУ производилась непосредственно на заказе. Этот метод имеет ряд недостатков по сравнению с использованием математической модели:

1. Невозможность адекватной оценки качества динамических режимов, проведенных с помощью имитаторов;
2. Сложность имитирования набором алгоритмов полную работу установки;
3. Нельзя проверить точность поддержания параметров на всем диапазоне работы.

В данной работе представлены результаты применения математической модели на этапе отработки алгоритмов СУ.

К математической модели, применяемой для стендовой отладки, предъявляются особые требования: с одной стороны, повышенная степень детализации моделирования оборудования и систем ЯЭУ, определяемая перечнем контролируемых параметров; с другой, обеспечение реального времени расчета. Так как отработка алгоритмов СУ подразумевает их применение для различных режимов эксплуатации (нормальной, аварийной), то и модель должна описывать работу соответствующих режимов. Для создания математических моделей был использован расчетный код РАСНАР-2, который удовлетворяет всем необходимым требованиям.

Обработка алгоритмов проходила в несколько этапов:

Этап 1. Проверка алгоритмов, разработанных в виде функциональных схем на основе исходных данных, выданных проектантами РУ и ПТУ. Формирование модели СУ и проверка взаимодействия с моделью объектов управления;

Этап 2. Стыковка математической модели и СУ на стенде разработчика аппаратуры СУ.

Этап 3. Проверка программной реализации алгоритмов, заложенных в аппаратуру СУ с помощью модели объекта управления (комплексной математической модели ЯЭУ).

В процессе выполнения проверок с применением математической модели были отлажены алгоритмы для всех динамических режимов, предусмотренных эксплуатационной документацией, включая аварийные.

По результатам выполнения проверок были выявлены некоторые несоответствия реализованных алгоритмов проектным, кроме того, были откорректированы проектные алгоритмы. Выявление и устранение указанных недоработок до поставки на заказ, должно положительным образом отразиться на сроках проведения КШИ и повысить надежность СУ.

По результатам испытаний главный проектант проекта настаивает на использовании математической модели для отладки СУ ЯЭУ на последующих этапах испытаний и использование данной технологии для последующих заказов. Кроме того, полученный опыт будет проанализирован с точки зрения уточнения требований к математической модели и определит направления для ее совершенствования.

УДК 621

ОРЕХВО А.В., ХРАМОВ М.Ю.

УТИЛИЗАЦИЯ ПОДСЛАНЕВЫХ ВОД В СУДОВЫХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Волжский государственный университет водного транспорта

Повышение эффективности использования органического топлива – актуальная задача общей проблемы экологической безопасности и энергосбережения в современных условиях. Наиболее остро стоит вопрос экономичного использования топлива (мазута и дизельного топлива) для судовых паровых котлов.

Затраты на судовые энергетические установки составляют около 35% от общей строительной стоимости судов, они оказывают достаточно сильное влияние на технико-эксплуатационные и экономические показатели флота.

Одним из альтернативных методов уменьшения расхода топлива может стать сжигание подсланевых вод. Метод основан на частичном замешивании более дорогого вида топлива менее дорогим и обеспечении при этом возможности управления топочным процессом в паровом котле. Топливная смесь состоит из жидкой дисперсной среды, в которой равномерно распределены частицы топлива – дисперсной фазы. В качестве горючей дисперсной среды может быть использован мазут, дизельное топливо, в качестве негорючей – вода.

Накопление на судах льяльных вод и их утилизация, имеет большое значение и влияет на эффективность работы, и составляют порядка 20% расходов, отнесенных на себестоимость перевозок грузов.

Непрерывное улучшение технико-экономических показателей путем уменьшения расходов на топливо и оплату сборов за прием нефтесодержащих вод, контроля и диагностирования, автоматизация процессов управления способствует поиску альтернативных способов, необходимых для работы ГСЭУ на тяжелых сортах топлива так и для переработки нефтесодержащих вод.

Благодаря комплексной автоматизации, обеспечивается эффективное использование систем судна, надежная их эксплуатация и высокая производительность труда обслуживающего персонала.

Исследования подтвердили возможность перехода парового котла такого типа с мазута на смесь без каких-либо существенных конструктивных переделок парового котла.

Применения данного способа позволит утилизировать подсланевые и нефтесодержащие остатки в судовых условиях, снизить вредные выбросы с отработавшими газами, повысить экономичность установки, повысить экологичность котельной установки и судна в целом, снизить расходы и время на сдачу и переработку этих отходов.

УДК 621.432.2

ПЛОТНИКОВ С.А., СМОЛЬНИКОВ М.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ 4Ч 11,0/12,5, РАБОТАЮЩЕГО НА ЭТАНОЛОСОДЕРЖАЩЕМ ТОПЛИВЕ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Важнейшее условие организации рабочего процесса дизелей, работающих с использованием альтернативных топлив, - модернизация системы питания. Известно множество схем систем питания дизелей, работающих на альтернативных топливах [1].

В ходе испытаний нами была разработана система с дополнительным баком для этанолсодержащего топлива, в котором установлен смеситель.

Для подачи этаноло-топливной эмульсии в цилиндры дизеля в Вятском государственном университете (ВятГУ) был предложен способ приготовления эмульсии с использованием в качестве эмульгатора на основе сукцинимида непосредственно в топливной системе дизеля. Необходимое количество эмульгатора (5%) при этом растворялось в дизельном топливе (ДТ), а необходимое количество дистиллированной воды (12%) - в этаноле.

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- проблема низкой по времени стабильности этаноло-топливной эмульсии может быть решена путем модернизации топливной системы двигателя с добавлением смесителя [2];
- при добавлении этанола в дизельное топливо цикловая подача ТНВД уменьшается;
- для использования в качестве альтернативного топлива этаноло-топливной эмульсии необходима регулировка ТНВД [2].

При работе на чистом ДТ оптимальным углом опережения впрыскивания топлива является $\Theta_{впр}=26^\circ$. Уменьшение или увеличение установочного угла от этого значения вызывает снижение эффективной мощности и повышение удельного эффективного расхода топлива.

При работе дизеля на топливной эмульсии с присадками целенаправленного действия характер изменения кривых изменяется. Так, максимальные значения эффективной мощности достигаются при больших значениях $\Theta_{впр}$. Например, при работе дизеля на эмульсии с содержанием 40% этанола, максимальные значения эффективной мощности и крутящего момента достигаются при $\Theta_{впр} = 18^\circ$.

Библиографический список

- 1. Лиханов, В.А.** Плотников С.А. Улучшение метано-топливных эмульсий для использования в тракторных дизелях. //Двигателестроение, 1994. - С. 74, 35.
- 2. Плотников, С.А.** Смольников М.В. Регулирование топливоподачи спиртосодержащих топлив. Актуальные проблемы гуманитарных, социальных, экономических и технических наук: материалы межвузовской научно-практической конференции филиала МГИУ в г.

УДК 623.827

РОМАНОВ А.Д.

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОЙ ВОЗДУХОНЕЗАВИСИМОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОМЕТАЛЛИЗИРОВАННОГО БЕЗГАЗОВОГО ТОПЛИВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, как для наземных, так и для подводных объектов разрабатываются и внедряются воздухонезависимые энергетические установки [1]. В большинстве случаев для данных энергоустановок в качестве топлива используется углеводородное топливо либо водород, однако также разработаны установки на основе высокометаллизированного топлива. С практической точки зрения в качестве горючего лучшим вариантом является алюминий, поскольку он имеет сравнительно небольшую стоимость, безопасен в обращении в монолитном состоянии при комнатной температуре, его запасы на борту, по сравнению с углеводородными горючими, являются более компактными. Необходимо отметить, что продукты сгорания углеводородного горючего в нормальных условиях представляют собой газы и сконденсированную воду, которые нуждаются в утилизации. При этом системы утилизации продуктов сгорания занимают дополнительный объем либо требуют дополнительных затрат энергии для удаления продуктов сгорания за борт.

Таблица 1
Характеристики топлива и окислителей

Характеристики топлива и окислителя	Топливо /Окислитель		
	алюминий/ кислород	алюминий/ оксид железа	углеводородное топливо / кислород
Удельная теплота сгорания, кДж, на 1 г топлива	31,04	15,81	42,7
Расход окислителя на 1 г топлива	0,89	2,96	3,33
Удельная теплота сгорания, кДж, на 1 г продуктов сгорания	16,43	3,99	9,86
Удельный вес систем хранения, испарения и подачи окислителя, г/г окислителя	0,1 – 1	0*	0,1 – 1
Удельная теплота сгорания, кДж, на 1 г продуктов сгорания с учетом систем хранения окислителя	11,17 – 15,68	3,99	5,57 – 9,16

* Окислитель механически смешан с топливом.

В разрабатываемой установке основным горючим является алюминий, основным окислителем - кислород, при этом вторичный окислитель (оксиды химически менее активных металлов) позволяет уменьшить необходимый объем кислорода на борту (табл. 1).

Изменение соотношений высокометаллизированное топливо / окислитель (кислород) / вторичный окислитель (оксиды металлов), в зависимости от применяемого преобразователя энергии, позволяет оптимизировать массогабаритные параметры установки с нулевым показателем тепловых выбросов в окружающую среду при условии использования энергии холода жидкого кислорода.

Проведенные опытные пуски подтвердили практическую возможность горения массива топлива, изменения мощности и удержания процесса горения при минимальном

расходе окислителя. При этом реакция горения при прекращении подачи кислорода прекращается, что делает установку более безопасной в применении.

1. Чернышов, Е. А. Развитие воздухонезависимых энергетических установок подводных лодок / Е. А. Чернышов, Е. А. Романова, А. Д. Романов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. - 2015. - № 5 (33). - С. 140–152.

УДК 621.432.2

СМОЛЬНИКОВ М.В., ПЛОТНИКОВ С.А.

УЛУЧШЕНИЕ МОТОРНЫХ СВОЙСТВ ЭТАНОЛСОДЕРЖАЩИХ ТОПЛИВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДИЗЕЛЯХ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В Вятском государственном университете (ВятГУ) уже достаточно длительное время проводятся исследования различных способов применения спиртовых топлив, в частности, этанола [1].

Проводимые на кафедре исследования ставили собой цель создание топлив с возможно максимальным содержанием этанола, обеспечивающих работу дизеля с показателями, идентичными его работе на дизельном топливе (ДТ).

Результаты исследований позволили сделать следующие выводы:

1. Вводимая в топливо присадка АС-627 может быть использована для топлива с содержанием спирта до 10%;
2. Дистиллированная вода положительно влияет на стабильность этанола-топливной эмульсий;
3. При введении аммиака в этанола-топливную эмульсию улучшаются антикоррозионные свойства топлива;
4. При добавлении до 50% этанола в дизельное топливо относительная плотность эмульсии уменьшается с 0,823 до 0,812 г/см³ соответственно, при последующих испытаниях этот показатель топлива не будет оказывать негативного влияния на процессы топливоподачи;
5. Добавка этанола в дизельное топливо снижает кинематическую вязкость эмульсии. Исходя из этого, можно предположить повышение показателей износа и недостаток смазывающих свойств нового топлива. Данная проблема может быть решена добавлением присадок целенаправленного действия или многофункциональных поверхностно-активных веществ (ПАВ);
6. Необходимая стабильность эмульсий может быть достигнута введением присадок № 1 и № 2 [2];
7. Вводимые в топливо присадки МАКСОИЛ ВЗ-02 и НГ 2241 могут быть использованы для топлива с содержанием этанола до 10%;
8. Вводимая в топливо присадка МАКСОИЛ Д дает стабильность прямо пропорциональную количеству вводимого эмульгатора и прямо пропорциональную содержанию этанола в эмульсии, но до определенного момента;
9. Присадки на основе полиметакрилата дают невысокую стабильность эмульсии.

Библиографический список

1. **Плотников, С.А.** Гушин С.Н. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей применением спиртосодержащих топлив. Киров, 2003. - 161 с.
2. Топливная эмульсия. //Заявка на выдачу патента РФ № 2016133410/17(051849) от 12.08.2016. /С.А.Плотников, А.Н. Карташевич, М.В.Смольников.

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОТОРНЫХ СВОЙСТВ СМЕСИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА
С РАПСОВЫМ МАСЛОМ**

ФГБОУ ВО Вятский государственный университет

Применение альтернативных топлив для дизелей является одним из наиболее перспективных решений снижения энергетического кризиса. С этой целью уже длительное время ведутся работы, направленные на исследование возможности применения различных видов топлив.

На первом этапе оценивается перспективность использования различных видов топлив с точки зрения имеющихся ресурсов сырья, технологии получения, транспортировки и хранения, способов подачи в цилиндры дизеля в чистом виде или в виде добавки к товарному дизельному топливу (ДТ). Перспективность использования рапсового масла (РМ) обусловлена тем, что оно вырабатывается из возобновляемых источников, имеет способность к быстрому биоразложению, положительно влияет на парниковый эффект, снижает выбросы токсичных веществ с отработавшими газами [1]. Целью второго этапа является исследование основных физико-химических свойств образцов РМ, влияющих на работу двигателя, таких как: плотность, вязкость. Непосредственное использование РМ в дизелях затруднено из-за различия физико-химических свойств растительных жиров и нефтяных топлив. Это - вязкость, низкотемпературные свойства, температура воспламенения и др.

На третьем этапе определяется жирнокислотный состав образцов РМ методом хроматомасс-спектрометрии. Вязкость растительных масел зависит от молекулярного веса жирных кислот, входящих в их состав. С увеличением молярного веса жирных кислот вязкость масла увеличивается. На следующем этапе проводится анализ и подбор присадок для снижения кинематической вязкости РМ. Для снижения кинематической вязкости смесей рапсового масла с дизельным топливом, в общем случае, возможна добавка депрессорных присадок на основе сополимеров этилена с полярными мономерами, сложных виниловых эфиров, ненасыщенных кетонов, эфиров или амидов ненасыщенных кислот.

В Вятском государственном университете (ВятГУ) проведены исследования физико-химических свойств двух образцов РМ, смесей РМ с ДТ. Выбран образец, представляющий наибольший интерес для дальнейших исследований. Определена депрессорная присадка, дающая наилучший показатель по снижению показателя кинематической вязкости смеси ДТ с РМ. На состав топливной композиции оформлена заявка на выдачу патента РФ [2]. Применение присадки позволяет снизить значение кинематической вязкости до 22%, что даст возможность работать дизелю на смеси ДТ с РМ в процентном соотношении 55% к 45% без изменения конструкции двигателя.

Библиографический список

- 1. Карташевич, А.Н.** Плотников С.А., Товстыка В.С. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях. /Монография. – Киров: Типография «Авангард», 2014. – 144 с.: ил.
- 2. Топливная композиция.** //Заявка на выдачу патента РФ № 2016133419/17(051858) от 12.08.2016. /С.А.Плотников, А.Н.Карташевич, П.Н.Черемисинов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ 4Ч 11,0/12,5 ПРИ РАБОТЕ НА СМЕСИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С РАПСОВЫМ МАСЛОМ

ФГБОУ ВО Вятский государственный университет

Использование смесей рапсового масла (РМ) с дизельным топливом (ДТ) в качестве моторного топлива для дизелей повлечет за собой определенное изменение эксплуатационных показателей его работы и показателей процесса сгорания [1].

В Вятском государственном университете (ВятГУ) были проведены испытания дизеля 4Ч 11,0/12,5. В исследованиях использовалось дизельное топливо марки Л-0,5-40 по ГОСТ 305-82, масло М-10Г₂ по ГОСТ 8581-78, рапсовое масло холодного отжима, и присадки к топливу [2].

На первом этапе предусматривалось определение влияния широкодоступных присадок на свойства смеси топлив. Оптимизировался состав биотоплива.

Определена депрессорная присадка, дающая наилучший показатель по снижению кинематической вязкости смеси ДТ с РМ. Полученный состав топливной композиции защищен охранным документом. Применение этой присадки дает возможность работы дизеля на смеси ДТ с РМ в процентном соотношении 55% к 45% без изменения его конструкции.

На втором этапе производились сравнительные испытания работы топливной аппаратуры дизеля на ДТ и смеси топлив. Определялись параметры работы и необходимые регулировки ТНВД. Проверка ТНВД заключалась в регулировке равномерности топливоподачи по секциям, регулировке угла начала впрыскивания топлива, цикловой подачи, а также начала действия регулятора.

Целью третьего этапа исследований явилось получение параметров рабочего процесса дизеля путем анализа эффективных и токсических показателей на основе скоростных и нагрузочных режимах при работе на ДТ. Был определен оптимальный установочный угол опережения впрыскивания топлива из соответствующей регулировочной характеристики.

На четвертом этапе исследовалось изменение параметров рабочего процесса, эффективных и токсических показателей дизеля на основных и нагрузочных режимах при работе на смеси топлив на основе рапсового масла.

Переводя силовую установку трактора для работы на смеси рапсового масла с дизельным топливом, важно сохранить мощностные и экономические показатели дизеля на уровне, установленном заводом-изготовителем. С этой целью первоначально было установлено влияние добавления рапсового масла в дизельное топливо на значения оптимального установочного угла опережения впрыскивания топлива.

Установлено, что оптимальный угол опережения впрыскивания топлива составляет 26°. При этом мощность дизеля равна 70,2 кВт, а удельный расход топлива – 255,6 г/кВт·ч. При уменьшении установочного угла происходит снижение эффективной мощности и увеличение удельного расхода топлива. При увеличении угла эти показатели также снижаются, но в незначительных пределах.

Библиографический список

- 1. Карташевич, А.Н.** Плотников С.А., Товстыка В.С. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях. /Монография. – Киров: Типография «Авангард», 2014. – 144 с.: ил.
- 2. Плотников, С.А.** Черемисинов П.Н. Недостатки применения топлив на основе рапсового масла в дизельных двигателях. Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика. //Сб. науч. тр. по мат. заоч. науч.-практ. конф. – Воронеж: ООО ИПЦ «Научная книга», 2015. - № 4. - ч. 1 (15-1) – С. 97-101.

УДК 624.074.432

ЗОРКОВ П.П., МИРОНОВ А. А.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ NX OPEN ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ РЭА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Параметры, определяющие характер внешних и внутренних воздействий, оказывающих влияние на корректную работу РЭА и ее элементы, имеют, как правило, случайный характер. В настоящее время наблюдается отсутствие специализированного ПО для оценки остаточного ресурса или оценки прочностной надежности. Программы, основанные на классических методах прочностной надежности, не могут охватить весь спектр задач. Разработка соответствующего ПО является актуальной задачей.

В качестве инструмента используется открытая САЕ-система Siemens NX. С помощью специальных инструментов спроектирован специальный модуль АРКОН, интегрированный в САПР NX на уровне инструментальной панели.

Оценка надежности конструкции проводится для опасного сечения, определяемого по результатам статистического расчета на прочность. Расчет проводится с помощью итераций. Согласно полученным результатам, строится зависимость несущей способности от нагрузки, выполняется численное интегрирование и вычисляется надежность.

Разработанное ПО универсально и не имеет отечественных и зарубежных аналогов.

УДК 519.876.5/531

КОЖЕВНИКОВ С.В. МИРОНОВ А. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПТС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Программно-технические средства (ПТС) представляют собой сложно-функциональную радиоэлектронную аппаратуру (РЭА), построенную по модульному иерархическому принципу. ПТС предназначены для реализации управляющих и информационных функций.

Согласно требованиям технических заданий, к ПТС предъявляются требования прочности к воздействиям от различных механических факторов.

Оценка прочности конструкций ПТС производится с применением системы NX в несколько этапов: на первом этапе в САД модуле системы NX Nastran (модуль Modeling) строится параметрическая трехмерная модель с учетом определяющих параметров заданных пользователем; на втором этапе строится конечно-элементная модель (КЭМ) и расчетная модель (РМ) конструкции; на третьем этапе проводится расчет полученной модели с применением расчетного процессора NX Nastran; на последнем четвертом этапе проводится

оценка прочности несущей конструкции объекта на допускаемые уровни напряженно-деформированного состояния (НДС).

Расчетные модели анализа прочности конструкции объекта к воздействующим факторам включают в себя оценку соответствия НДС заданным критериям прочности конструкционных материалов. Расчетные оценки НДС несущей конструкции объекта проведены с учетом динамических свойств конструкции ПТС при экстремальных условиях нагружения.

Для конструкций ПТС проведена расчетно-экспериментальная отработка на подтверждение прочности. Полученные расчетные результаты на основе метода конечных элементов хорошо сочетаются с экспериментальными данными. Полученные результаты соответствуют допустимым уровням.

Развитие и усложнение конструкций программно-технических средств связано с решением проблем прочности и надежности изделий. Качество современных изделий требует высокую точность вычислений надежности и прочности. Проблема прочности и надежности должна решаться на каждом этапе жизненного цикла изделия, от проектирования до введения в эксплуатацию. Расчет прочности и надежности позволяет сокращать затраты на отработку качества изделий при испытаниях.

УДК 621.039.513:621.039.5:539.4

КОНДУКОВ В.П.,
ПАТРУШЕВ В.Л., СОЛОВЬЕВ С.А.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ПРОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ РУ

АО «ОКБМ Африкантов»

Стремительное развитие в последние годы информационных технологий является основой повышения эффективности разработки оборудования РУ: сокращение времени на проектирование, уменьшение объема или исключение отдельных дорогостоящих опытно-экспериментальных работ по подтверждению прочности оборудования за счет проведения «численного эксперимента» путем компьютерного моделирования испытаний. Этого результата можно достигнуть с помощью автоматизации процесса проектирования с использованием современного эффективного прикладного программного обеспечения и разработанных на основе многолетнего опыта проектирования специализированных методик. Применение широкого спектра расчетных программных средств также позволяет провести оптимизацию конструкции по заданным критериям прочности, ускорить получение оптимального варианта конструкции оборудования. В АО «ОКБМ Африкантов» при обосновании прочности оборудования реакторных установок широко применяются программные средства как российской, так и зарубежной разработки. Все применяемые программные средства верифицированы и прошли обязательную аттестацию в Ростехнадзоре.

В докладе представлен опыт применения программных средств при обосновании прочности оборудования реакторных установок, разрабатываемых в ОКБМ. Программное обеспечение применяется в комплексе и позволяет автоматизировать следующие расчеты: расчет по выбору основных размеров, расчет на статическую прочность в условиях термосилового нагружения, расчет на циклическую прочность, расчет на вибропрочность, расчет на сейсмостойкость.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ФРАГМЕНТА ТРУБЫ ИЗ СТАЛИ МАРКИ 12Х18Н10Т ПРИ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

АО «ОКБМ Африкантов»

Целью исследований являлось определение и анализ напряженно-деформированного состояния материала экспериментальной модели при термоциклических нагрузках, реализуемых смешением потоков теплоносителя с различной температурой.

Результаты исследования используются при решении следующих задач:

- уточнение расчетных моделей и валидация результатов прочностных расчетов, используемых при проведении расчетного обоснования конструкции теплообменников;
- валидация и верификация отечественных импортозамещающих прочностных расчетных кодов.

Исследования проводились на базе научно-исследовательской лаборатории «Парогенерирующих систем» кафедры «Атомные и тепловые станции» НГТУ им. Р.Е. Алексеева на стенде-2.

Оборудование и трубопроводы теплофизического стенда были выполнены из аустенитной стали марки 12Х18Н10Т.

Экспериментальная модель представляла собой фрагмент трубы 60x5 мм из стали аустенитного класса 12Х18Н10Т, оснащенная комплектом тензорезисторов. Измерение напряженно-деформированного состояния материала проводились на модели на этапах опрессовки стенда-2, выхода на режим, номинального режима работы и при останове стенда-2. Места установки тензорезисторов определялись исходя из предварительного анализа напряженного-деформированного состояния на трубе в месте смешения потоков теплоносителя с различными температурами.

Были получены графики зависимостей деформаций от времени при термопульсациях, возникающих в зоне смешения горячего и холодного потоков. Максимальные деформации были зафиксированы в кольцевом направлении и составили ~ 250 мкм/м.

Таким образом, авторами впервые были получены данные о напряженно-деформированном состоянии металла в зоне смешения потоков теплоносителя с различной температурой. Данные крайне необходимы для верификации расчетных кодов, используемых при проведении расчетного обоснования конструкций.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА МАТЕРИАЛА И ЕГО ОБРАБОТКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РЕЗОНАТОРА ВОЛНОВОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ГИРОСКОПА

Арзамасское научно-производственное предприятие «Темп-Авиа»¹,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Независимо от конструкции, основным чувствительным элементом ВТГ является его резонатор, качество изготовления которого ограничивает характеристики прибора. Для достижения заданных параметров резонатора необходимо внимательно относиться к выбору его материала и методам обработки.

Систематический дрейф ВТГ обратно пропорционален времени τ затухания колебаний оболочки резонатора, которое зависит от частоты колебаний f и добротности Q резонатора: $\tau=Q/\pi f$. Кроме этого, для резонатора ВТГ важно, чтобы его собственная частота колебаний и модуль упругости не изменялись в широком интервале температур. Наличие указанных свойств наблюдается у дисперсионно-твердеющих эливарных сплавов на *Fe-Ni* основе (21НКМТ, 42НХТЮ, 44НХТЮ, 44НХМТ и др.).

Резонаторы ВТГ, изготовленные из прутков эливарного сплава 21НКМТ, должны обладать повышенным уровнем прочностных свойств и высокой добротностью 30000-40000 при температурном коэффициенте частоты (ТКЧ) $\pm 3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ в интервале температур от -60 до $+80$ °С. Материал в состоянии поставки не удовлетворяет указанным требованиям. Необходимый комплекс физико-механических свойств достигается при подборе режимов термической обработки «старение» в процессе дисперсионного твердения и структурных превращений. Исследование микроструктуры материала, а именно достаточно крупное зерно, низкая дислокационная плотность, распределение и морфология упрочняющей фазы являются определяющими структурными факторами, обуславливающие уровень механических и упругих свойств, а также добротности материала.

Для исследования микроструктуры материала резонатора после каждого режима термической обработки предлагается разработанный программный комплекс автоматизированного расчета структурного состояния материала на платформе *LabVIEW* фирмы *National Instruments*. Программный комплекс проводит бинаризацию цифровых снимков микрошлифов. По бинаризованным изображениям двух исследуемых состояний («до деформации» и «после деформации» или «предыдущий режим» и «последующий режим») производится расчет компонентов деформированного состояния ε_a , ε_b , ε_N , главных компонентов деформации ε_1 , ε_2 , ε_3 , значения интенсивности ε_i и характеристика вида деформированного состояния v_e (коэффициент Лоде), средних линейных размеров зерен и их угловой ориентации в фиксированной плоской системе координат. По результатам расчета, полученных от различных материалов и режимов термической обработки принимается решение о выборе конкретного материала и подходящих режимов термической обработки, удовлетворяющих требованиям ТКЧ и добротности Q .

Практика показывает, что максимальная добротность и минимальный ТКЧ имеют узкую температурную зону «старения». Отклонение от пиковой точки на 100 °С повышает ТКЧ на 1-2 порядка и снижает добротность до 40%. Представленный комплекс не требует специального дорогостоящего оборудования и обучения персонала. Позволяет подобрать оптимальный материал и режимы его термической обработки для получения требуемых характеристик прибора, выявлять механические свойства материалов, проводить дальнейшие расчеты на прочность и долговечность.

Материаловедение, наноматериалы и нанотехнологии

УДК 621.777+669.231.7

АЛФЕРОВСКАЯ П.С.¹, БЕРБЕРОВА М.А.², ШЕЛЯКОВ А.В.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ НА ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЫСТРОЗАКАЛЕННЫХ СПЛАВОВ $Ti_{50}Ni_{50-x}Cu_x$

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»¹,
Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности²

На сегодняшний день материалы, обладающие эффектом памяти формы (ЭПФ), нашли свое применение в создании микро- и наноустройств в различных областях техники, таких как робототехника, приборостроение, космос, медицина и т.д. Сплавы на основе никелида титана являются самыми перспективными для практического использования, поскольку обладают как выдающимися показателями, связанными с разнообразными проявлениями эффекта памяти формы, так и целым набором высоких физико-механических характеристик.

Известно, что добавление третьего легирующего элемента – меди в близкий к эквиатомному сплав $TiNi$ может заметно изменять свойства термоупругих мартенситных превращений и характеристики ЭПФ. В частности, квазибинарные сплавы системы $Ti-Ni-Cu$ обладают не только высокими параметрами ЭПФ, но и значительно меньшим температурным и деформационным гистерезисом в сравнении с бинарным сплавом $TiNi$. Однако получение сплавов системы $TiNi-TiCu$ с высоким содержанием меди стандартными методами приводит к возникновению нежелательных фаз $Ti-Cu$, которые охрупчивают сплавы и препятствуют протеканию термоупругого мартенситного превращения, ответственного за ЭПФ.

В ходе работы исследуется, как влияет содержание меди на достижение оптимальных термомеханических характеристик при проявлении ЭПФ. Исследование структуры образцов $Ti_{50}Ni_{50-x}Cu_x$ ($x=26; 28; 30; 32; 34; 36; 38$ ат. %) проводилось методом рентгеноструктурного анализа с последующим изучением полученных рентгенограмм.

Для изучения термомеханических характеристик производились измерения углов возврата лент в зависимости от содержания меди времени отжига за счет упругой, пластической и псевдопластической деформаций. На основе полученных данных построены и проанализированы графики зависимости термомеханических характеристик от степени начальной деформации.

ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ПЛАКИРОВАНИЯ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Подготовка контактных поверхностей вызвана необходимостью удаления различных жировых и окисных пленок, препятствующих образованию соединения, и создания поверхности с определенными свойствами.

Предварительная подготовка поверхности стальных и латунных образцов производилась путем травления в 16-20%-ном растворе серной кислоты в течение 20-25 мин, тщательной промывки в холодной проточной воде, обезжиривания техническим ацетоном и механической зачистки. Стальные образцы, подвергаемые предварительной нормализации при температуре 900°C, не протравливались, а толстая окисная пленка после обезжиривания удалялась механической зачисткой. [1]

Механическая зачистка производилась иглофрезами и вращающимися металлическими щетками. Зачистка металлическими щетками производилась в несколько проходов на промышленной установке. Диаметр щеток 300 мм, ширина 70 мм, материал ворса - сталь 50, диаметр 0,5 мм. Скорость вращения щетки 550 об/мин, скорость подачи полосы 0,1 м/с.

Перед деформированием в лабораторных условиях производилась зачистка поверхности образцов иглофрезами с использованием фрезерного станка 6П80.

После зачистки производилось измерение шероховатости, твердости поверхностного слоя по ГОСТ 2789-73 на профилографе-профилометре А1-252 «Калибр». Для получения погрешности измерения не более 5% измерение шероховатости каждого образца производилось не менее 16-20 раз. Для изучения и анализа профиля в некоторых случаях снимались профилограммы в масштабе: вертикальное увеличение 500, горизонтальное 10, 20, 50.

Микротвердость и глубина наклепа поверхности стальных образцов замерялись следующим образом. Поверхность образцов обрабатывалась в определенном направлении и затем изготавливался «косой» шлиф вдоль направления обработки путем полировки пастой ГОИ с углом 3°. Глубина поверхностного наклепа при полировке пастой ГОИ составляет 5 мкм. Применение электрополировки для изготовления косых шлифов показало худшие результаты из-за нарушения плоскостности и размывания границы выхода косой плоскости на поверхность. [1]

Таким образом, в результате выполненных экспериментов по подготовке контактных поверхностей к холодному плакированию сделаны следующие выводы:

1. При исследовании формирования свойств контактных поверхностей при их механической зачистке иглофрезами установлено, что металл на выступах менее наклепан, чем во впадинах, а общая толщина наклепанного слоя достигает 150 мкм. С увеличением скорости вращения иглофрезы в интервале 50–350 об/мин шероховатость поверхности увеличивается в интервале =8-14 мкм;

2. При зачистке контактных поверхностей вращающимися металлическими щетками при числе проходов до 10 шероховатость поверхности уменьшается, более 10 – остается постоянной;

3. Увеличение степени поверхностного упрочнения стали 18ЮА в интервале 2,0–4,0 уменьшает деформацию схватывания на 6,28%.

1. Шапарев, А.В. Савин И.А. Совершенствование технологии производства биметаллических лент. – Курск: Университетская книга, 2015. – 214 с.

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Лазерная сварка является одним из важнейших направлений, где применяется лазер в машиностроении. Этот метод помог открыть новые возможности в соединении металла. В настоящее время операции сварочного процесса производятся в полуавтоматическом или автоматическом режиме. Для облегчения условий работы оператора и для повышения качества и производительности сварки, сварочные лазеры оснащают различной контрастно-измерительной аппаратурой, также некоторые образцы оборудования могут содержать и микропроцессорные системы. Лазерная сварка позволяет предотвращать толстые швы, которые появлялись в старых видах сварки.

Преимущества сварки лазером:

1. Точная дозировка энергии, которая способствует получению высококачественных соединений мельчайших деталей, является самым важным преимуществом лазерной сварки твердотельными лазерами;
2. Глубокое проплавление узкого шва можно получить с помощью мощных газовых лазеров, это способствует значительному сокращению зоны термического воздействия и снизит уровень сварочного напряжения и деформаций;
3. Сварочные работы можно проводить лазером, который находится на достаточно большом расстоянии от места выполнения соединений, что считается экономически эффективным;
4. Зеркала и оптоволокно позволяют с легкостью управлять лазерным лучом, что дает возможность выполнить сварные работы в труднодоступных и удаленных из зоны видимости местах;
5. Существует возможность соединения нескольких конструкций. Выполняется это лучом одного лазера, расщепленным с помощью призм.

Несмотря на преимущества лазерной сварки, оказалось, что есть и недостатки. Они связаны с низкой эффективностью нагрева металлов лазерным излучением, обусловленной их высокой отражательной способностью на частотах излучения, характерных для большинства технологических лазеров.

Также существует следующий фактор, который снижает эффективность использования мощных лазеров, поверхностная плазма, которая появляется в момент воздействия лазера. Плазменный пар дает возможность уменьшить долю лазерной энергии, которая подается на рабочую поверхность. В результате этого лазер остается недостаточно эффективным и весьма дорогостоящим инструментом для того чтобы реализовать большинство технологий обработки материалов. Также существует и ряд технических проблем, препятствующих внедрению лазерной сварки, такие как высокие требования к зазору между свариваемыми плоскостями и высокая твердость шва. Кроме того, нестабильный процесс лазерной сварки может привести к недопустимому изменению глубины проплавления, сильному испарению и выплеску материала.

Библиографический список

1. Малащенко, А.А. Мезенов А.В. Лазерная сварка металлов. М. Машиностроение, 1984
2. http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=114&group_id_4=44

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ, КОРРОЗИОННО-СТОЙКИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Необходимость проведения данной работы по теме «Исследование и разработка технологии лазерной обработки поверхности конструкционных, коррозионно-стойких сталей для повышения их износостойкости», обусловлена недостаточностью информации по технологии лазерной обработки для создания новых изделий повышенной стойкости к истиранию. Эти технологии применяются широко и в основном направлены на изменение физико-механических характеристик. Весьма актуальным является проблема повышения износостойкости трущихся поверхностей. При этом важным фактором в этом направлении является снижение коэффициента трения.

При написании диссертации необходимо установить закономерности образования и величины зоны термического влияния от режима лазерной обработки стали аустенитного класса 12X18H10T, особенности изменения микроструктуры стали 12X18H10T при разных режимах термического воздействия. Провести сравнительный анализ влияния аргонодуговой сварки неплавящимся электродом, ручной дуговой сварки плавящимся электродом в среде CO₂ и лазерной сварки на прочностные характеристики.

Воздействие лазерного излучения на металлические материалы даже за промежуток времени до 0,1 с обеспечивает нагрев их поверхности до температур аустенизации или плавления. Возникающие градиенты температур вызывают последующее быстрое охлаждение поверхности со скоростью $10^3 - 10^4$ °C/с, происходящее за счет теплоотвода вглубь металла. Это способствует формированию закалочных зон и твердости.

Металлографические исследования показывают, что зона лазерного воздействия состоит из нескольких слоев, микротвердость и размеры которых отличаются от исходных. Количество их слоев, их глубина, размеры и микроструктура зависят от параметров лазерной обработки, а также от химического состава и исходной структуры стали.

На основе критического анализа информации была определена связь, закономерность образования величины зоны термического влияния от режима лазерной обработки стали аустенитного класса 12X18H10T. Установлены особенности изменения микроструктуры стали 12X18H10T при разных режимах термического воздействия. Проведены сравнительные анализы влияния аргонодуговой сварки неплавящимся электродом, ручной дуговой сварки плавящимся электродом в среде CO₂ и лазерной сварки на прочностные характеристики.

Вместе с тем, в диссертации сформированы задачи исследования для информации о попытке формирования структуры и стали 12X18H10T после лазерной обработки и сварки, что обеспечивает возможное создание научно-обоснованных лазерных технологии для испытания в разных отраслях промышленности.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ СТЕРЖНЕЙ МЕТОДОМ ВАКУУМНОЙ ФОРМОВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данный момент на заводе ПАО «Красное Сормово» используется традиционный метод изготовления литейных стержней с использованием песчано-глинистых смесей. Они имеют свои преимущества и недостатки.

Преимущества: возможность получения стержней практически любых размеров и массы; низкая себестоимость процесса.

Недостатки: использование вредных связующих; малая размерная точность.

В связи с существенными недостатками данного способа, предлагается замена технологии изготовления стержней с ПГС на вакуумную формовку.

Преимущества вакуумной формовки:

- Строгое соблюдение форм и размеров получаемых стержней;
- Выбываемость стержня;
- Устраняет необходимость регенерации отработанной смеси.

Существуют несколько способов изготовления литейных стержней методом вакуумной формовки.

1. При изготовлении стержней используют стержневой ящик, изготовленный из древесины, гипса или металла и имеющий на внутренней поверхности отверстия, соединенные с камерой и вакуум-проводом. Подогретая эластичная пленка, вводимая в стержневой ящик, под действием вакуума притягивается к рабочей поверхности стержневого ящика. Затем в ящик вставляют трубку с фильтром и засыпают формовочный материал. Под действием вакуума, подключенного через трубку, происходит фиксация смеси и сцепление ее с эластичной пленкой. Затем выполняют разъем стержневого ящика и готовый стержень удаляют. Для облегчения операции извлечения стержня на слой покрытия наносят циркон, графит или алюминиевую пудру. В качестве формовочного материала для стержня используют кварцевый или циркониевый песок, стальную дробь;

2. Для изготовления стержней можно применять разъемные стержневые ящики, части которых изготовлены из газопроницаемого материала. Полимерная облицовочная пленка в виде мешка размещается между частями ящика. Открытая горловина полимерного мешка выступает за пределы ящика. Стержневой ящик нагревают для размягчения пленки. В горловину вставляют сопло, через которое в мешок подают сухой песок пескометной головкой. Под давлением песка размягченная пленка плотно прилегает к поверхности рабочей полости ящика. После заполнения песка его вакуумируют через тоже сопло с помощью устройства. Затем убирают сопло и колодки, оборудованные встроенными электронагревателями, зажимают горловину и запаивают ее.

Технология получения литейных стержней методом вакуумной формовки является наиболее перспективным перед технологией с использованием песчано-глинистых смесей.

Библиографический список

1. Минаев, А.А. Вакуумная формовка. / А.А. Минаев – М.: Машиностроение, 1984–216с.
2. Валеев, И. Э. Особенности технологии вакуумно-пленочной формовки для литейного производства. / И. Э. Валеев, П. В. Глухов, А. В. Шапарев. Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 2241–2245.

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЛИТЬЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в ортопедической стоматологии большинство деталей зубных протезов изготавливают методом литья. Это микропротезы, штифтово – культевые вкладки и промежуточная часть паяных мостовидных протезов и т.д.

Стоматологические отливки получают литьем по выплавляемым моделям. Одним из основных компонентов для ЛВМ является - модельный состав. От свойств модельных составов, зависит качество самих моделей и получаемых отливок.

Новым направлением в изготовлении моделей можно считать применение эмульсионных модельных составов, которые по своим технологическим свойствам достаточно полно отвечают требованиям производства. Опробовали эмульсионные МС на основе воскообразных масс ОН-4, ВИАМ-102, В-1, ПВСБ с наполнителями карбамидом и массой МПВС-2. В качестве эмульгатора применяли 7...9% ПАВ ОП-7 и ОП- 10 (от массы наполнителя). Количество пластификатора рассчитывали, учитывая эмульгатор, как составляющую часть пластификатора. Установлено, что шероховатость поверхности моделей, изготовленных из эмульсионных МС, значительно меньше шероховатости моделей из МС, полученных смешиванием порошков с воскообразной матрицей. Из эмульсионных МС возможно изготовление моделей лопаток с толщиной стенок пера 0,4...0,8 мм. Анализ литературных данных позволил сделать вывод, что процесс изготовления моделей с повышенным содержанием воздуха изучен не полностью, не исследованы многие факторы, влияющие на формообразование модели и ее физико-механические характеристики.

На качество литья любых стоматологических конструкций влияет множество факторов: от препарирования, снятия оттисков до распаковки и обработки литьевого изделия. На размерную точность литья в большей степени оказывают влияние модельный состав и паковочные массы. Немецкая компания IDI разработала систему бескольцевого литья с термоэлементом и цветовым индикатором. Она предназначена для работы с паковочными массами при литье каркасов мостовидных протезов любой протяженности из всех видов стоматологических сплавов. Данная система позволяет абсолютно точно (независимо от температуры материала и температуры в лаборатории) определить момент снятия силиконового кольца. Это приводит к равномерному расширению застывающей паковочной массы в вертикальном и радиальном направлениях и на 20-25% снижает вероятность возникновения деформации каркасов мостовидных протезов.

Чтобы убедиться, что данная система работает, мы провели эксперимент. Вырезали из восковой пластины две одинаковые полоски, расширяющиеся по краям. Точно к центру этих полосок прикрепляем одинаковые литники. Одну восковую конструкцию разместили в силиконовом кольце, а другую — в разборной системе. Паковку, предварительный нагрев, литье и распаковку обеих конструкций выполняем абсолютно одинаково. Результат оказался достаточно убедительным. Проведя данный эксперимент, мы на практике убедились в том, что, если не обеспечить равномерное (во все стороны) расширение паковочной массы при застывании, можно получить некачественное литье.

Библиографический список

1. **Седельников, В.В.** Перспективные модельные композиции для ЛВМ/ В.В. Седельников, В.В. Аппилинский, В.П. Сабуров, О.М. Деуля// Литейное производство.1998, № 9. С.24-25
2. **Сумкин, В.Е.** Анализ проблем, связанных с изготовлением зубных протезов / В.Е.Сумкин, О.С. Казарян, А.О. Казарян // Зубной техник.2005, № 3. С.22-23.

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ГАЗОВОГО ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЯ,
РАБОТАЮЩЕГО В ЭКСТРИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с развитием производств, работающих в сложных и экстремальных условиях, возникает задача обогрева промышленных помещений, используя собственные источники теплоты. К ним относятся предприятия, работающие в условиях крайнего севера с температурой воздуха ниже -30°C , с повышенной влажностью и при вредных экологических условиях, когда необходимо совмещать обогрев с вентиляцией помещений. Поэтому тема очень актуальна и на сегодняшний день, один из самых перспективных и бюджетных видов отопления, системы воздушного отопления с воздухонагревателями, работающими на газообразном топливе и имеющими коэффициент полезного действия более 91%.

Воздухонагреватель - система отопления (вентиляции), в которой энергия сгорания топлива используется для нагрева воздушного потока. Теплообмен обеспечивается за счет непрерывного прохождения воздушного потока через теплообменник. Воздушный поток создается центробежным вентилятором. Для отвода продуктов сгорания топлива теплогенератор оснащается дымоходной системой [1].

Нашей основной задачей была разработка конструкции газового воздухонагревателя, работающего в условиях крайнего севера. Дело в том, что в низкотемпературных условиях воздухонагреватели работают нестабильно и менее эффективно, уменьшается коэффициент теплоотдачи от элементов теплообменника к воздуху, и температура нагрева воздуха. Для повышения эффективности тепловой работы было предложено применить оребрение поверхности трубных досок теплообменника. Выполнив расчеты, мы получили, что благодаря оребрению, площадь поверхности досок увеличивается в 1,4 раза. Так как, оребрение поверхности эквивалентно увеличению коэффициента теплоотдачи, то коэффициент теплоотдачи от элементов теплообменника к воздуху и температура нагрева воздуха, соответственно тоже повышаются. Для полной оценки эффективности тепловой работы воздухонагревателя, были произведены теплотехнические расчеты топки и теплообменника, что позволило нам убедиться в эффективности применяемой новизны.[2-3]

Таким образом, была разработана конструкция газового воздухонагревателя, обеспечивающего стабильную работу в экстремальных условиях, коэффициентом полезного действия 91%. Для повышения производительности установки было предложено выполнить оребрение поверхности трубных досок теплообменника. Это позволило увеличить температуру подогреваемого воздуха на 16°C и повысить коэффициент теплоотдачи.

Библиографический список

- 1. Фокин, В.М.** Теплогенераторы котельных / Фокин, В.М. – М.: Машиностроение-1, 2005. - 160 с.
- 2. Лебедев, В.И.** Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения / В.И. Лебедев. - М.: Стройиздат, 1992. - 358 с.
- 3. Виноградов, С.Н.** Выбор и расчет теплообменников / С.Н. Виноградов. – Пенза: ПГУ, 2001. – 100 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОСТЕКОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологические процессы производства литых заготовок в разовых песчаных формах являются основополагающими заготовительной базы машиностроения. Реализация этого способа получения отливок связана с вовлечением в процесс большого количества формовочных материалов и композиций при использовании ручного труда на технологических операциях формовки и очистки литых заготовок. Тяжелый ручной труд в условиях повышенной кварцевой пыли, вибрации и шума является причиной многочисленных профзаболеваний, а сам процесс выступает как главный источник загрязнения окружающей воздушной и водной среды. Подобные условия работы и их последствия относятся ко многим отечественным и зарубежным машиностроительным заводам.

Поэтому создание новых человекоберегающих технологий получения литых изделий является одной из важнейших задач промышленно развитых стран. Революционным скачком в этом направлении можно считать создание жидкостекольных смесей (ЖСС). Технологический процесс с их применением позволяет в комплексе решать проблемы.

Применение ЖСС позволяет резко повысить производительность труда, исключить ручной труд при изготовлении форм и стержней, устранить энергоемкую операцию сушки, механизировать производство крупных отливок.

Такая технология позволяет полностью отказаться от традиционных способов изготовления стержней и форм, в том числе централизованного смесеприготовления и, соответственно, от всего используемого для этих целей комплекса оборудования, увеличить в 2-3 раза производительность труда, существенно улучшить условия труда (отсутствуют пыль, шум, вибрация). По своим технологическим возможностям этот процесс является уникальным. Его можно применять для получения отливок из всех марок чугуна и стали, медных и алюминиевых сплавов при массе отливок от нескольких килограммов до десятков тонн.

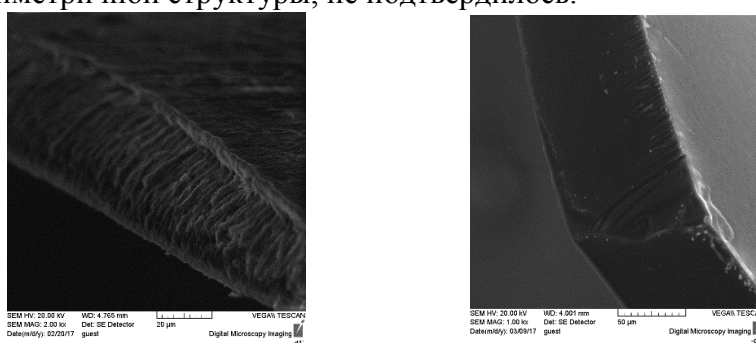
Быстрота внедрения ЖСС за рубежом обусловлена системным подходом как при изучении и разработке технологических процессов, так и решении практических задач от подготовки исходного сырья до сдачи готовой продукции на соответствие требованиям по качеству. Внедрение жидкостекольных смесей помогает решать проблему повышения производительности и увеличения съема продукции с квадратного метра производственных площадей, а также даст возможность коренным образом изменить условия труда и повысить культуру производства в стержневых и формовочных отделениях литейных цехов.

АСИММЕТРИЧНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА.

МАОУ Лицей №82, Нижний Новгород, Россия¹,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Интенсивное развитие науки и техники требует непрерывного создания новых функциональных материалов с заданной морфологией на масштабах порядка 10–100 нм. Перспективным подходом при решении этих задач является синтез и модификация высокомолекулярных соединений различного состава и строения. Кроме того, значительное влияние на структуру и эксплуатационные свойства материала, такие как физико-механические и поверхностные свойства, оказывает способ его получения. Метод инверсии фаз успешно применяется для получения мембранных материалов на основе полисульфонов, полиамидов и ацетата целлюлозы с асимметричной пористой или не пористой структурой. В этой работе метод инверсии фаз применен для получения асимметричных мембран на основе природного мукополисахарида хитозана (ХТЗ). Цель работы состояла в разработке метода получения асимметричных мембран на основе ХТЗ и контроле микроструктуры с помощью микроскопических методов: атомно-силовой микроскопии (АСМ) и растровой электронной микроскопии (РЭМ). Пленочные материалы на основе исходного ХТЗ и сополимеров ХТЗ с виниловыми мономерами были получены с применением «сухого» и «мокрого» способа в рамках метода инверсии фаз.

На снимках АСМ материалов на основе чистого ХТЗ наблюдается различие рельефа поверхности в зависимости от ориентации мембраны «к подложке» или «на воздух». Это подтверждается разницей параметров шероховатости R_a (средняя арифметическая шероховатость) и R_z (высота неровностей профиля) для различных сторон более чем в два раза. На поверхности мембран визуализируются углубления, которые могут являться тупиковыми порами сложной конфигурации. Результаты РЭМ подтверждают образование асимметричной структуры мембран, полученных «мокрым» способом, с формированием более плотного и более рыхлого слоев различной толщины. В случае мембран, полученных «сухим» способом формирование асимметричной структуры, не подтвердилось.



а)

б)

Рис.1 Изображения РЭМ мембран на основе чистого ХТЗ:

а - полученной «мокрым» способом, б - полученной «сухим» способом

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 15-19-10057.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ УПРОЧНЕННЫХ СЛОЕВ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Методика оценки эксплуатационных свойств материалов с упрочненным слоем проводится при внедрении в поверхность инденторов с различными нагрузками и последующим рассмотрением остаточных отпечатков под микроскопом.

Цель работы – разработать методику оценки грузонесущей способности слоев, после воздействия лазерного луча с различными режимами.

Исследования выполнялись на сталях 40Х, ЭП 817, ВКС 210 в разных структурных состояниях. Для лазерной закалки образцов была использована технологическая установка «ЛАТУС-31». Обработка проводилась в непрерывном режиме в интервале плотностей мощности, соответствующих области гарантированного лазерного упрочнения.

Для оценки несущей способности упрочненных слоев были использованы основные зависимости упругопластического внедрения шарового индентора. Испытания выполнялись на приборе ТШ-2 с нагрузками от 20 до 30 кН. В качестве индентора использован стальной закаленный шарик диаметром 5 мм. Диаметр остаточного отпечатка измерялся в двух взаимно перпендикулярных направлениях при помощи микроскопа МБП-2 с точностью 0,1 мм.

Величина удельного усилия при контактном нагружении в момент зарождения трещины в упрочненном слое определялась как

$$\sigma = P / S ,$$

где P - нагрузки на индентор, Н; S - площадь проекции остаточного отпечатка, мм².

В результате исследований установлено, что удельное усилие σ , приводящее к возникновению трещины, зависит от исходной структуры стали, величины приложенной нагрузки и плотности мощности лазерного излучения. Предложенная методика определения напряжений, разрушающих лазерный слой, позволяет оценивать предельные характеристики упрочненной поверхности, учитывая не только толщину и твердость упрочненного слоя, но и структуру нижележащей подложки.

После чего, данные образцы были рассмотрены под микроскопом, произведены замеры остаточного отпечатка и установлены дефекты в виде трещин.

Дальнейшие исследования будут направлены на более детальное рассмотрение упрочненного слоя после нагружений.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ СО₂-ЛАЗЕРОВ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

СО₂-лазеры обладают наибольшим КПД преобразования электроэнергии в энергию излучения. Данное свойство наряду с относительно простой эксплуатацией при высоких мощностях в импульсном и непрерывном режимах обеспечило этим лазерам место в нише обработки материалов. Активная среда СО₂-лазера представляет собой смесь нескольких компонентов – углекислый газ с добавлением азота и другими компонентами (гелий, пары

воды и т.д.), повышающими мощность излучения и КПД лазера. Активными центрами являются молекулы CO_2 , молекулы азота выполняет функцию буферного газа, резонансно передавая энергию возбуждения активным центрам.

Молекула CO_2 состоит из одного атома углерода и двух симметрично расположенных атомов кислорода и имеет линейную структуру О-С-О. Атомы кислорода способны совершать симметричные (симметричная валентная мода ν_1), асимметричные (асимметричная валентная мода ν_2) и так называемые деформационные колебания (деформационная мода ν_3), поперечные направления О-С-О. Последние представляют собой комбинацию двух колебаний, происходящих во взаимноперпендикулярных плоскостях. С учетом колебательного момента количества движения l уровень ν_2 обозначают ν_2^l . Таким образом, колебательные состояния молекулы CO_2 обозначают набором трех колебательных квантовых чисел ν_1, ν_2^l, ν_3 . Каждое из этих чисел характеризует число квантов, соответствующих колебанию данного типа, а l на на поляризацию деформационного колебания.

Существует несколько энергетических уровней, связанных с лазерным излучением. Уровень (00^0_1) является верхним лазерным уровнем, (02^0_0) и (10^0_0) – нижними. При колебательно-вращательных переходах $(00^0_1) \rightarrow (02^0_0)$ и $(00^0_1) \rightarrow (10^0_0)$ происходит излучение с длинами волн 9,6 и 10,6 мкм и квантовыми КПД, равными 45 и 40% соответственно. Накачка верхнего лазерного уровня (00^0_1) происходит за счет столкновения молекул CO_2 с электронами и колебательно-возбужденными молекулами N_2 . При этом помимо уровня 00^0_1 молекулы CO_2 могут переходить и на вышележащие уровни $00^0_2, 00^0_3$ и т.д. Для поддержания стационарной генерации молекулы CO_2 необходимо рассеивать. Наиболее эффективно с этой задачей справляются гелий. Он характеризуется большим потенциалом ионизации, и его добавление в газовую смесь приводит к распределению электронов в газовом разряде таким образом, что оно способствует более эффективному возбуждению молекул CO_2 . Так же гелий обладает высокой теплопроводностью, благодаря чему он обеспечивает хороший теплоотвод от рабочей смеси.

Процесс накачки и генерации неизбежно сопровождается нагревом газа. При достижении определенной температуры T_{\max} инверсная заселенность среды исчезает. Для типичных условий работы $T_{\max} \sim 700 \dots 800 \text{K}$. При этом есть такая температура $T_{\text{опт}}$, при которой достигается максимальная инверсия. Как правило, $T_{\text{опт}} \sim 400 \dots 500 \text{K}$. Таким образом, нагрев газа свыше $T_{\text{опт}}$ недопустим.

Охлаждение CO_2 -лазеров может осуществляться двумя способами: охлаждением стенки разрядной трубки и заменой нагретой порции газа новой. В зависимости от характера охлаждения газоразрядные CO_2 -лазеры делятся на лазеры с диффузионным и конвекционным охлаждением (с медленной и быстрой прокачкой). Быстропроточные лазеры, в свою очередь, делятся на лазеры с продольной и поперечной прокачкой.

1. <http://www.bourabai.kz/physics/4537.html>

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ГБПОУ «Нижегородский радиотехнический колледж»

Современное материаловедение и современная физика металлов на сегодняшний день нам объяснили причины возникновения в металлах пластичности, прочности и их увеличения, что, главным образом, сказалось на систематичности разработок новых материалов. Это привело к созданию новейших материалов с прочностью, во много раз превышающей ее значения у обычных сплавов.

Новейшие тенденции материаловедения открывают комбинированные материалы, усиленные либо волокнами, либо диспергированными твердыми частицами. У первых в неорганическую металлическую или органическую полимерную матрицу введены тончайшие высокопрочные волокна из стекла, углерода, бора, бериллия, стали или нитевидные монокристаллы. В результате такого комбинирования максимальная прочность сочетается с высоким модулем упругости и небольшой плотностью. Именно такими материалами будущего являются композиционные (композитные) материалы. По своей сущности композиционные (композитные) материалы представляют собой конструкционный (металлический или неметаллический) материал, в котором имеются усиливающие его элементы в виде нитей, волокон или хлопьев более прочного материала. В качестве примеров композиционных материалов можно привести пластик, армированный борными, углеродными, стеклянными волокнами, жгутами или тканями на их основе; алюминий, армированный нитями стали, бериллия.

Комбинируя объемное содержание компонентов, можно получать композиционные материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости, а также создавать композиции с необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими и другими специальными свойствами [1, С.112]. Конечно, последние достижения в разработках композитных (композиционных) материалов обладают большим интересом, чем предыстория их появления.

Вместе с развитием и совершенствованием композиционных материалов увеличивается и область их применения. Например, после Второй мировой войны композиты стали использовать в автомобилестроении. В 1954 году в США появился первый спорт-кар, корпус которого состоит из стекловолокна: Kaiser - Darrin. Машина разогналась до 60 миль/ч за 15,1 с, и максимальная скорость составляла чуть меньше 100 миль/ч (около 160 км/ч). Эти характеристика машина получила благодаря небольшому весу всего 997 кг. Затем композиты стали использовать в космо- и авиастроении (Boeing 787 Dream Liner 50% фюзеляжа изготовлено из композиционных материалов на основе углерода). Далее стали производить из композитов оружие (из композитов на 90% состоит межконтинентальная ракета «Тополь – М»). И наконец, в медицине. В стоматологии примером композитов являются обычные пломбы [2, С,1].

Это свидетельствует о том, что традиционно применяемые металлические и неметаллические материалы в значительной мере достигли своего предела конструктивной прочности. Поэтому развитие современной техники требует создания материалов, надежно работающих в сложной комбинации силовых и температурных полей, при воздействии агрессивных сред, излучений, глубокого вакуума и высоких давлений. Удовлетворить эти требования можно путем использования композитных материалов.

Библиографический список

1. **Соленов, А.П.** Справочник по конструкционным материалам. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2009 г.;
2. Композиционные материалы, <http://expertmeet.org/topic/17433-kompozitcionnye-materialy/>.

СВЯЗЬ МЕХАНИЧЕСКИХ И ФРАКТОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИТЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТАЛИ 12ДН2ФЛ ПОСЛЕ ТЕРМИЧЕСКОГО УЛУЧШЕНИЯ

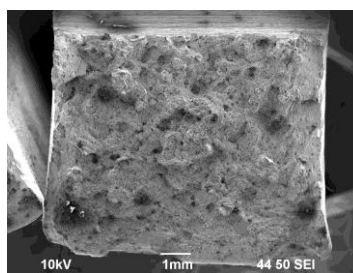
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

После термического улучшения конструкционной стали 12ДН2ФЛ может иметь место разброс значений ударной вязкости. Для уточнения причины изучены фрактографические особенности поверхностей разрушения. Сравнили результаты оценки поверхностей изломов на ударных образцах двумя способами: 1) макроанализ (рис.1) и 2) микроанализ с применением РЭМ (рис. 2).

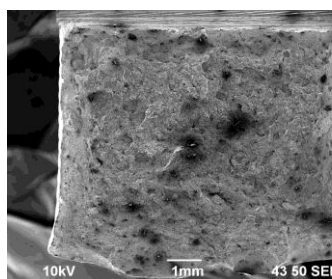
Определено соотношение вязкой (В) и хрупкой (Х) составляющих изломов в макроструктуре сравнением со шкалами и микроструктуре методом сеток (табл.1).

Таблица 1
Результаты фрактографического анализа

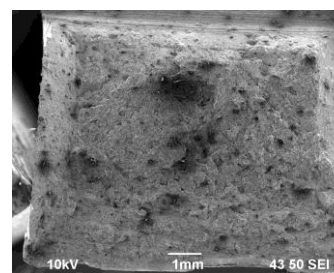
Ударная вязкость КСУ, кДж/м ²	Макроизлом		Фрактограмма	
	% В + % Х	Поры, шт/мм ²	% В + % Х	Поры, шт/мм ²
494	80%В+20%Х	Замаскированы рельефом излома	73%В+27%Х	17
550	70%В+30%Х		88%В+12%Х	12
575	70%В+30%Х		81%В+19%Х	10



494 кДж/м²



550 кДж/м²



575 кДж/м²

Рис.1. Макроизломы образцов из стали 12ДН2ФЛ с указанной КСУ

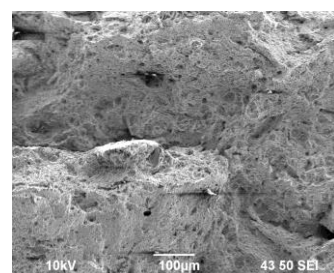
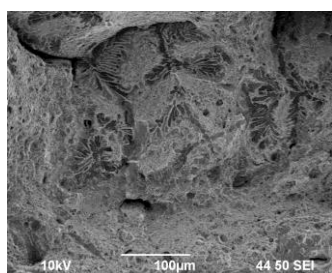
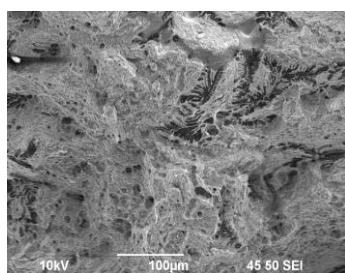


Рис.2. Фрактограммы образцов из стали 12ДН2ФЛ

Кроме основных фрактографических характеристик механизмов разрушения (ямки, фасетки скола, квазискола), были идентифицированы дефекты микроструктуры (дендриты, неметаллические включения, поры), также отнесенные к Х (рис.3) [1].

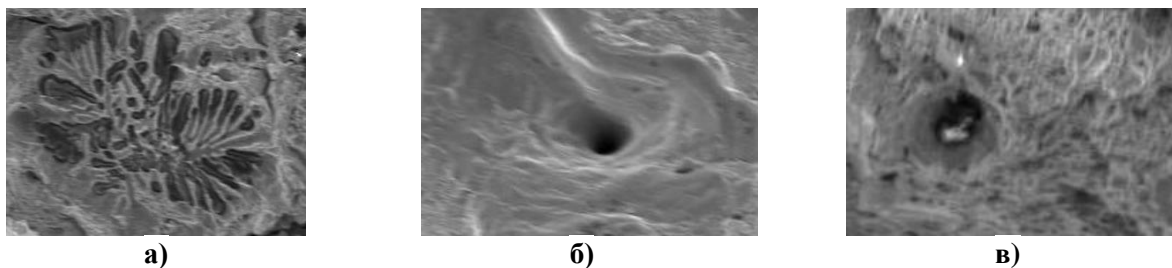


Рис. 3. Дефекты микроструктуры:
a - дендрит; *б* - пора; *в* - пора

Показано, что оценка характера разрушения по макроизлому не адекватна, решающее влияние на уровень ударной вязкости образцов из стали 12ДН2ФЛ оказывает количество пор на единицу площади поверхности излома.

1. Фрактодиагностика разрушения металлических материалов и конструкций: Учебное пособие для вузов/ Г.В.Клевцов[и др.]. - М.: МИСиС, 2007. - 264 с.

УДК 621

ДЗЕНИК А.Д.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ НАНОСТРУКТУР ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЛАЗЕРНЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Нанотехнологическими объектами могут быть наночастицы и нанопленки, величиной до 100 нм, макроскопические объекты, в которых атомарная структура формируется контролируемым разрешением на уровне атомов.

В макроскопических объектах формирование структур контролируемым разрешением на уровне атомов возможно осуществить с помощью процесса, именуемого лазерным напылением (ЛН).

Метод ЛН успешно конкурирует с другими методами создания покрытий с удовлетворяющими условиями. Установлено, что степень ионизации газа увеличивается с ростом температуры, коэффициент поглощения излучения также растет. После появления теплового пробоя происходит ионизация пара и резко возрастает поглощение. В результате до 10% излучения будет доходить до мишени, а остальная энергия импульса расходуется на разогрев плазменного облака. В результате испаряется слой толщиной $\sim 0,1-0,15$ мкм, при этом температура плазмы над облученной областью достигает $T \sim 10-11$ эВ. Затем плазма разлетается в вакуум.

Аналогом ЛН является молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Отличия между ними заключаются в том, что в ЛН напыляемые элементы поступают порционно и имеют кинетическую энергию порядка 10-100 эВ, что на 2 порядка величин выше, чем при МЛЭ. При этом МЛЭ позволяет формировать совершенные монокристаллические слои различных материалов в условиях сверхвысокого вакуума. Процесс ЛН предусматривает смену режима для любого типа объектов и для изготовления материалов различной степени сложности и с различным набором свойств.

В экспериментах использовались импульсные лазеры: эксимерные лазеры на CO_2 и $Nd:YAG$. Эксперименты показали достаточно высокую степень соответствия катионной стехиометрии материалу изделия. Отмечены высокие результаты по качеству нане-

сенных тонких пленок оксидов цинка, молибдена и титана на трущиеся поверхности деталей спецавтомобилей.

Метод лазерного напыления имеет широкие возможности и может быть применима для формирования поверхностных наноструктур деталей машин.

Библиографический список

1. **Гусев, А.А.** Гусева Г.А. Наплавка чистого металлического порошка импульсным лазерным излучением // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012, Том 14, Номер 6-1, Страницы: 254-259.
2. <http://nanotechnology.sfnu.ru/mod/page/view.php?id=21>
3. **Абаев, А.А.** Формирование наноструктур поверхностей автомобильных деталей импульсным лазерным напылением // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. 2009, Секция: «Автомобильный транспорт», Страницы: 20-24.

УДК 621.729.92:669.24

ДИК М.Н., ФЕДОТОВ Д.О.,
ВОРОБЬЕВА Ю.В., ГАВРИЛОВ Г.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРУБОПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее время наибольшее распространение среди высокоэнергетических методов обработки все больше получает лазерная обработка материалов. Лазерная установка является универсальным комплексом, позволяющим проводить как отдельно термическое упрочнение, поверхностное легирование и наплавку, так и их комбинации [1]. Работоспособность большинства деталей определяется стойкостью поверхности, соприкасаемой с формируемой заготовкой.

Проблема, необходимости повышения износостойкости поверхности трубопрокатных валков является актуальной задачей, так как для изготовления деталей используются высоколегированные стали X12M, X12MФ, X12Ф1, которые являются дорогостоящими и требующие сложной технологии термического упрочнения при изготовлении. Кроме того, для замены валков в рабочей клетки необходимо останавливать прокатный стан, что в свою очередь приводит к значительным затратам на производственном процессе. Поэтому, если обеспечить необходимую прочность и износостойкость на рабочих поверхностях деталей методом поверхностной лазерной обработки, то в ряде случаев, не будет необходимости в объемной упрочняющей термической обработке.

Дополнительное упрочнение и восстановление изношенных размеров трубопрокатных валков можно достичь наиболее эффективно с помощью лазерной наплавки.

Преимущества лазерной наплавки обеспечиваются за счет возможности локального ввода энергии при ее высокой концентрации, что обуславливает повышенные скорости нагрева и охлаждения. Процесс лазерной наплавки состоит из трех этапов:

- подача наплавляемого материала в зону наплавки одновременно с воздействием луча на поверхность детали и наплавляемый материал;
- расплавление наплавляемого материала и прогрев поверхности изделия тепловым воздействием лазерного излучения;
- формирование наплавленного слоя на поверхности изделия.

Процесс характеризуется минимальным тепловым воздействием на материал подложки. На формирование наплавленных слоев оказывают влияние не только режимы лазерного воздействия, но и массовый расход порошка, дистанция подачи, угол наклона оси питания к

лазерному лучу и др. При лазерно-порошковой наплавке обеспечивается высокопрочная адгезия наплавляемого материала с поверхностью основного материала.

Таким образом, процесс лазерной наплавки имеет значительные преимущества перед другими методами наплавки и находит широкое применение в машиностроении и инструментальном производстве. Экономия высоколегированных дорогостоящих сталей за счет изготовления деталей из простых сталей и наплавкой на рабочие поверхности высоколегированных материалов, с высокими физико-механическими свойствами, делает процесс лазерной порошковой наплавки достаточно экономически эффективным. При этом, по сравнению с другими способами, наплавленные слои обладают более высокой твердостью, теплостойкостью, износостойкостью и коррозионной стойкостью [2].

Для наплавки в работе была использована лазерная установка ЛАТУС-31, а также рассмотрены результаты исследований микроструктуры и свойств образцов наплавленных металлургическими порошками инструментальных сталей ПР-10Р6М5, ПР-17Х5В3МФ5С.

Анализируя строение зоны лазерной порошковой наплавки, можно отметить, что в зависимости от энергетических параметров лазерного излучения возможно осуществление процесса формирования биметаллического соединения с различной степенью прогрева металла основы.

Во всех исследованных случаях биметаллическое соединение при наплавке имеет четыре основные зоны: зону наплавленного металла, переходную зону, зону термического влияния и основной металл.

Анализ микроструктуры образцов после лазерной порошковой наплавки показывает, что в процессе наплавки формируется особая структура. Она состоит либо из дендритной структуры с различной величиной и степенью выраженности дендритов, либо из разнотермической микроструктуры по всему сечению наплавочного слоя. Это связано с разными условиями теплоотвода и охлаждения, а именно, с различной степенью переохлаждения расплавленного слоя по сравнению с внутренними слоями.

Таким образом, по результатам измерения микротвердости в зависимости от глубины наплавленных слоев и переходных зон при наплавке, исследуемыми порошками установлено, что уровень микротвердости по глубине наплавленного слоя в основном постоянный. В переходной же зоне наблюдается резкое снижение микротвердости, что свидетельствует о малой степени перемешивания наплавляемого и основного металлов.

Библиографический список

1. Кальнер, В.Д. и др. Использование концентрированных потоков энергии для изменения свойств поверхности материалов / В.Д. Кальнер, Ю.В. Кальнер, А.К. Вернер // Металловедение и термическая обработка металлов. - 1986. - №6. – С. 24-25.
2. Разработка технологии лазерно-порошковой наплавки. Механизация тяжелых и трудоемких процессов в судостроении: Сб. науч. тр. / Асваров А. А., Всеволодов Б.А., Манько П. А., Семенов С. А. Л.: ЛКИ., 1987. С. 86-92.

УДК 621.9.048

ЗАПЕКИНА С.М., ХЛЫБОВ А.А.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТАЛОСТИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ 12Х18Н10Т

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На работоспособность и ресурс элементов энергетического оборудования существенное влияние оказывают локальные температурные воздействия, вызываемые пульсациями температур [1, с.1].

Многokrатно повторяющееся изменение температуры в материале трубы вызывает появление переменных напряжений, величина которых пропорциональна перепаду температуры. Переменные напряжения приводят к зарождению и развитию повреждений в материале образца [2, с.1].

Целью работы являлось определение степени поврежденности в материале элементов конструкций при термоциклических пульсациях.

Объектами исследования служат образцы труб с одинаковой исходной структурой в состоянии, характерном для реальных конструкций в начальный период эксплуатации, а также после различных воздействий термоциклических нагрузок. В качестве образца была выбрана труба $\varnothing 63 \times 5$ мм из стали марки 12X18H10T (ГОСТ 9941-81). В локальных зонах образца создавался перепад температур на поверхности образца с температурой 310°C путем подачи дистиллированной воды температурой 20 °C капельным способом с частотой 1 Гц.

Накопление повреждений в материале образцов осуществлялось на экспериментальной установке для исследования процессов возникновения и развития повреждений при термической усталости.

Для регистрации сигналов термопар, применен регулятор микропроцессорный измерительный серии МЕТАКОН 562-Т-ТП-1. Для определения перепада температур в локальных зонах образцов был изготовлен измерительный образец (ИО).

Экспериментально полученные и систематизированные данные позволили уточнить влияние пульсаций температур на долговечность конструкций.

Результаты исследований показали отсутствие трещин для испытанных образцов, работающих при отсутствии напряжений на базе 10000000 капель. Установлено, что при термоциклическом нагружении, процесс накопления повреждений протекает наиболее ускорено в поверхностном слое конструкции. Таким образом, максимум напряжений приходится на тонкий поверхностный слой трубы, равный 0,002 м.

Контроль микротвердости выявил, что в зоне падения капель происходит упрочнение стали. Металлографический анализ показал, фазовые превращения, которые происходят в процессе деформации, приводят к появлению структуры мартенсита деформации. Кроме того, исходя из приведенных данных, установили, что время испарения капли с поверхности образца составляет 0,35 с при 1 Гц.

Библиографический список

- 1. Судаков, А.В.** Слопцов С. В., Прохоров В.А., Каширин В.И., Федосов В.Г. Расчетно–экспериментальное исследование условий трещинообразования в элементах оборудования реакторных установок при пульсациях температур. Материалы 8 Международной научно–технической конференции «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР», г. Подольск, 28-31.05.2013.
- 2. Углов, А.Л.** Хлыбов А.А. Методика оценки поврежденности аустенитной стали при термодульсациях акустическим методом //А.Л. Углов, А.А. Хлыбов, А.Д. Макаров, Р. Р. Рязанов, А.Е. Соборнов// Контроль.Диагностика, -2015.-8с.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ, МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ, УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТОК НА СТРУКТУРУ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ 07Х3ГНМЮА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Исследовано влияние скорости охлаждения (на воздухе (3.5 °С/с), в масле (90 °С/с), в воде (600 °С/с), с печью (0.03 °С/с) на структуру и твердость низкоуглеродистой мартенситной стали (НМС) 07Х3ГНМЮА, закаливаемой от температуры 910 °С.

Устойчивость аустенита в области перлитного и бейнитного превращений способствует формированию даже при замедленном охлаждении структуры низкоуглеродистого мартенсита, что обеспечивает возможность бездеформационной закалки.

Высокая температура мартенситного превращения M_n обеспечивает получение пакетного (реечного) мартенсита, который, по сравнению с игольчатым мартенситом, более вязкий и пластичный, кроме того, на эти же характеристики благоприятно влияет самоотпуск в ходе охлаждения, что гарантирует

Развитие самоотпуска увеличивается с уменьшением скорости охлаждения при закалке, что сопровождается уменьшением твердости (рис.1).

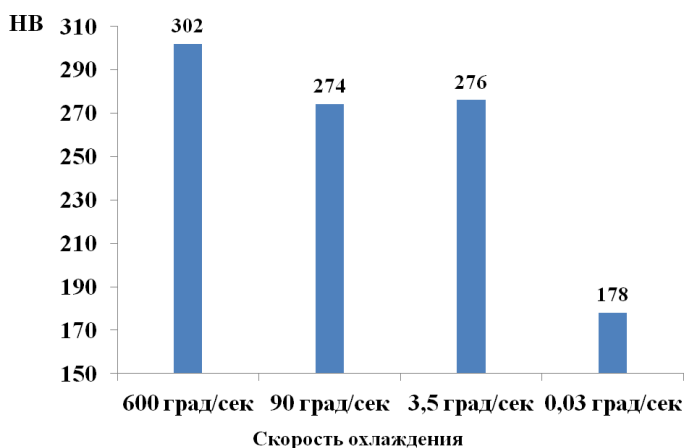


Рис. 1. Зависимость твердости стали 07Х3ГНМЮА от скорости охлаждения при закалке

При охлаждении с печью основная доля превращения происходит в перлитной области, что приводит к формированию структуры полиэдрического феррита и ферритно-карбидной смеси. Твердость составляет всего 178 НВ.

Недостатком низкоуглеродистых мартенситных сталей (при многих достоинствах) является невысокая твердость после окончательной термической обработки. В работе исследовалось влияние ультразвуковой поверхностной обработки и последующей магнитно-импульсной обработки на состояние поверхности стали, результаты указывают на возможность улучшения состояния поверхности термоупрочненной стали 07Х3ГНМЮА.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНОЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОКОМ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА VT16

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Материаловедение является одним из важнейших направлений развития современной науки, поскольку именно с ним связаны разработка и внедрение в действующее производство эффективных методов получения высококачественных изделий в различных отраслях промышленности.

В данной работе исследуются свойства кристаллографической структуры, микроструктур, рентгенофазового анализа после СЭТО на примере электротермообработки титанового сплава марки VT16 с применением высокой плотности тока. Наибольший интерес, как с научной, так и с практической точки зрения, представляет влияние времени воздействия фактора скоростного электроимпульсного нагрева током высокой плотности 10^8 - 10^7 А/м² на структуру и свойства титанового сплава марки VT16, возможность широкого применения метода в современной промышленности.

Основанный на пропускании электрического тока через обрабатываемое изделие электрофизический метод позволяет получить высокую скорость нагрева под термическую обработку [1]. Достоинством электронагрева является технологическая простота, высокие скорости процесса и специфичное поведение металлов в сильных электромагнитных полях. С целью получения значительного экономического эффекта требуется более детальное изучение электротермической обработки титанового сплава.

Для проведения экспериментов использовался электроконтактный нагрев током высокой плотности в импульсном режиме: длительность импульса 0,02 с, длительность паузы 0,02 с. Электрический ток пропускали по длине образцов. Изучали влияние технологических параметров СЭТО на твердость и удельное электросопротивление данного сплава. Использовали различное время СЭТО при электронагреве под закалку. Нагрев образцов импульсным током проводили за время 1, 2 и 2,5 с. Изотермическую выдержку при максимальной температуре нагрева и во время нагрева не делали. При СЭТО в качестве среды охлаждения применяли воду. Сравнивали свойства образцов после СЭТО за разное время нагрева.

В работе показано, что с увеличением времени нагрева при СЭТО возрастает объемная доля специальных границ фракций $\Sigma 33c$ и $\Sigma 41c$, следовательно, повышаются зернограничная энергия, подвижность границ (скорость миграции), скорость диффузии. Применение технологии СЭТО для термообработки титанового сплава VT16, позволяет за короткое технологическое время (от 2 до 2,5 с) и без изотермической выдержки, позволяет получить необходимую структуру мартенситного типа. Правильный выбор термической обработки металлов и их сплавов влияющий на формирование их структуры - важный шаг к получению качественных деталей, усовершенствованию технологического процесса.

1. Мальцев, И.М. Исследование скоростной электротермической обработки металлов током высокой плотности / И. М. Мальцев // Заводская лаборатория. Диагностика материалов - Н. Новгород: НГТУ, 2005. - Т. 71. - с. 35 – 38.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ РЕГЕНЕРАТА ДЛЯ ХТС-ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КРУПНЫХ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «МЕТМАШ» г. БОР.

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Как известно, одной из актуальных проблем литейного производства является полная регенерация отработанных формовочных и стержневых смесей с целью получения регенерата – песка с восстановленными свойствами, используемого в последующих технологических циклах. Свойства получаемого при переработке песка оказывают непосредственное влияние на качество литых заготовок, особенно важно это при использовании регенерата в составах ХТС используемых для получения крупных стальных отливок.

В условиях предприятия ООО «Метмаш» г. Бор формы и стержни для крупных стальных отливок изготавливают по альфа-сет процессу, являющемуся одним из видов ХТС-процессов. В качестве наполнителя смесей используется песок марок $2K_1O_2O_2$ или $2K_2O_3O_3$, а также регенерат, содержание которого в смесях доходит до 70%. Процентное содержание восстановленного песка в составе формовочных и стержневых смесей, изготавливаемых по альфа-сет процессу, напрямую зависит от его качества. Накопление в составе отработанных смесей всевозможных продуктов высокотемпературного взаимодействия формы с металлом, в том числе пылевидных фракций, существенно ухудшает свойства получаемого при регенерации песка и требует дополнительных затрат для получения регенерата необходимого качества.

Изучению свойств восстановленных песков посвящено множество работ. В частности, в работах Н.С. Евтушенко и И. Гросс отмечается наличие мелкодисперсной составляющей в регенерате. В.К. Дубровин в своей статье «Влияние оборотной смеси на качество отливок» привел результаты исследований зернового состава готовых формовочных смесей методом дифракционного рассеяния на лазерном анализаторе размеров частиц. В работе отмечается, что содержание пылевидной фракции превышает ее содержание в свежей смеси в 2 раза, что значительно снижает такие свойства смесей, как газопроницаемость и прочность. Снижение свойств смесей может привести к появлению таких дефектов литья, как засор и пригар.[1]

Анализ современных литейных технологий регенерации песков из отработанных смесей показал, что для снижения содержания в регенерате мелкодисперсной и пылевидной фракций необходимо предусматривать дополнительную стадию очистки смеси - систему «вторичной механической оттирки». Из представленного на современном рынке очистного оборудования наибольший интерес представляет система «вторичной механической оттирки» компании «LAUDS» типа «LSR10». Данная система позволяет производить оттирку песчаного зерна и удалять из регенерата пылевидную фракцию, что значительно повышает качество восстановленного песка и дает возможность увеличить его содержание в составе смесей до 90%[2].

Библиографический список

1. В.К. Дубровин, Б.А. Кулаков, А.В. Карпинский, А.В. Дубровина – Влияние оборотной смеси на качество отливок, УСДК 621.74, 2014 – 6 с.
2. Установка вторичной оттирки ХТС, ЖСС, ПГС//Современные литейные технологии. [Электронный ресурс] Режим доступа - <http://sltgroup.ru/equipment/oborudovanie-dlya-hts-processov/ustanovka-vtorichnoj-ottirki-hts-zhss-pgs.html>

НЕКОТОРЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ УСТАРЕВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

На сегодняшний день остро стоит проблема на производстве, которая называется: «Устаревание оборудования». Любое производство в определенный момент может столкнуться с этой проблемой. Особенно в связи с тем, насколько ускоряется рост уровня технологий. Различные улучшения, связанные с повышением прочности, точности, универсальности и иных эксплуатационных свойств станка или любого другого оборудования. Следует отметить, что данная проблема влияет на производства любого масштаба.

Можно рассмотреть следующие решения: [1]

- Замена оборудования, которая заключается в полной замене оборудования, являющегося устаревшим, на современные аналоги;
- Модернизация устаревшего оборудования, которая заключается в изменении оборудования, путем приращений различных дополнений и замены определенных составляющих с целью повышения долговечности, надежности и других эксплуатационных свойств для соответствия со стандартами производимой продукции и, исходя из этого, для конкурентной пригодности выпускаемого продукта.

Существуют два способа осуществления данного решения:

- Заменять все оборудование сразу;
- Заменять устройства порционно.

Разумеется, из перечисленных вариантов гораздо более выгодно смотрится второй. Первый метод заключается в пошаговом выделении отдельных участков предприятия. Данные сектора будут выделены так, чтобы потери при задержке в процессе замены не вызвали больших неудобств для предприятия. Далее (сектор за сектором) будет производиться замена оборудования на современные аналоги.

Второй способ разрешения проблемы – это модернизация устаревшего оборудования. Данный способ обладает гораздо большей гибкостью. Решение заключается в усовершенствовании устаревшего оборудования путем замены различных составляющих и добавления различных модификаций, что приводит к повышению его эксплуатационных способностей. Данный способ обладает гибкостью, так как:

- Модернизация не вызывает простоя на столь длительный срок, который может возникнуть при замене оборудования;
- При открытии новых технологий не будет значительных потерь, так как силы и средства, вложенные в приближение эксплуатационных качеств оборудования до стандартной отметки, в несколько раз меньше, чем замена оборудования;
- В большинстве случаев отсутствует потребность в приобретении более квалифицированных кадров.

В итоге, наиболее подходящим решением проблемы устаревшего оборудования из всех рассмотренных, является модернизация имеющегося оборудования. Это решение обладает и гибкостью в виде минимальных рисков, экономичностью в виде минимальных затрат и эффективностью в виде результатов повышения производственных показателей.

1. Схиртладзе, А.Г. Гречишников В.А., Чемборисов Н.А., Григорьев С.Н., Савин И.А. Резание материалов. Режущий инструмент. М.: Юрайт, 2016. 365 с.

СПЛАВЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА ЧИСТОГО Ni ИМПУЛЬСНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Для решения задачи производства микроскопических деталей устройств, необходимых для различных отраслей экономики, наиболее перспективным вариантом является процесс выплавки изделий из металлического порошка Ni импульсным лазерным излучением. Преимуществами этого метода являются: высокая локальность расплава, позволяющая получать изделия микроскопических размеров, сравнительно низкая мощность излучения, что обеспечивает высокое разрешение формы выплавляемых миниатюрных изделий.

В чистом виде Ni весьма пластичен и поддается обработке, в то же время это прочный, жаростойкий, устойчивый к коррозии материал. При проведении эксперимента в установке на специальную площадку помещали слой порошка Ni размером 0,03-0,05 миллиметра. Затем на порошок направляется лазерный луч мощностью 200-220 Вт. В результате расплава и последующее сплавление металла происходило в заданном месте. Для исключения окисления материала подложки эксперимент проводился в инертной среде (аргон). После того, как произведено сплавление в первом слое, платформа опускается, наносится новый слой материала, и процесс повторяется. Экспериментально доказана возможность плавления (наплавки) порошка чистого металла, находящегося на поверхности подложки в свободном состоянии, импульсным лазерным излучением миллисекундной длительности. Наноразмерные порошки никеля обладают большой индукцией насыщения и являются очень перспективными материалами.

Этот метод открывает новые перспективы в разработке и создании микроразмерных объемных изделий, в том числе и из тугоплавких материалов (титан и т.п.).

Библиографический список

1. Гусев, А.А. Гусева Г.А. Наплавка чистого металлического порошка импульсным лазерным излучением // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012, Том 14, № 6-1, С. 254-259.
2. Петровский, В.Н. Штамм В.Г., Джумаев П.С., Польский В.И. Лазерная наплавка металлических порошков // Ядерная физика и инжиниринг. 2012, Том 3, № 4
3. <http://protown.ru/information/hide/5587.html>

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТНОЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Материаловедение является одним из важнейших направлений развития современной науки, поскольку именно с ним связаны разработка и внедрение в действующее производство эффективных методов получения высококачественных изделий в различных отраслях промышленности.

В данной работе исследуется сталь 65Г после скоростной электротермической обработки (СЭТО). Наибольший интерес, как с научной, так и с практической точки зрения, представляет влияние скоростного электронагрева на структуру и свойства стали, возможность широкого применения метода в современной промышленности. Последние пять лет к данному методу обработки проявляют повышенное внимание, как к перспективному, идущему на смену традиционному печному нагреву, или же дополняя его.

Основанный на пропускании электрического тока через обрабатываемое изделие электрофизический метод позволяет получить высокую скорость нагрева под термическую обработку. В основе электрофизических процессов лежит влияние электромагнитного поля и тока на структуру и свойства проводящих материалов [1]. Достоинством электронагрева является технологическая простота, высокие скорости процесса и специфичное поведение металлов в сильных электромагнитных полях. В связи с этим электрофизические процессы являются новыми перспективными технологиями обработки металлов и сплавов. С целью получения значительного экономического эффекта требуется более детальное изучение электротермической обработки инструментальных сплавов.

Во время проведения исследования СЭТО стали 65Г эта инструментальная сталь подвергалась закалке и низкому отпуску. Процесс СЭТО проводили по методу и на установке конструкции НГТУ. Применение импульсного тока позволяет в широком диапазоне регулировать мощность, выделяемую на образце и, следовательно, скорость нагрева. В ходе исследования проводили электрозакалку и электроотпуск (предварительно перед электроотпуском образцы закачивали в печи). Исследовали влияние технологических параметров СЭТО на твердость и удельное электросопротивление стали 65Г. При электрозакалке и электроотпуске использовали различное время обработки и разную температуру СЭТО, энергетические параметры.

В работе показано, что применение технологии скоростной электротермической обработки для обработки инструментальной стали 6ХС не только повышает ее физико-механические свойства, но и экономически выгоднее традиционных методов термической обработки, а также позволяет сократить технологическое время. Правильный выбор термической обработки металлов и их сплавов влияющий на формирование их структуры - важный шаг к получению качественных деталей, усовершенствованию технологического процесса.

1. Мальцев, И.М. Скоростная электротермическая обработка импульсными токами высокой плотности пружинной стали 65Г / И. М. Мальцев // *Материаловедение и металлургия: Сборник научных трудов НГТУ - Н. Новгород.: НГТУ, 2003. - Т. 38. - с. 191 – 194.*

УДК 621.9.048

КУВШИНОВ М.О., ХЛЫБОВ А.А.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поверхностный слой детали - это слой, у которого структура, фазовый и химический состав значительно отличаются от основного металла. С течением времени в процессе эксплуатации происходят изменения физико-механических характеристик поверхностного слоя.

Состояние поверхностного слоя металла оценивается набором единичных или комплексных параметров, которые с той или иной стороны оценивают качество

поверхностного слоя. Укрупненно эти параметры характеризуют: геометрические параметры неровностей поверхности; физическое состояние; химический состав; механическое состояние. Повышение качества поверхности и достижение необходимого комплекса механических свойств является актуальной проблемой материаловедения, решение которой требует опережающего подхода в условиях быстрого технического развития.

Для решения поставленной задачи при изготовлении детали применяют различные методы достижения необходимого качества поверхностного слоя: термическая обработка, поверхностное легирование, поверхностная пластическая деформация.

Методы поверхностного пластического деформирования (ППД), осуществляемого различными способами, имеют ряд преимуществ, по сравнению с другими методами обработки, а именно, благодаря пластическому течению металла деформированные выступы заполняют впадины профиля, увеличивая опорную длину и несущую способность поверхности. Одним из методов ППД является ультразвуковая ударная обработка. Ультразвуковая обработка представляет собой прогрессивную технологию обработки металла давлением, позволяя заменить ряд классических методов ППД по схемам качение и скольжение – накатывание и выглаживание.

Физическая природа, характеризующая процесс ультразвуковой ударной обработки, достаточно сложна и связана с такими явлениями, как удар, деформация, поверхностное трение и адгезионные явления, диссипация и преобразование механической энергии удара в тепло, колебания с частотой возбуждающей силы, волновые процессы и др.

Упрочнение и формирование поля остаточных напряжений в процессе ультразвуковой ударной обработки изделия является результатом комплексного воздействия на материал мощных колебаний с частотой ультразвука и собственно пластического деформирования поверхностного слоя вследствие многократных периодических ударов инструмента.

УДК 621.742

КУЗЬМИЧЕВА. Я.К., НИЩЕНКОВ А.В.

РЕИНЖИНИРИНГ УЧАСТКА ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ НА БАЗЕ ПАО ПКО «ТЕПЛООБМЕННИК»

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Реинжиниринг промышленного предприятия проявляется в совершенствовании технологии на основе инновационных внедрений, изменениях организации и логистики менеджмента в решении социальных проблем[1]. Технологический реинжиниринг следует рассматривать как эффективный механизм реорганизации проблемных предприятий на основе радикальных изменений применяемых технологий.

Необходимость проведения реинжиниринга зависит от множества факторов: сферы деятельности предприятия, его структуры и организации, внешних экономических условий.

Проекты по реинжинирингу литейного производства направлены на оптимизацию: производственных процессов; управленческих процессов; организационных процессов; технологических процессов; процессов внутреннего взаимодействия на предприятии. При реализации реинжиниринга производства можно выделить четыре основных этапа [2].

1 этап: определение процессов. Обследование всех процессов производства как технологического, так и организационного характера. Определение их текущего состояния, оценка эффективности и результативности.

2 этап: анализ. На основании проведенного обследования выполняется анализ целесообразности использования действующих процессов. При нецелесообразности – разработка новых.

3 этап: моделирование/перепроектирование процессов. Проработка каждого процесса в условиях конкретной среды производства, выявление уязвимых сторон, разработать меры предосторожности.

4 этап: реализация новых процессов. На основании результатов, полученных при проведении трех этапов работ, происходит внедрение новых процессов в производство.

Проведение комплекса работ по реинжинирингу производства и всех его процессов позволяет предприятию оптимизировать производственный процесс в целом, кардинально улучшить показатели и повысить конкурентоспособность на рынке.

Реинжиниринг участка литья ПАО ПКО «Теплообменник» заключается в оборудовании всех отделений и складов современным высокопроизводительным и гибким оборудованием, применением современных технологий для изготовления мастер-моделей. После проведения реинжиниринга повышается производительность участка с 1 т в год до 5 000 т в год, появляется возможность изготавливать отливки не только своей программы выпуска, но и принимать сторонние заказы, что принесет дополнительную прибыль предприятию.

Библиографический список

1. **Мехович, С.А.** Захарченков А.С. Концептуальная основа проведения технологического реинжиниринга на машиностроительных предприятиях, Маркетинг и менеджмент инновации, 2012, №4, 179-185 с.
2. Инжиниринг металлургических и литейных производств//Промышленный Инжиниринг [Электронный ресурс]: [официальный сайт]. – Электрон дан. Режим доступа: <http://ind-sol.ru>, свободны].

УДК 621.785

МАКАРЕНКОВ А.А., КАЛАТИНСКАЯ А. С., КОЛОТОВКИН Н.Г.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТПУСКА, ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТОК НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ 38ХН3МФА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследовано влияние температуры отпуска в интервале 500-620 °С на микроструктуру, механические (испытания на растяжение, ГОСТ 1497) и триботехнические (стретч-тест) характеристики, на трещиностойкость (испытания на изгиб, ГОСТ 9454) закаленной стали 38ХН3МФА.

Повышение температуры отпуска приводит к уменьшению твердости и прочностных характеристик на 15 – 20% и увеличению пластических характеристик на 10 -15% (табл. 1), что связано с увеличением размеров и сфероидизацией карбидных частиц.

Таблица 1

Результаты механических испытаний на растяжение по ГОСТ 1497

Температура отпуск	Механические характеристики образцов			
	$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_b , МПа	Ψ , %	δ , %
500 °С	1327	1419	49	12
580 °С	1256	1390	54	13
620 °С	1088	1185	56	13.5

В структуре сорбита отпуска при отпусках не выше 580°, С сохраняется игольчатость, повышение температуры отпуска до 620 °С приводит к исчезновению игольчатости, что можно объяснить развитием процесса рекристаллизации в альфа – фазе. Потеря игольчатости сопровождается повышением трещиностойкости.

Величина коэффициента трения (определенного по результатам стретч-теста) упрочненной стали 38ХНЗМФА в зависимости от вида термической обработки изменяется в широких пределах: 20 – 50 % (табл. 2), что должно учитываться как при обработке стали резанием, так и при оценке ее износостойкости при эксплуатации.

Таблица 2
Триботехнические характеристики стали 38ХНЗМФА

Режим термообработки	$F_{\text{ср}}, \text{Н}$	$\mu_{\text{ср}}$	$H_{\text{ср}}, \text{mkm}$
Закалка 860 °С в воде	0.791	0.159	2.549
Закалка 860 °С в воде, отпуск 580 °С	1.414	0.283	3.114
Закалка 860 °С в воде, отпуск 580 °С + отпуск 620 °С	1.351	0.272	3.981

Исследовано влияние магнитно-импульсной (МИО) и ультразвуковой (УЗО) обработок на твердость термоупрочненной стали 38ХНЗМФА, показана возможность изменения характеристик поверхностного слоя при этих финишных операциях и их сочетании.

УДК.539.26:548.73

МЕЛЬНИКОВА Л.А., ОШУРИНА Л.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА 21НКМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Элинварные сплавы используются для изготовления гироскопов. В настоящее время материалом для изготовления гироскопа служит сплав 44НХТЮ (г.Арзамас). В представленной работе предлагается замена этого сплава на сплав 21НКМТ, легированный кобальтом для сравнения характеристик данных материалов.

Целью настоящей работы было исследование структуры и фазового состава сплава 21НКМТ после режимов термообработки. В качестве термообработки были предложены режимы ТЦО (закалка, старение). Методами исследования являлись металлографический и рентгенофазовый анализ образцов, специально приготовленных из сплава 21НКМТ. Режимы термообработки: 1) закалка от 900°С и последующего старения 575°С; 2) закалка 2 цикла от 900°С и старение 575°С; 3) закалка от 900°С 3 цикла и старение 575°С. Время выдержки при старении составляло 180 мин, охлаждающая среда - воздух.

Результаты исследования показали, что в результате ТЦО в сплаве 21НКМТ происходит измельчение зерна, что благоприятно сказывается на механических свойствах гироскопа. Исследование фазового состава сплава 21НКМТ в исходном состоянии и после ТЦО свидетельствует о том, что в структуре образуется магнитная фаза FeCo. Соотношение основной фазы γ' и FeCo меняется в результате режимов ТЦО. Данная фаза влияет на магнитные свойства гироскопа[1]. Сочетание элинварных и магнитных свойств улучшает эксплуатационные характеристики гироскопа, что сказывается на результатах рабочих испытаний гироскопа в производственных условиях. Проведенные исследования позволяют предположить, что применение данного сплава в производстве гироскопов способствует улучшению основных параметров гироскопа по сравнению со сплавом 44НХТЮ. Дальнейшее исследование данного сплава 21НКМТ и оптимизация режимов ТЦО рекомендуется для внедрения в производство.

1. Бараз, В.Р. Стрижак В. «Элинварные сплавы: особенности состава, структуры и свойств. Часть 2», ж-л «Национальная металлургия», №5, июль-август 2003 г., 105-109 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ПАО РУСПОЛИМЕТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение внепечной обработки стали позволяет существенно улучшить качество стали (механические свойства, коррозионную стойкость, электротехнические показатели) и получить сталь с принципиально новыми свойствами, например, сталь со свободными междоузлиями, содержащую $C = 0,003 \%$ и $N \leq 0,004 \%$ и не имеющую предела текучести, т.е. способную работать до предела прочности.

Современная внепечная обработка позволяет решать целый ряд задач:

- достижение низких и ультранизких концентраций примесей (углерода, серы, фосфора, кислорода, азота, водорода и неметаллических включений);
- легирование;
- усреднение металла в ковше по составу и температуре;
- различные виды внепечной обработки как правило сочетаются вместе, чем достигается два эффекта: сокращение длительности обработки и повышение ее эффективности. При этом одна и та же задача может быть решена различными способами.

Целью исследования является повышение литейных (жидкотекучесть, трещиностойкость) и механических (прочность, износостойкость, хладостойкость) свойств сталей различных структурных классов.

Было решено применить способ внепечной обработки стали, включающий ее рафинирование и модифицирование щелочно-земельными металлами, отличающийся тем, что щелочно-земельные металлы вводят в расплав стали в виде природного минерала барий-стронций-кальциевого карбоната в количестве 4,0-7,0 кг/т стали.

Благодаря этому способу достигается:

- улучшение структуры и свойств сталей достигается за счет афинирующее-модифицирующего действия карбоната снижается загрязненность сталей неметаллическими включениями, особенно сульфидными, их размеры становятся меньше, а форма – близкой к глобулярной;
- введение в расплавы сталей барий-стронций-кальциевого карбоната сопровождается их интенсивным перемешиванием вследствие выделения пузырьков CO_2 – это усиливает эффект рафинирования сталей от неметаллических включений и газов, особенно водорода, а также усредняет расплавы по температуре и химическому составу;
- так же карбонат является природным минералом, который уже содержит в себе высокоактивные элементы – рафинизаторы и модификаторы: барий, стронций, кальций, титан, магний, калий, натрий. Поэтому этот материал может служить заменителем дорогих и дефицитных искусственных лигатур и ферросплавов, которые применяют для обработки расплавов сталей, в частности, ферроцерия, силикокальция и силикобария.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из отраслей порошковой металлургии является производство алмазосодержащих материалов и изготовление из них режущего инструмента для твердых и сверхтвердых материалов. Характерной особенностью этих материалов является высокая твердость и хрупкость, что исключает возможность применения для их обработки пластического деформирования. Формоизменение и резание хрупких неметаллических материалов выполняют преимущественно различными способами абразивной обработки. От способа разрезания зависит расход обрабатываемых дорогостоящих материалов, правильность геометрической формы и точность размеров кристаллов, выпуск годных изделий электронной техники.

Исследование и разработка алмазосодержащих материалов является весьма актуальной задачей. При этом прокатка служит адекватным способом получения изделий малой толщины.

В процессе спекания и изотермических выдержек алмазосодержащих материалов на основе железа при температурах 800°C и выше происходит частичное поверхностное разрушение зерен алмаза с последующим науглероживанием и образованием высокодисперсной ферритно-цементитной структуры, что приводит к упрочнению матрицы и затрудняет деформирование материала. В этой связи для получения лент толщиной 40 мкм целесообразно проводить спекание и изотермические выдержки при температурах 800°C, а четвертую изотермическую выдержку при 850°C, что обеспечивает образование необходимого количества включений цементита. Термическая обработка алмазосодержащих материалов при температурах 900°C и выше не приемлема вследствие полной графитизации алмазных частиц.

Проведены исследования по оптимизации режимов термической обработки матриц алмазосодержащих материалов методами математического планирования экспериментов. Получены адекватные математические модели, связывающие прочность материала с режимами закалки на пересыщенный твердый раствор и старение.

Оптимизационные многофакторные задачи для алмазосодержащих материалов могут быть решены кратчайшим путем при использовании математических методов.

ПОДГОТОВКА ОБРЕЗИ ОЦИНКОВАННОГО СТАЛЬНОГО ЛИСТА К ИНДУКЦИОННОЙ ПЛАВКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В металлургическом производстве для выплавки чугуна в индукционных тигельных печах применяются пакетированные и кусковые отходы. К таким отходам предъявляются определенные требования, регламентированные ГОСТ. Кроме прочих требований, к стальным отходам предъявляются ограничения по содержанию цветных металлов, в том числе и оцинкованного металлического лома. Попадание оцинкованного лома недопустимо по ряду причин таких как:

- выделение дыма, содержащего вредные вещества, оказывающие вредное влияние на рабочий персонал, вплоть до летального исхода;
- снижение видимости на плавильном участке, что приводит к увеличению вероятности несчастных случаев и аварий на производстве;
- снижение прочности футеровки и как следствие повышение опасности ухода расплава, связанное с активным физико-химическим взаимодействием цинка с огнеупором;
- ухудшение экологической обстановки из-за высоких выбросов оксида цинка в атмосферу. [1]

В связи с перечисленными причинами у многих машиностроительных предприятий возникает проблема использования стальных отходов собственного производства в качестве шихтовых материалов для выплавки чугуна. Исходя из этого, возникает задача по устранению цинкового покрытия с стальной поверхности.

В мировой практике используются следующие способы переработки оцинкованных стальных отходов:

- переплав оцинкованных отходов в электродуговой печи;
- хлорирование оцинкованного лома;
- технология обесцинкивания (MRI);
- вакуумное испарение цинка со стальной подложки;
- электрохимическое отделение цинка;
- химическое отделение цинка.

Одним из перспективных методов снятия цинка с оцинкованных стальных отходов представляется химический метод очистки отходов в водном растворе соляной кислоты.

Леушин, И.О. Переработка оцинкованных стальных отходов для использования их при выплавке чугуна в индукционных плавильных агрегатах. / Субботин А.Ю, Гейко М.А // Литейщик России. -2015.- №6.-С.17-21.

УДК 621.039.531

РЯБОВ Д. А.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МАТЕРИАЛ КОРПУСА РЕАКТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Корпус реактора (КР) (рис.1) является одним из наиболее важных составляющих ядерной энергетической установки. Одной из главных задач КР является обеспечение прочностью всей конструкции реактора. Разрушение или повреждение корпуса категорически недопустимо.

Корпуса реакторов ВВЭР изготовлены из сталей перлитного класса 15Х2МФА и 15Х2НМФА.

Известно, что конструкционные материалы под действием облучения испытывают структурные превращения, оказывающие отрицательное влияние в первую очередь на механические свойства и коррозионную стойкость. В результате при температурах порядка 300 °С, соответствующих эксплуатационным температурам, металл упрочняется, но теряет вязкость и пластичность. Это явление известно, как низкотемпературное радиационное охрупчивание.

Для восстановления оптимальных механических характеристик материала корпуса реактора ВВЭР предусмотрен его отжиг.

Для защиты корпуса реактора от коррозии используется антикоррозионная наплавка из аустенитных хромоникелевых сварочных материалов.

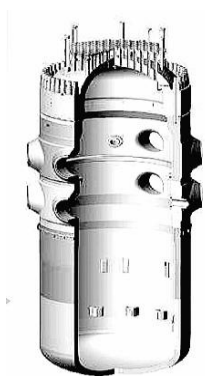


Рис. 1. Общий вид корпуса реактора

При проведении наплавки, а также при последующей термической обработке (ТО) в таких конструкциях в зоне сплавления возникают остаточные напряжения, которые могут привести к деформации или даже к образованию трещин. В условиях эксплуатации, особенно в условиях радиационного облучения, остаточные напряжения и пластические деформации металла способствуют ускоренному развитию хрупкого и усталостного разрушения, развитию системы микро- и макротрещин, уменьшению коррозионной стойкости. Поэтому крайне важно измерять и учитывать величину остаточных напряжений на стыке двух материалов для обеспечения безопасной эксплуатации энергетической установки.

УДК 53.086

САЗАНОВА Т.С., АХМЕТШИНА А.И.,
ОТВАГИНА К.В., АТЛАСКИН А.А., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

ТОПОГРФИЯ ПОВЕРХНОСТИ НЕПОРИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время интенсивно развиваются мембранные технологии разделения газовых смесей. Основными характеристиками мембран, определяющими область их применения, являются проницаемость и селективность газоразделения, а также устойчивость и механическая прочность в условиях эксплуатации.

Известно, что помимо физико-химических свойств материала, на основе которого изготавливают мембрану, на газоразделительные свойства оказывают влияние также особенности ее поверхности [1].

С целью выявления влияния шероховатости поверхности мембран на их газоразделительные и физико-механические свойства с помощью метода атомно-силовой микроскопии (АСМ) детально изучены образцы непористых полимерных мембран на основе полиамида. Полиамидные образцы были отлиты на две чашки Петри, поверхность одной из которых была обработана абразивом для увеличения шероховатости, и затем проведен анализ их поверхности на атомно-силовом микроскопе SPM-9700 (Shimadzu, Япония) в режиме модуляции силы.

Анализ АСМ-результатов показал, что шероховатость поверхности получаемой мембраны прямо пропорционально зависит от шероховатости поверхности подложки для ее отлива, причем, характер структурирования поверхности остается неизменным. Кроме того, сравнительный анализ АСМ-результатов с результатами физико-механических испытаний показал, что увеличение шероховатости незначительно снижает показатели разрушающего напряжения на разрыв и эластичности.

В свою очередь, сравнительный анализ АСМ-результатов и результатов оценки газотранспортных свойств по методу Дайнеса-Баррера показал, что проницаемость «шероховатого» образца почти в 7 раз превышает проницаемость «гладкого» образца, при этом селективность обоих образцов остается неизменной.

Таким образом, установлено, что проницаемость полимерных газоразделительных мембран зависят от шероховатости их поверхности, а селективность – только от свойств самого материала.

Библиографический список

- 1. Сазанова, Т.С.** Изучение гибридных полимерных мембран с помощью атомно-силовой микроскопии: топографический анализ поверхности и оценка распределения размеров пор / Т.С. Сазанова, И.В. Воротынцев, В.Б. Куликов [и др.] // Мембраны и мембранные технологии. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 166-175.
- 2. Sazanova, T.S.** An atomic force microscopy study of hybrid polymeric membranes: Surface topographical analysis and estimation of pore size distribution / T.S. Sazanova, I.V. Vorotyntsev, V.B. Kulikov [et al.] // Petroleum Chemistry. – 2016. – V. 56. № 5. – P. 427-435.

УДК 669

ТОРОПОВ В.С., УЛЬЯНОВ В.А.

РЕКОНСТРУКЦИЯ УЧАСТКА ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С каждым годом проблема экономии электроэнергии в металлургии становится все более актуальной. Дуговые печи являются энергозатратными установками электросталеплавильного производства. В настоящее время достигнуты значительные результаты в области усовершенствования конструкции печи, способствующие интенсификации плавки с целью энергосбережения. Производится реконструкция действующих дуговых печей переменного тока на дуговые печи постоянного тока (ДППТ), повсеместное использование устройства для водяного охлаждения отдельных деталей конструкций печи, использование полых электродов.

Сокращение потребления электроэнергии в дуговых печах можно достичь путем сокращения длительности расплавления шихты. В этом случае целесообразно использовать установки для предварительного подогрева шихты, использующие теплоту отходящих газов. Однако необходимо учесть ряд ограничивающих факторов и недостатков:

- установки не обеспечивают интенсивный подвод первичной тепловой энергии сжигаемого топлива к лому, вследствие потерь энергии в камерах дожигания;
- большие потери энергии отходящих газов между печью и корзиной для лома;
- наполнение газоходов пылью;
- нельзя обеспечить интенсивный нагрев лома без повреждения корзин или оплавления лома;
- недостаток времени предварительного нагрева на высокопроизводительных печах;
- сложно удовлетворить экологические требования, особенно в процессе транспортировки корзины с горячим ломом к печи.

Указанные проблемы решаются благодаря использованию топливно-кислородных горелок. Топливом для горелок служат нефть, керосин и природный газ, реже используется угольный порошок. Горелки включают после загрузки каждой порции лома на 5-7 мин. Общая длительность их работы не превышает 15-17 мин. Температура лома при нагреве стеновыми горелками достигает 800-900 °С. Далее горелки отключают вследствие уменьшения их эффективности, вызванного ухудшением условий теплопередачи, особенно при оседании лома и сокращении конвективного контакта факелов с шихтой, и снижения КПД горелок.

Количество энергии, вводимой с топливом, обычно не превышает 50-70 кВт·ч/т, что сокращает расход электроэнергии на 35-50 кВт·ч/т, а длительность плавления сокращается на 10-15%.

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На структуру и свойства литой заготовки оказывает влияние чистота металлического расплава от шлаковых и неметаллических включений, а также газов.

Одним из распространенных способов рафинирующей очистки металлических расплавов является их фильтрация через пенокерамические фильтры (ПКФ). ПКФ представляют собой пористые фильтроэлементы, обеспечивающие объемную обработку расплава. Они изготавливаются пропиткой каркаса из открытопористого пенополиуретана керамической огнеупорной суспензией (шликером) с последующей сушкой, выжиганием каркаса и нанесением укрепляющих слоев шликера до достижения требуемых прочностных характеристик фильтра и величины пористости.

В результате прохождения через ПКФ, а также дополнительного трения струя расплава встречает препятствие и изменяет направление. Таким образом, происходит фильтрация расплава и снижается скорость его течения. Размещение ПКФ в литейной форме дает более высокие значения механических свойств, хорошую обрабатываемость, улучшает внешний вид и качество отливок. При этом уменьшается количество шлаковых, неметаллических и газовых включений.

Для изготовления ПКФ используют огнеупорные материалы: Al_2O_3 , SiC, ZrO_2 . Они дефицитны и имеют высокую стоимость. При этом дешевый и распространенный материал – пылевидный кварц (SiO_2) в получении ПКФ почти не используют. Его максимальное содержание в шликере составляет 10%. Это вызвано, главным образом, полиморфными превращениями SiO_2 (α -кварц – β -кварц (573 °С); β -кварц – α -тридимит (870 °С); α -тридимит – α -кристобалит (1470 °С), изменяющими суммарно его объем на 18,2%.

Поиски недорогого материала для изготовления ПКФ с формулой SiO_2 , но вместе с тем, не склонного к полиморфным превращениям привели к выбору отходов литейного производства – боя керамических оболочек стального литья по выплавляемым моделям (ЛВМ). В процессе заливки стальным расплавом температура форм достигает 1550 – 1600 °С, то есть в SiO_2 успевают пройти все полиморфные превращения. При этом последующий нагрев данного материала практически не вызывает изменений объема, и, как следствие, напряжений и трещин в изделиях из него.

В условиях «Лаборатории формовочных материалов» кафедры «Металлургические технологии и оборудование» НГТУ из боя керамических оболочек стального ЛВМ был получен тонкодисперсный порошок, а на его основе – шликер для изготовления ПКФ. Шликер, содержащий в качестве связующего разбавленное до плотности 1250 кг/м³ жидкое стекло, имел плотность 1700 – 1750 кг/м³ и условную вязкость 20 – 25 с. Далее с использованием шликера были получены опытные ПКФ и проведена фильтрующая обработка жидкого расплава марки АК5М2. Сравнение микроструктур шлифов, изготовленных из приливов литых образцов на растяжение, полученных без обработки расплава АК5М2 и с опытным фильтром, показало эффективность его применения. В частности, отмечено: уменьшение размера зерна, количества газовых, шлаковых и неметаллических включений. Зафиксировано среднее повышение предела прочности при растяжении стандартного образца, отлитого из обработанного расплава марки АК5М2 на 17% по сравнению с необработанным. По результатам работы составлена заявка на выдачу патента РФ на изобретение.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА СТАЛИ 38ХНЗМФА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ФАКТОРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

Конструкционные стали широко применяются в машиностроении. Их используют для изготовления деталей и конструкций, работающих в условиях силовых и истирающих нагрузок. Повышение износостойкости таких изделий обеспечит увеличение поверхностной микротвердости. С такой целью применяется комплексная термическая обработка. Обработка состоит в объемной закалке на мартенсит, отпуске и поверхностной лазерной обработке. Лазерное облучение поверхности изделий позволяет получать более высокие значения микротвердости, чем при печной закалке, за счет сверхвысоких скоростей нагрева и охлаждения до температур, значительно превышающих критические [1, 2].

Получение максимальных значений на поверхности определяется выбором оптимальных режимов лазерной закалки. Выбор режима обработки зависит от ряда энергетических факторов, в частности, плотности мощности излучения W ($\text{Вт}/\text{см}^2$), скорости перемещения лазерного луча по поверхности V ($\text{мм}/\text{с}$). Предварительная объемная термическая обработка также влияет на значения микротвердости. Применение методов математического планирования экспериментов позволяет уменьшить количество проводимой экспериментальной работы и количественно оценить влияния каждого фактора на параметры оптимизации [3]. Проведен полный факторный эксперимент по плану 2^3 . Варьируемыми факторами приняты: плотность мощности лазерного излучения W ($\text{Вт}/\text{см}^2$), скорость перемещения лазерного луча по поверхности V ($\text{мм}/\text{с}$) и структурное состояние сердцевины. Структурное состояние стали 38ХНЗМФА изменяется с помощью различных режимов объемной термической обработки, в частности, изменением температуры отпуска после закалки (низкий, средний, высокий). Сталь 38ХНЗМФА является улучшаемой (подвергается закалке и высокому отпуску). Представляет научный интерес изучить влияние лазерной обработки на микроструктуру и механические свойства с различными исходными структурными состояниями этой стали, такими как мартенсит отпуска, троостит и сорбит. Параметрами оптимизации выбраны: величина микротвердости поверхности, геометрические характеристики зоны лазерного воздействия (ширина и глубина дорожки), а также рассмотрено распределение микротвердости по глубине упрочненной зоны. Качественными параметрами оптимизации приняты состояние поверхности после лазерной закалки (закалка с оплавлением или без), дисперсность структуры упрочненной зоны и склонность к трещинообразованию.

Эксперимент проводился на лазерной технологической установке «ЛАТУС -31» на базе активного квантового генератора «Карат» с длиной волны $\lambda=10,6$ мкм в многомодовом режиме, различные скорости перемещения лазерного луча по поверхности получены с помощью моторизованного стола с ЧПУ. Исследования микроструктуры и измерения размеров зоны лазерного влияния проводились с помощью цифрового микроскопа Keyence VHX-1000.

По результатам настоящей работы были получены уравнения регрессии первого порядка для выбранных параметров оптимизации. Выбран режим лазерной поверхностной обработки и предварительной объемной термообработки в зависимости от предъявляемых требований к поверхности и прочности сердцевины стали 38ХНЗМФА.

1. Григорьянц, А.Г. Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие для вузов/ Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664с.: ил.
2. Беляев, Е.С. Лазерная закалка режущих кромок ножей для обработки древесины/ С.В. Костромин // Актуальные вопросы современной техники и технологии: Сборник докладов XIII-й Международной научной конференции (Липецк, 25 окт. 2013 г.).-Липецк, 2013. - С.59-61.
3. Беляев, Е.С. Геометрические характеристики зоны термического влияния при лазерной обработке стали 38ХНЗМФА [Текст]/ Е.С. Беляев, Е.В. Тумина, Н.В. Макаров// Theoretical & Applied Science. 2016. № 11 (43). p. 118-126

УДК: 669.017:548

ФЕДОТОВ А.В., СКУДНОВ В.А.

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ РОЛИКОВ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ И ЦИКЛИЧЕСКОЙ НАГРУЗКАХ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

Оценка износостойкости поверхности роликов при транспортировке слэбов является важной задачей надежности металлургического производства. Для упрочнения поверхности в металлургии применяется более 50 видов обработок. Природа поверхностного упрочнения самая разнообразная: 1) пластического деформирования, 2) электролитического осаждения, 3) химического осаждения из растворов, 4) химико-термическая, 5) термическая, 6) физического воздействия источниками высокой энергии. Опыт показал, что наиболее эффективным методом является метод упрочнения наплавкой плавящимся электродом в среде защитных газов.

Материалом валков служит сталь 40Х с предварительной термической обработкой. Изучение опыта эксплуатации таких валков показывает, что валки выдерживают не более трех наплавов. Причиной ограничения является шейка ролика, где имеется концентратор напряжений. Разрушение происходит в шейке ролика и имеет усталостные бороздки, указывающие на направление распространения разрушения, а также усталостные трещины, что свидетельствует о достижении предела усталости.

Необходимо рассмотреть природу абразивного изнашивания металла. Согласно основному соотношению кинетической модели прочности С.Н. Журкова, для установившихся процессов при постоянной нагрузке $E' \tau_p = \text{const}$, где E' - скорость пластической деформации, τ_p - время до разрушения. Это произведение пропорционально предельной деформации $\varepsilon^{\text{пред}}(\Pi)$, при произвольном напряженном состоянии Π , например, при растяжении – это удлинение (δ) и сужение (ψ), можно записать $E' \tau_p = \text{const}_1$, $\varepsilon^{\text{пред}}(\Pi) = \text{const}_2 \delta = \text{const}_3 \psi$, где $E' = E'_0 \exp(U(\tau_{\text{сдв}})/KT)$ – скорость пластической деформации, зависящая от касательных напряжений ($\tau_{\text{сдв}}$), температуры T , E'_0 - постоянная, а $\tau_p = \tau_0 \exp(U(\sigma)/KT)$ - скорость процесса разрушения зависящая от нормальных напряжений σ , температуры T , τ_0 - постоянная.

Отсюда можно сделать следующие выводы: 1) износостойкость материалов тем выше, чем ниже температура деформации, 2) износостойкость тем выше, чем выше энергетический барьер механизма $U(\sigma)$, контролирующего процесс изнашивания, 3) износостойкость тем выше, чем меньше величина пластической деформации.

1. Скуднов, В.А. Бердник О.Б. Способы поверхностного упрочнения и закономерности абразивного изнашивания металлов и сплавов: учеб пособие/В.А. Скуднов- Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексева, 2008-111с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ В МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Применение процессов холодной листовой штамповки с использованием обычных инструментальных штампов в этих условиях становится экономически нецелесообразно. Выходом из этого положения может быть использованием новых методов обработки с использованием универсальных штампов (групповые методы), упрощенных штампов (листовых, пластинчатых и др.), новых технологических методов (штамповка резиной, энергией взрыва и др.), а также универсального штамповочного оборудования (вибрационные ножницы, гибочные машины и др.).

Целесообразность применения холодной листовой штамповки в условиях мелкосерийного производства и выбор оптимального способа штамповки применительно к конкретным условиям производства должен быть обоснован на основе технико-экономических расчетов, а также наличием соответствующего оборудования на данном конкретном производстве.

В настоящее время холодная листовой штамповка в мелкосерийном производстве осуществляется двумя способами [1]:

- 1) штамповкой по элементам;
- 2) комплексной штамповкой.

Сущность первого способа заключается в том, что контур детали (или полуфабриката) отверстия, изогнутые участки и прочие элементы воспроизводятся либо последовательно один за другим, либо группами, но с использованием для каждого из типоразмеров этих элементов универсального штампа или нормализованного сменного инструмента.

Второй способ представляет собой обычную штамповку, выполняемую на упрощенных штампах, т. е. штампах, изготовление которых требует меньших затрат времени, материалов, а значит и средств по сравнению с инструментальными штампами и штампами для поэлементной штамповки. [1]

Для условий мелкосерийного производства характерно внедрение групповых методов штамповки.

Метод групповой обработки основан на классификации деталей с выделением таких групп, для обработки которых требуется однотипное оборудование, штампы, устройства. Групповая обработка может быть применена на отдельных операциях и при изготовлении групп деталей, имеющих общую последовательность операций. [1]

Внедрение групповой обработки требует проведения подготовительной работы: классификации деталей (группировки), разработки технологического процесса для групп деталей, проектирования групповых штампов и наладок к ним, организации групповых методов.

Необходимым условием эффективного внедрения штамповки по элементам является нормализация и стандартизация элементов геометрических форм штампуемых деталей.

1. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. ред. Л.И.Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 488 с.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЧУГУНА

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Высокие скорости и нагрузки, сложные условия эксплуатации современных машин и инструментов привели к тому, что до 40% изготавливаемой детали должны подвергаться термической обработке. Термообработку отливок из чугуна проводится для снятия литейных напряжений и стабилизации размеров, снижения твердости и улучшения обрабатываемости, повышения механических свойств, а также износостойкости.

Низкотемпературный отжиг применяют для снятия внутренних напряжений. В зависимости от химического состава чугуна назначается температура отжига. Отливки из серого чугуна обычно отжигают при 500-700°C; из высокопрочного чугуна при 550-650°C; из низколегированного чугуна при 570-600°C, а из высоколегированного при 600-650°C. Продолжительность выдержки отливок зависит от размеров отливки и ее конфигурации. Она составляет 3-10 ч. Сложные отливки отжигаются более длительное время. После их охлаждают вместе с печью. Механические свойства практически не изменяются.

Графитизирующий отжиг применяется для снижения твердости и улучшения обрабатываемости резанием. В печах отливки нагревают до 680-750°C. При этом происходит частичная сфероидизация эвтектоидного цемента и графитизация. Снижается твердость, улучшается обрабатываемость, но несколько уменьшается прочность чугуна.

Высокотемпературный отжиг отливок производят для графитизации первичных карбидов в отбеленном или половинчатом чугуне. Отливки нагревают до 900-960°C, а затем медленно охлаждают до 300°C. В отливках образуется перлитная структура с оптимальной твердостью и прочностью.

При нормализации повышается механические свойства и износостойкость чугуна. Чугун нагревают выше температур интервала превращения 850 – 950°C и после выдержки, охлаждают на воздухе.

Закалку и отпуск применяют для отливок из серых, высокопрочных и ковких чугунов для повышения прочности, твердости и износостойкости. Отливки нагревают до 880-930°C и охлаждают в масле. Структура отливок – мартенсит. Затем производят отпуск нагревом до 400-600°C с последующим охлаждением.

Работающих на износ отпуск отливок производят при 250-300°C. Отливки из чугуна с шаровидным графитом, подвергаются изотермической закалке.

Химико-термическую обработку применяют обычно для получения высокой поверхностной твердости отливок из чугуна с шаровидным графитом (втулок цилиндров двигателей внутреннего сгорания, коленчатых валов). Наиболее часто применяют азотирование поверхностного слоя - процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя азотом при нагреве в аммиаке. Температура азотирования 550-560°C. Азотированию подвергают поверхности, обработанные резанием.

Таким образом, термическая обработка чугуна проводится с целью повышения поверхностной твердости и износостойкости.

Библиографический список

- 1. В.М. Зуев** Термическая обработка металлов. М. Высшая школа 1986 г.
- 2. Б.А. Кузьмин** Технология металлов и конструкционные материалы. М. «Машиностроение» 1981 г.
- 3. Б.В. Захаров.** В.Н. Берсенева Прогрессивные технологические процессы и оборудование при термической обработке металлов. М. «Высшая школа» 1988 г.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЧУГУНОВ И СТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день в практике модифицирования стали начали все чаще применять кремнистые и бескремнистые комплексные лигатуры на основе редкоземельных элементов с добавлением ниобия титана, и ванадия.

В ходе работы были проведены опытные плавки стали 08ГДФЛ на заводе ОАО "НМЗ" с целью выявления влияние таких модификаторов, как бескремнистой комплексной лигатуры АКЦе (ТУ 0865-01-94631068-2006) и кремнистой INSTEEL 3.2. В табл.1 представлены химический состав лигатуры АКЦе и INSTEEL 3.2.

Таблица 1
Химический состав лигатуры АКЦе и INSTEEL 3.2

Наименование лигатуры	Содержание элементов, % масс.							
	Al	Ca	Fe	Mg	Si	Ba	Ni	PЗМ
АКЦе	20	3,0	5,0				<i>ост</i>	20,0
	32	4,0	5,0				<i>ост</i>	32,6
INSTEEL 3.2	5 – 8	9 – 12	<i>ост</i>	<i>до 1,5</i>	40 – 50	3 – 6		7 – 9
	5,68	9,66	<i>ост</i>	1,3	45,1	4,2		7,09

Сталь 08ГДФЛ предназначена для получения отливок ответственного назначения, поэтому она должна обладать соответствующими механическими свойствами (табл. 2).

Опыт плавки стали 08ГДФЛ проводился в индукционной печи УИП с кислой футеровкой, емкость 160кг. В качестве сырья материалом решено было использовать шихту, состоящую из стальных отходов собственного производства. В процессе приготовления расплава, перед выпуском, в индукционную печь вводили модификаторы (АКЦе или INSTEEL 3.2) из расчета 0,1 % от массы металла. Выпуск расплава в ковш осуществляли при температуре 1570°C.

Таблица 2
Механические свойства стали 08ГДФЛ

Сталь	Размер, мм	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ψ , %	КСУ Дж/м ²	Термообработка
08ГДФЛ	100	441	343	18	30	49,1	Нормализация 930-970°C, отпуск 590-650°C

На основании проведенных испытаний образцов были получены результаты исследований механических свойств стали после модифицирования, которые приведены в (табл. 3)

Таблица 3
Механические свойства стали 08ГДФЛ после модифицирования

Модификатор	Прочность на разрыв, МПа		Относительное удлинение, %	
	По ГОСТ	После модифицирования	По ГОСТ	После модифицирования
АКЦе	441	535	18	27
INSTEEL 3.2	441	600	18	26

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

ГБПОУ «Нижегородский радиотехнический колледж»

Ежегодно из-за коррозии теряются огромные количества металла. По примерным данным от 5 до 30% получаемых черных металлов разрушается в результате коррозии. Однако во многих случаях косвенные убытки от коррозии могут значительно превышать прямые потери за счет растворения металла. Это и выход из строя металлических конструкций, сложных приборов и аппаратуры, простой оборудования, утечки нефти и газа из прокорродировавших трубопроводов, сопровождаемые при этом нанесением природе невосполнимого экологического ущерба. Поэтому изучение причин, вызывающих коррозию, установление влияния различных факторов на скорость коррозии имеют своей практической целью защиту металлов и сплавов от коррозионного разрушения при их обработке и эксплуатации[1].

Коррозия или как называют в простонародье ржавление, ржа представляет собой самопроизвольное разрушение металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Поэтому причиной коррозии может служить термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде.

Из общего курса материаловедения известно, что подвергаются коррозии не только металлические материалы, а, например, корродируют полимеры, только применяют другой аналогичный термин «старение» (старение резины).

Экспериментальная практика выявила зависимость скорости коррозии (химической реакции) от температуры, то есть повышение температуры может увеличить скорость коррозии на несколько порядков.

Ввиду того, что нет единой классификации случаев коррозии и коррозионные процессы отличаются широким распространением и разнообразием условий и сред, то принято выделять следующие виды: газовая коррозия, атмосферная коррозия, коррозия в неэлектролитах, коррозия в электролитах, подземная коррозия, биокоррозия, контактная коррозия, щелевая коррозия, коррозия при неполном погружении, коррозия при полном погружении, коррозия при переменном погружении, коррозия при трении, межкристаллитная коррозия, коррозия под напряжением [2, С. 32].

В научной практике для установления скорости коррозии металла в данной среде обычно ведут наблюдения за изменением во времени какой-либо характеристики, объективно отражающей изменение свойства металла. Обычно при исследовании коррозии используют следующие показатели: показатель изменения массы, объемный показатель коррозии, показатель сопротивления, механический показатель коррозии, глубинный показатель коррозии.

В зависимости от характера коррозии и условий ее протекания применяются различные методы защиты. Выбор того или иного способа определяется его эффективностью в данном конкретном случае, а также экономической целесообразностью. Любой метод защиты изменяет ход коррозионного процесса, либо уменьшая скорость, либо прекращая его полностью [3].

Библиографический список

1. ГОСТ Р 9.316-2006 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля»;
2. Чумаченко, Ю.Т. *Материаловедение: Учебник для СПО.* – Ростов н/Д.: Феникс, 2012 г;

3. Сергей Марутьян, Новая технология в борьбе с коррозией металла, <http://www.top-personal.ru/pressissue.html?21586>;

УДК 621.789

ШЕСТАКОВА М.А., КОСТРОМИН С.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ХРОМИСТОЙ КОРРОЗИОННО-СТОЙКОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОТПУСКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большинство деталей машин работают в условиях изнашивания, кавитации, циклических нагрузок, коррозии при криогенных или высоких температурах, при которых максимальные напряжения возникают в поверхностных слоях металла, где сосредоточены основные концентраторы напряжения. Поэтому упрочнение изделий является актуальной проблемой машиностроения. В ряде случаев необходимо обеспечить на детали наличие локальных участков с высокой износостойкостью. Наиболее перспективным методом локального упрочнения является лазерная закалка.

Целью данного исследования являлось изучение технологии и закономерностей лазерной закалки коррозионно-стойкой стали мартенситного класса 30X13, исследование структуры и свойств упрочненных слоев, изучение теплостойкости упрочненных слоев после дополнительной объемной термообработки.

После того, как образцы стали 30X13 прошли стандартную объемную термообработку по двум разным режимам, была проведена лазерная обработка на установке «Латус-31» в интервале плотностей мощности $q = 2,0-7,0$ кВт/см² по трем режимам, соответствовавшим области гарантированного лазерного упрочнения для исследуемой стали. Скорость обработки составила 6, 9 и 12 мм/с. Далее был проведен дополнительный отпуск по двум режимам: 200°C, 600°C.

Металлографический анализ показал, что зона лазерного воздействия при всех режимах обработки состоит из трех слоев. На поверхности стали расположена зона оплавления с дендритным строением. Ниже расположена зона закалки из твердой фазы со структурой мартенсита в верхней части и мартенсита с небольшим количеством карбидов, расположенной ниже. Ниже закалочной расположена переходная зона, представляющая собой структуру отпуска - феррито-карбидную смесь, сформировавшуюся в интервале температур от A_{c1} до 600°C. Измерение микротвердости свидетельствует об упрочнении материала. Глубина упрочнения растет с уменьшением скорости лазерной обработки от 0,1 мм до 0,5 мм. Микротвердость упрочненных зон при всех режимах лазерной закалки намного выше твердости основы и составляет от 5500 до 6800 МПа. Исследования упрочненного слоя после дополнительно отпуска показали: 200°C - структура не изменена, 600°C - измельчение структуры, повышение твердости. По данным исследования был установлен предпочтительный режим лазерного термоупрочнения. При лазерной обработке со скоростью 9 мм/с, достигается оптимальная глубина упрочненного слоя при отсутствии оплавления поверхности. Также при этом режиме наблюдается более равномерное распределение микротвердости по глубине упрочненного слоя по сравнению с другими режимами. Упрочненный слой сохраняет свойства после дополнительного отпуска.

Предложенная технология упрочнения детали поможет повысить эксплуатационную прочность и износостойкость детали, она может дополнить стандартную объемную термообработку.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МАГНИТО-РЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ДЕМПИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Практически во всех современных машинах используются демпферы: устройства, предназначенные для уменьшения или предотвращения колебаний, возникающих в машинах, приводных системах при их эксплуатации. В большинстве случаев рабочим телом демпфера служит гидравлическая жидкость. Каждый демпфер обладает своими амплитудно-частотными характеристиками, что значительно сужает область эксплуатации. Так же следует отметить, что такие ограничения, в конечном итоге, сказываются на безопасности, приводят к ухудшению комфортабельности, надежности и т.д.

Существует класс так называемых интеллектуальных материалов, которые можно использовать в качестве рабочего тела в демпирующих устройствах: это магнито-реологическая жидкость (МРЖ). Исследования МРЖ ведутся с середины прошлого века практически во всех развитых странах.

МРЖ это высокодисперсная суспензия ферромагнитных материалов (ферромагнитных частиц) в жидкости. Одной из основных характеристик любой жидкости является вязкость. Преимущество МРЖ перед жидкостью с постоянной вязкостью заключается в том, что вязкостью МРЖ можно управлять. Это позволяет значительно расширить область применения устройств, использующих МРЖ, в том числе и демпферов.

Следует отметить, что МРЖ обладает рядом недостатков, строгий выбор ферромагнитных частиц, медленное оседание, слипание в кластеры.

Для предотвращения слипания в МРЖ добавляют поверхностно активные вещества (ПАВ). ПАВ - это соединение химических элементов, которые, концентрируются в разделе термодинамических фаз, они снижают поверхностное натяжение [1]. ПАВ необходимы для предотвращения образования кластеров.

Кластер - это образование из металлических частиц, притягивающихся к друг другу. Это не допустимо, так как кластер тяжелее отдельной частицы, и быстрее выпадет в осадок. Наличие осадка выведет из строя демпфер, так как МРЖ перестанет работать.

Задача исследования - получение жидкости, сохраняющей свои свойства длительное время.

В результате проведенных исследований получили, что: МРЖ будет обладать наилучшими рабочими характеристиками, если в ее состав будет входить порошок карбонильного Железа ВК-1, а основной жидкой составляющей будет глицерин. При этом размеры частиц порошка в большей мере должны быть равны 10 нм. Такой размер предпочтителен, так как частицы еще не настолько малы и меньше будут собираться в кластеры, при этом они достаточно легкие и медленно оседают, так же сохраняют магнитные свойства и быстро реагируют на магнитное поле.

Глицерин наилучшим образом подходит для основной жидкости, так как благодаря высокой динамической вязкости, частички порошка наиболее долго находятся во взвешенном состоянии, при этом глицерин имеет малую вязкость и при отсутствии магнитного поля МРЖ на основе глицерина будет текучей.

1. Студопедия [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://studopedia.ru>.- Поверхностно – активные вещества (ПАВ). Определение, состав, классификация и область применения.- (Дата обращения: 08.06.2016).

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ФОРМОВОЧНОЙ И СТЕРЖНЕВОЙ СМЕСИ НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО ЛИТЬЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «МЕТМАШ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс изготовления формовочных и стержневых смесей является неотъемлемой частью изготовления песчано-глинистых литейных форм и стержней, которая непосредственно влияет на качество получаемого литья. Достижение необходимых параметров и наилучших технологических свойств смеси является актуальной проблемой литейного производства и подчинено качеству составляющих ее компонентов. Формовочные и стержневые смеси, используемые в производстве, должны удовлетворять комплексу определенных свойств. Все свойства смесей можно разделить на группы: гидравлические, механические, технологические и теплофизические.

На предприятии ООО «Метмаш» используется наиболее распространенный в настоящее время в производстве отливок ХТС-процесс с системой связующих компонентов «Альфа-сет», который основан на изготовлении форм и стержней из холодно-твердеющих смесей. Однако на крупных стальных отливках наблюдаются дефекты некоторых видов, таких как: горячие трещины, недоливы, механический пригар. В связи с этим была поставлена задача по выявлению причины образования данных дефектов. Многие дефекты отливок образуются из-за формовочных материалов. Это ужимины, просечки, химический и механический пригары, газовые раковины, пористость, засоры, трещины. Они, как правило, выявляются при механической обработке. Определяющим является механизм образования дефектов. С одной стороны, это химические, физические и технологические свойства формовочных материалов, с другой - их изменение при взаимодействии с металлом.

Типичные дефекты отливок возникают в результате влияния следующих факторов:

- напряжений в форме или стержне (просечки, ужимины);
- термических превращений в смеси (пригар, газовые раковины, пористость);
- упругих и пластических деформаций формы и стержня (отклонение размерах, горячие и холодные трещины);
- явления неустойчивости в форме и стержнях (поломки, растрескивание, вспучивание, отклонение в размерах).

Одним из важнейших в теоретическом отношении и для практики является вопрос о роли адгезии в паре «связующее-наполнитель» и когезии самого связующего. Чтобы иметь представление о связи физико-химических свойств связующего и поверхности песка, с одной стороны, и технологических свойств с другой, нужно знать характер разрушения в реальной зоне. Реальное разрушение, как правило, бывает смешанным. Для ХТС с синтетическими смолами преобладает адгезионный тип [1]. В соответствии с проведенным анализом свойств формовочных и стержневых смесей, дефектов крупных стальных отливок и методов их устранения, можно сделать вывод о недостаточном удовлетворении технологических свойств. В связи с этим были сформулированы следующие задачи исследования:

- анализ технологических процессов смесеприготовления, основанных на холодно-твердеющих смесях;
- анализ технологического процесса «Альфа-сет» в условиях предприятия ООО «Метмаш»;
- анализ составов холодно-твердеющих смесей используемых для изготовления литейных стержней и форм в условиях предприятия ООО «Метмаш».

1. Жуковский, С.С. Холодно-твердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм: справочник/ С.С. Жуковский: Машиностроение, 2010. - 256 с.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СЕТЧАТЫХ ФИЛЬТРОВ
ДЛЯ РАФИНИРУЮЩЕ-МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ
РАСПЛАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время получение качественных отливок из алюминиевых сплавов продолжает оставаться актуальной задачей литейного производства. Стабильность свойств сплава обеспечивается его химическим составом, а также чистотой от вредных примесей, шлаковых, неметаллических и газовых включений. Очистку алюминиевых расплавов от примесей и включений проводят рафинированием, включающим следующие возможные операции: флюсовую обработку фтористыми и хлористыми солями (NaCl , KCl , KF , NaF , Na_3AlF_6 , $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl}$, MgCl_2 , CaF_2 , MnCl_2 , MgF_2 , Na_2SiF_6 , K_2SiF_6 , BaCl_2 , K_3AlF_6 , AlF_3 , ZnCl_2 , TiCl_4 , K_2TiF_6 , KBF_4 и др.); продувку газами (Ar , Cl); применение дегазирующих таблеток; использование фильтров. Для повышения уровня механических свойств алюминиевых сплавов проводят их модифицирующую обработку в жидком состоянии, измельчающую при затвердевании и последующем охлаждении размер зерна. В качестве модификаторов применяют соли: NaCl , KCl , NaF , Na_3AlF_6 , K_2TiF_6 , K_2SiF_6 , KBF_4 , K_2ZrF_6 , SrCO_3 и др. Также известны примеры использования в универсальных рафинирующе-модифицирующих составах для обработки алюминиевых сплавов такого вещества, как BaCO_3 .

Эффективной рафинирующей обработкой алюминиевых расплавов является заливка литейных форм через фильтры: сетчатые, пенокерамические и зернистые. Наиболее простым с точки зрения реализации и перспективным по использованию пропитывающих составов огнеупорной основы (стеклосетки) является рафинирование через сетчатые фильтры.

Другой актуальной задачей литейного производства является расширение сырьевой базы за счет привлечения дешевых, доступных, эффективных материалов, в том числе и промышленных отходов. Одним из таких перспективных материалов являются отходы термического производства в виде шламов соляных ванн. Они представляют собой прочные куски спекшейся массы с выступающими белыми кристаллами. В составе шламов отмечается содержание BaCO_3 (~ 36%), солей NaCl , KCl , MgCl_2 (в сумме до 30%) и ~ 23% FeO . Таким образом, есть предпосылки использования шламов соляных ванн для получения сетчатых фильтров с активной в отношении алюминиевых расплавов рафинирующе-модифицирующей пропиткой. А контакт алюминия расплава с FeO может внести дополнительный вклад в разогрев фильтра, увеличив время его эффективной работы за счет экзотермической реакции.

В условиях «Лаборатории формовочных материалов» кафедры «Металлургические технологии и оборудование» НГТУ из шламов соляных ванн был получен тонкодисперсный порошок, а на его основе - шликер для пропитки стеклосетки марки КС-11ЛА. В итоге после сушки получили образец сетчатого фильтра. Он был использован для фильтрующей обработки жидкого сплава марки АК5М2. Сравнительный анализ микроструктур шлифов, приготовленных из приливов стандартных литых образцов на растяжение, полученных без обработки и с опытным фильтром, показал эффективность последнего. А именно: значительно уменьшился размер зерна, сократилось количество газовых, шлаковых и неметаллических включений. Отмечено среднее повышение предела прочности при растяжении на 23%. Таким образом, разработанный фильтр проводит не только на механическую очистку алюминиевого расплава, но и его рафинирующее - модифицирующую обработку. По результатам работы подготовлена заявка на выдачу патента РФ на изобретение.

УДК 621.039.586

АНДРЕЕВА А.В., ВЛАСИЧЕВ Г.Н.

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ АВАРИИ С ЗАКУПОРКОЙ ОТДЕЛЬНОЙ ТВС БЫСТРОГО РЕАКТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Энергоблок с реактором типа БН-800 предназначен в основном для выработки электроэнергии и производства тепла. Тепловая схема энергоблока трехконтурная: в первом и втором контурах теплоносителем является жидкий натрий, в третьем – вода и пар.

Анализ безопасности ядерного реактора выполняется с целью определения радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду при нормальной эксплуатации и авариях. Существующая концепция безопасности ядерного реактора включает рассмотрение проектных и запроектных аварий, в том числе сопровождающихся плавлением материалов в активной зоне.

Исследования аварий с помощью расчетных моделей обеспечивают базу для понимания явлений и служат для выработки технических и организационных мер по предотвращению аварий, управлению запроектными авариями, ограничению их последствий. В данной работе выполняется расчетный анализ расплавления твэла в активной зоне при прекращении расхода теплоносителя.

Предварительно, для выполнения расчетов в компьютерной программе задались основными параметрами – геометрическими и режимными параметрами твэла и ТВС, теплофизическими свойствами топлива (диоксид урана) и стальной оболочки твэла. Выполнили стационарный теплогидравлический расчет: рассчитали распределение энерговыделения по высоте активной зоны, начальные (до аварии) распределения температуры натрия и температуры оболочки твэла по высоте активной зоны в ячейке ТВС. На следующем этапе будут выполняться расчеты по программе TRAMS-TWEL процесса расплавления твэла из различных топливных композиций.

Библиографический список

- 1. Власичев, Г.Н.** Модели и методы анализа аварийных процессов с фазовыми переходами и перемещением материалов внутри корпуса быстрого реактора: Автореф. дис. ... докт. технич. наук: 05.13.01 / Г.Н. Власичев – Н.Новгород: НГТУ, 2015. – 38 с.
- 2. Власичев, Г.Н.** Анализ безопасности ЯЭУ. Ч.1. Расчетный анализ аварии с закупоркой отдельной ТВС быстрого реактора: Методические указания. – Н.Новгород: НГТУ, 2005.-20 с.

ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ШАРОВОЙ ЗАСЫПКИ АКТИВНОЙ ЗОНЫ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГАЗООХЛАЖДАЕМЫХ РЕАКТОРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы представляют собой перспективную ветвь развития атомной энергетики, поскольку высокопотенциальное тепло, вырабатываемое данным типом реакторов, позволяет достичь высокого термодинамического КПД энергетических установок, а также может использоваться во многих отраслях промышленности.

На данном этапе развития технологии ВТГР активные зоны делятся на два типа: призматические и шаровые. Призматические активные зоны схожи со стандартным расположением ТВС в водо-водяных реакторах и особого интереса не представляют. А вот активные зоны в виде шаровой засыпки имеют ряд весьма важных преимуществ и являются основой для анализа в данной статье.

ТВЭЛ в шаровой активной зоне имеет форму монолитного шара диаметром 60 мм., состоящего из графитовой оболочки толщиной 5мм и графитового сердечника с диспергированными в нем микротвэлами. В ходе работы реактора происходит циркуляция топлива через активную зону.

Однако шаровой активной зоне присуща одна особенность, не характерная для других типов реакторов (кроме жидкосолевых): поскольку, из-за необходимости обеспечения непрерывного топливного цикла, шаровая засыпка находится в постоянном движении и ТВЭЛы никаким образом в пространстве не зафиксированы, то и физико-нейтронные и теплогидравлические характеристики активной зоны связаны не только с параметрами топлива (выгоранием, обогащением, отравлением), но и с параметрами движения активной зоны (пористостью, осевой и радиальной скоростями), зависящими от геометрии активной зоны. Для обеспечения надежной работы ВТГР с насыпной активной зоной, стабильного и равномерного теплоотвода, высокого уровня выгорания топлива и стабильных нейтронно-физических характеристик необходимо, чтобы параметры циркуляции шаровых ТВЭЛов соответствовали необходимым условиям: отсутствие застойных зон (где ТВЭЛы имеют нулевую осевую и радиальную скорости), обеспечение равномерности движения (т.е. ТВЭЛы, расположенные ближе к стенкам имели скорость, примерно равную скорости центральных ТВЭЛов); обеспечение необходимого значения средней скорости циркуляции шаровых элементов в а.з.

Данных условий можно добиться, оптимизировав необходимые геометрические параметры полости активной зоны. К таким параметрам относятся: отношение высоты шаровой засыпки к диаметру полости H/D , диаметр выгрузного отверстия ($D_{\text{выгр}}$) количество выгрузных отверстий, угол наклона «выгрузного» конуса (α).

Экспериментальное решение этой задачи оптимизации связано с большими методическими и экономическими проблемами, возникающими при проведении экспериментальных исследований в широком диапазоне геометрических и режимных параметров активной зоны. В то же время, для определения полного спектра зависимости движения шаровой а.з. от геометрических параметров можно использовать расчетные коды (например, код ANSYS и встроенную в него программу LS-DYNA). Предполагаемое использование этих расчетных кодов позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов типа «проектирование - изготовление - испытания», что существенно сократит затраты на НИОКР для определения параметров движения шаровой зоны.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫМ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ

НГТУ им. Р.Е.Алексеева, ИЯЭ и ТФ¹,
НИУ ВШЭ, Факультет информатики, математики и компьютерных наук²

Исследования в области мониторинга и управления технологическими процессами не перестают быть актуальной технической задачей, несмотря на наличие широкого спектра готовых решений и освоенных НМИ-технологий (человеко-машинных интерфейсов). В рамках проведенной работы предпринята попытка создания инновационной программно-аппаратной платформы, предназначенной для удаленного мониторинга и управления процессом работы лабораторных стендов для исследования теплофизики ядерных реакторов.

Предлагаемая технологическая система может быть использована на промышленных предприятиях (фабриках, заводах), в исследовательских и испытательных лабораториях, на энергетических станциях (котельных, теплоэлектроцентралях) и прочих сложных технических комплексах, имеющих разветвленную систему управления и мониторинга технологических процессов. Такие комплексы характеризуются, как правило, несколькими (а иногда и несколькими десятками) постами контроля, сложной сетью исполнительных устройств (с автоматическим и ручным управлением), а зачастую и удаленностью органов управления отдельными параметрами процесса от постов наблюдения тех же самых параметров. Таким образом, на практике возникает острая необходимость оперативного контроля отдельных физических величин вдали от штатного поста наблюдения. Частично такая проблема решается средствами связи (рациями, телефонами на постах управления), что, однако, требует присутствия людей в необходимом месте и не всегда является достаточным.

Разрабатываемая система, основанная на применении переносных мобильных устройств, является эффективным инструментом удаленного контроля процесса. Основная идея платформы – реализация широкого функционала по отображению необходимых значений параметров процесса на дисплее переносного устройства (планшета/смартфона и т.п.) при нахождении наблюдателя вдали от штатного поста наблюдения (пультовой, диспетчерской). Система реализует идентификацию «свой-чужой», предоставляет возможность гибкой конфигурации и расширения номенклатуры подключаемых устройств, задания параметров мониторинга и имеет интерфейс для встраивания функций управления процессом и автоматизации отдельных задач. При разработке системы были учтены недостатки аналогичных продуктов, присутствующих на рынке НМИ-технологий. Система может работать по каналам Wi-Fi, 3G, LTE.

Научная новизна системы состоит в применении аппаратно-независимой архитектуры, которая позволяет использовать ее для мониторинга и управления технологическими параметрами исследовательских теплофизических экспериментов. В настоящее время создан головной образец системы, проходящий апробацию на экспериментальных стендах ИЯЭ и ТФ «Изучение тепломассообмена при кипении и конденсации» и «Исследование смешения потоков», где он используется для оптимизации процесса выхода установок на режимные параметры экспериментов.

Дальнейшее развитие системы, с учетом опыта, полученного при отладке на стендах, связывается с созданием рыночного НМИ-продукта с широким спектром применения в сферах высокотехнологичного производства, экспериментальных исследований, энергосистем и других технических комплексов, имеющих разветвленную структуру систем измерения.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭКСПРЕСС-ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВОЙ ЯЭУ НА ОСНОВЕ ИНС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Бакалавры кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» (ЯР и ЭУ) Института ядерной энергетики и технической физики (ИЯЭ и ТФ) в рамках выпускной квалификационной работы бакалавра (ВКР) по направлению подготовки «Ядерная физика и технологии» выполняют проектирование ядерной энергетической установки (ЯЭУ) для гражданских судов различного назначения. Проект судовой ЯЭУ является сквозным и состоит из расчета тепловой схемы, расчета силовой установки - ядерного реактора, расчета главного циркуляционного насоса первого контура (ГЦНПК), расчета парогенератора и расчета главного турбозубчатого агрегата – турбины. За 9 лет (с 2008 по 2016 гг.) выполнения ВКР студентами кафедры было выполнено 225 работ. Анализ полученных в этих работах результатов позволяет предположить возможность использования их для построения модели искусственной нейронной сети (ИНС), которая может быть основой для построения системы экспресс-проектирования ЯЭУ транспортного назначения в рамках ВКР по направлению подготовки «Ядерная физика и технологии», а также послужить основой для построения модели экспресс-проверки ВКР. Каждый раздел выполненных ранее работ и совокупность накопленных в них данных и результатов расчетов позволяют построить модель расчета основного технологического оборудования, охарактеризовав ее с точки зрения необходимого количества входных параметров (исходных данных необходимых для проектирования) и с точки зрения необходимого количества выходных параметров (результатов получаемых в процессе проектирования), а затем на основе накопленных данных сформировать связь между выбранными входными, выходными и промежуточными параметрами в виде искусственной нейронной сети (ИНС) для построения системы экспресс-проектирования судовой ЯЭУ и системы экспресс-проверки. Для выполнения поставленной задачи необходимо:

- собрать и систематизировать данные по расчету ВКР бакалавров;
- установить связь между входными, выходными и промежуточными параметрами;
- произвести качественный, всесторонний анализ имеющихся результатов;
- построить модель ИНС для системы экспресс-проектирования и экспресс-проверки;
- разработать алгоритм работы системы экспресс-проверки с использованием накопленных результатов данных, результатом расчета ИНС и конкретным результатом расчета;
- разработать алгоритм работы системы экспресс-проверки с использованием накопленных результатов данных.

После формирования модели расчета в форме ИНС необходимо проверить результаты ее работы, используя результаты ВКР бакалавров 2017 и при необходимости скорректировать работу ИНС.

Реализация указанной модели расчета в форме ИНС позволяет разработать методику экспресс-проектирования судовой ЯЭУ, а также систему экспресс-проверки результатов расчетов, выполненных студентом в рамках ВКР.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЛУННОЙ БАЗЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На начальном этапе освоения могут быть использованы энергетические источники на основе электрохимических генераторов (ЭХГ) и высокоемкостных аккумуляторов, на основе солнечных батарей (если база будет находиться в районах «пиков вечного света»). Для последующих этапов освоения, когда необходимая электрическая мощность превысит 150 кВт, практически безальтернативным вариантом является лунная атомная электростанция (ЛАЭС)[1].

В качестве альтернативных вариантов в настоящее время рассматриваются 3 варианта лунной ядерной энергетической установки (ЛЯЭУ): на основе термоэмиссионной ЯЭУ, на основе цикла Стирлинга, на основе цикла Брайтона.

Установки на газотурбинных циклах оказываются непригодными для использования, поскольку их выходная электрическая мощность составляет 25-50 кВт. Из этого следует, что установки на газотурбинных циклах могут использоваться только на начальном этапе освоения лунной поверхности и практически безальтернативным вариантом остается ядерная энергетическая установка на основе термоэмиссионной ЯЭУ.

Сравнение вариантов теплоносителей I контура

Проведем сравнительный анализ двух вариантов теплоносителей: жидкометаллический теплоноситель (Li-7), газовый теплоноситель (He).

Основой теплового расчета являются уравнения теплового баланса.

В стационарных условиях:

$$G_T C_p (t_T - t_X) = \alpha F_T (\overline{t_{ж}} - t_{ст}) = \epsilon C_0 \left(\frac{t_{ст} + 273}{100} \right)^4 (F_X + F_{хи}), \quad (1)$$

где G_T - расход теплоносителя через ТО; C_p - теплоемкость теплоносителя; t_T - температура теплоносителя на входе в ТО; t_X - температура теплоносителя на выходе из ТО; α - коэффициент теплоотдачи; F_T - площадь теплообменной поверхности; $\overline{t_{ж}}$ - средняя температура теплоносителя в ТО; $t_{ст}$ - средняя температура ТО; C_0 - постоянная Стефана Больцмана; ϵ - степень черноты; F_X - площадь поверхности зоны конденсации тепловых труб; $F_{хи}$ - площадь поверхности панелей холодильника-излучателя.

В результате получено, что при небольшой величине F_T площади излучающих поверхностей для гелия и лития имеют близкие значения. Поэтому в этом случае можно считать возможным применения гелия вместо лития-7 с соответствующей корректировкой величины $(F_X + F_{хи})$. Следует отметить, что чувствительность изменения площади теплоотводящей поверхности для гелиевого теплоносителя выше, чем для литиевого.

Таким образом, независимо от предполагаемого района размещения ЛБ при выборе источника энергии для нее предпочтение следует отдавать модульным ЯЭУ с термоэмиссионным преобразованием энергии; в перспективе без существенных потерь в количестве отводимого тепла от ХИ в качестве теплоносителя может быть использован гелий, что существенно улучшит эксплуатационные и экономические показатели ЛЯЭУ.

1. Бранец В.Н. Атомная электростанция обитаемой лунной базы /Грибков А.С., Джафаров Г.А., Евдокимов Р.А., и др.// Ракетно-космическая техника, Труды РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Сер. 12 Вып. 1-2. Королев, 2007.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ ПТУ АЭС НА БАЗЕ АППУ ТИПА ВБЭР-300 ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА ВЫХЛОПА ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ГТУ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПАРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Текущий этап развития ядерной энергетики Российской Федерации характеризуется тем, что большая часть проектируемых атомных электростанций малой мощности базируется на использовании двухконтурных установок с водо-водяными реакторами, тепло от которых направляется на получение водяного пара с дальнейшей реализацией паротурбинного цикла. Характерные представители этого класса установок – это АЭС на базе АППУ типа АБВ-6М, КЛТ-40, в плавучем и наземном исполнении, и ВБЭР-300. Они обладают рядом преимуществ перед другими электростанциями при размещении их в районах крайнего севера. Установки такого типа позволяют удовлетворить требования в тепле и электроэнергии как небольшого завода, так и крупного города. Спецификой установок такого типа, является их относительно невысокий термический КПД, это связано с сравнительно низкими параметрами пара на выходе из парогенератора, которые ограничены температурой теплоносителя на выходе из реактора. При этом в них сложно повысить начальные параметры пара, а также невозможно обеспечить промежуточный подогрев пара за счет использования ядерного перегрева без существенного усложнения установки.

В то же время, доля традиционных электростанций и установок на органическом топливе в области малой энергетики не уменьшается. В первую очередь это относится к газотурбинным электроустановкам (ГТЭС), где в качестве основного двигателя используются авиационные, судовые и энергетические газовые турбины широкого диапазона мощностей. Особенностью ГТУ такого рода является высокая температура продуктов сгорания на выходе из газовой турбины, достигающая величин 500-550 °С и более. Без каких-либо дополнительных мер, усложняющих и удорожающих установку, это высокопотенциальное тепло, в виде выхлопа газотурбинной установки, попросту сбрасывается в атмосферу (теряется), что приводит к снижению потенциальной мощности и эффективности работы установки. Кроме того, такой высокотемпературный газ наносит существенный вред окружающей среде.

С учетом этого, при выборе способа повышения эффективности АЭС малой мощности, следует рассматривать вариант использования в них комбинированного термодинамического цикла, при котором перегрев пара перед турбиной, промежуточный перегрев пара и подогрев питательной воды перед парогенератором осуществляется за счет тепла продуктов сгорания, выходящих из турбины ГТУ.

Создание таких комбинированных установок позволит повысить КПД АЭС малой мощности. В тоже время, это позволит уменьшить температуру продуктов сгорания на выхлопе ГТУ, что обеспечит более полное использование тепла и уменьшение вреда, наносимого высокотемпературными газами, окружающей среде.

Возможность реализации и перспективы развития данного варианта повышения эффективности АЭС малой мощности в значительной мере будут определяться экономической целесообразностью данного варианта для предполагаемого района размещения АЭС.

КОНЦЕПЦИЯ ВЫВОДА РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ядерные технологии начали развиваться относительно недавно: со второй половины XX века. С тех пор они прочно вошли в нашу жизнь и нашли применение во многих областях науки и производства. Однако со временем возникает проблема вывода из эксплуатации объектов ядерных технологий.

Цель данной работы – оценить, насколько безопасна для окружающей среды и человека используемая в настоящее время технология утилизации ядерных энергетических установок на примере вывода из эксплуатации атомных подводных лодок на Филиале «СРЗ «Нерпа» АО «ЦС «Звездочка».

Этап вывода из эксплуатации начинается с момента выгрузки и удаления отработавшего ядерного топлива из реактора. Непосредственно вывод из эксплуатации можно определить, как стратегию, предпринимаемую после завершения эксплуатации реакторной установки (РУ) с целью обеспечения ядерной и радиационной безопасности населения и окружающей среды. Выполнение операций по утилизации представляет собой потенциальную опасность вследствие ряда факторов. Это, прежде всего, возможность радиоактивного загрязнения продуктами деления и активированными продуктами коррозии части оборудования, цехов и помещений, а также наличие наведенной активности конструкционных и защитных материалов.

Существует несколько вариантов обращения с радиоактивными отходами: «Захоронение», «Хранение под наблюдением» и «Ликвидация». Из них наиболее целесообразными в настоящее время являются варианты «Хранение под наблюдением» и «Захоронение».

На этапе вывода из эксплуатации суда и корабля поступают на судоремонтные или судостроительные предприятия, где осуществляется вырезка реакторного отсека (РО). Из корпуса лодки реакторная установка вырезается в виде единого блока. Он герметизируется и направляется на длительное хранение с целью достижения приемлемых уровней радиоактивности за счет ее естественного снижения. При этом прочный и легкий корпуса лодки играют роль защитных барьеров.

Удаление с корабля или судна реакторного отсека и дальнейшее отдельное обращение с утилизируемым кораблем без источников радиационной опасности явилось хорошим примером вывода из эксплуатации реакторных установок транспортного назначения, хотя до сих пор продолжается дискуссия по методам утилизации надводных кораблей и судов, поскольку их утилизация сложнее. Сами реакторные отсеки направляются в пункт длительного хранения.

После выгрузки активных зон и ионообменных смол фильтров активности, осушения контуров реакторных установок и дренажных цистерн основными источниками ионизирующих излучений в РО являются конструкционные материалы оборудования РУ и коррозионные отложения на них, а также радионуклиды осколочного происхождения, поэтому на наружную поверхность РО после удаления резинового покрытия наносится антикоррозионное покрытие.

Твердые радиоактивные отходы (ТРО) на «СРЗ «Нерпа» находятся в контейнеризованном виде или в виде крупногабаритного оборудования. За ними проводится постоянное наблюдение и контроль величины активности. Жидкие радиоактивные отходы производства поступают по спецканализации в баковое хозяйство, а после направляются на переработку в г. Мурманск на базу ФГУП «Атомфлот».

Таким образом, деятельность СРЗ «Нерпа» не оказывает ощутимого влияния на население, персонал и окружающую среду в процессе утилизации РУ выведенных из эксплуатации подводных лодок.

УДК 621.039

ГАЛСТЯН К.Г., ДУНЦЕВ А.В., АНДРЕЕВ В.В.

ЦЕМЕНТНО-ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ КАК СПОСОБ ИЗОЛИРОВАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время при консервации РАО для изоляции отходов от окружающей среды используются различные способы. Например, остекловывание отходов или помещение их в цементно-битумную композицию.

Необходимо оценить, эффективен ли битум и цемент при консервации реакторного отсека, найти альтернативу и рассмотреть ее свойства.

Недостатком указанных материалов является невысокая механическая прочность и активное выщелачивание радионуклидов из компаундов. При цементировании, битумировании РАО происходит только механическое связывание радионуклидов в компаунде, и при различных внешних воздействиях (облучение, изменение температуры и др.) на границе "упаковка РАО – геологическая среда" могут начаться химические реакции, разрушающие защитный барьер, вследствие чего возможна утечка радиоактивности.

В качестве альтернативного способа можно рассмотреть полимерную композицию на основе смол холодного отверждения, применяемую в ядерной технике для консервации среднеактивных радиоактивных отходов (РАО), находящихся в сухом или влажном состоянии.

Смоляная часть дополнительно содержит алифатическую эпоксидную смолу и малолетучий эфир фталевой кислоты и алифатического спирта с массовым соотношением от 90:5:5 до 30:25:45, а в качестве аминного отвердителя - продукт взаимодействия ароматического ди- или полиамина (К), салициловой кислоты (Л), бензилового спирта (М) и фурфурола (Н) при соотношении К:Л:М:Н от 88:2:8:2 до 44:10:30:16.

В качестве характеристик РАО в работе рассматривались характеристики образцов реакторного графита марки ГР-280, изготовленных из блока графитовой колонны 3-го энергоблока Ленинградской АЭС после 18 лет эксплуатации.

Опыт по заливке образцов-аналогов РАО цементно-полимерной композицией выявил, что недостатком является то, что она не позволяет при комнатной температуре монолитно залить содержащиеся в емкости раздробленные фрагменты графитовых реакторных колец. Кроме того, при таком методе консервации для обеспечения монолитной заливки РАО композицией необходимо, чтобы температура емкости с отходами была не ниже температуры композиции.

Техническим достоинством такого способа изоляции является повышенная радиационная стойкость, при отсутствии выщелачивания альфа-, бета- и гамма-активных радионуклидов из законсервированных образцов реакторного графита, при отсутствии раковин и полостей в законсервированных РАО с достаточным временем жизни и возможностью расконсервирования. Также можно отметить его сравнительно низкую стоимость.

Введение цемента в полимерную композицию способствует значительному увеличению предела прочности, предела текучести и модуля упругости. Это увеличение зависит, в том числе, и от количества введенного маршалита и (или) бентонита. Для снижения вязкости и исключения перемешивания компаунда было предложено

дополнительно ввести в состав активный разбавитель – фурфурол.

ЦПК (цементно-полимерная композиция) может быть рекомендована:

- для консервации реакторных графитовых колец в сухой и влажной среде;
- в качестве защитного покрытия металлических поверхностей и для герметизации объектов, находящихся в воде, в том числе подвергающихся воздействию гамма-облучения;
- для консервации реакторных отсеков атомных подводных лодок (в том числе затопленных);

Цемент и битум в отдельности плохо пригодны для консервации ядерных отходов, но в составе композиции придают материалу заливки свойства, снижающие уровень выброса радионуклидов и улучшают свойства композиции, обеспечивая долгосрочное и безопасное хранение радиоактивных отходов

УДК 621.039

ГОЛЯШКОВА И.Н., АНДРЕЕВ В.В.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОЙ ОБЛАСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Расчет гидравлических потерь в контурах АЭС связан с необходимостью оптимизации их гидравлических характеристик и направлен на уменьшение потерь и увеличение КПД установки в целом. Основные потери напора в контуре складываются из потерь на местные сопротивления. Это обусловлено тем, что течение теплоносителя осуществляется с достаточно большими числами Рейнольдса, при которых величины местных сопротивлений достигают максимальных значений.

Для определения гидравлических характеристик сложного контура, в предположении о переменных режимах работы оборудования, точечных оценок величины гидравлического сопротивления может быть недостаточно. Необходимо проводить экспериментальное определение искомых величин в ходе, так называемых, проливов исследуемого контура циркуляции. Очень часто подобные работы финансово-и энергозатратны. Чтобы уменьшить эти затраты, можно воспользоваться методом прогнозирования переходной области гидравлических кривых.

Предлагаемый метод прогнозирования основан на эмпирическом преобразовании результатов экспериментальных исследований и теоретических данных, полученных при рассмотрении течения различных теплоносителей в циркуляционных системах различного рода.

Метод прогноза гидравлических характеристик основан на универсальной математической модели, описывающей течение теплоносителя в переходной, от ламинарного к турбулентному режиму течения, области кривой гидравлического сопротивления.

Для построения указанной модели необходимо решить следующие задачи:

1. Собрать экспериментальную информацию по гидравлическим характеристикам;
2. Разработать процедуру обработки информации с целью ее обобщения;
3. Получить обобщенную зависимость;
4. Разработать метод прогноза гидравлических характеристик по полученной обобщенной зависимости;
5. Сравнить результат с существующими методами прогноза.

Кривые гидравлического сопротивления для различных циркуляционных трактов были построены на экспериментальном стенде ЭМЖ-09-14ЛР-01.

Процедура получения данных для обобщения основана на приведении (нормировании) экспериментальных кривых гидравлического сопротивления для обеспечения возможности их сопоставления в рамках обобщенной зависимости. Эта обобщенная зависимость представляет собой результат совместного рассмотрения всех полученных экспериментально кривых гидравлического сопротивления в условном пространстве приведенных параметров, в котором рассмотренные кривые будут изображаться в виде отдельных точек, формируя обобщенную зависимость.

После того, как получена обобщенная зависимость приведенных параметров гидравлического сопротивления, возможно использование ее для прогнозирования переходной области гидравлической кривой нового циркуляционного тракта.

Использование предлагаемой зависимости позволяет сократить объем экспериментальных работ по выполнению проливки этого циркуляционного тракта, ограничившись несколькими испытаниями на участке, соответствующем ламинарному режиму течения теплоносителя, и одному контрольному исследованию при числах Рейнольдса, соответствующих турбулентному режиму течения.

УДК 621.039.58

ДЕРЕВЯНКИН Г.А.¹, БЕРБЕРОВА М.А.¹, САЧЕНКО Л.А.²

ОЦЕНКИ РИСКОВ ГРАЖДАНСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПЕРЕД ТРЕТЬИМИ ЛИЦАМИ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности¹,
ООО «РИСК-ПРОФИЛЬ»²

Определение объективных параметров рисков гражданской ответственности основывается на соответствующих оценках риска ядерно и радиационно опасных объектов эксплуатирующих организаций Госкорпорации «Росатом», учитывающих их специфику и текущее состояние.

Оценка рисков гражданской ответственности перед третьими лицами за причинение ядерного ущерба в отношении рассматриваемых объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) производится в соответствии с [1, 2].

В процессе выполнения данного комплекса работ была разработана и апробирована собственная методология оценок рисков. Данная методология основана на Методике оценки показателей риска для управления безопасностью критически важных (опасных) объектов Госкорпорации «Росатом» [3] (далее – Методика).

При проведении количественных оценок максимально возможных ущербов (МВУ) по Методике оценивались следующие основные составляющие МВУ:

1. Ущерб жизни и здоровью персонала и третьим лицам (физическим);
2. Стоимость утраченного имущества, ограниченная стоимостью той его части, которая находится в момент радиационного выброса на открытом пространстве;
3. Поправки на возмещение имущественного ущерба третьим лицам в зависимости от условий выброса;
4. Расходы на мероприятия по вмешательству – укрытие, йодную профилактику, отселение согласно НРБ-99/2009 [4].

В процессе проведения апробации Методики в организациях Госкорпорации «Росатом» и АО «Концерн «Росэнергоатом» выполнялись следующие основные процедуры управления безопасностью (риском) ОИАЭ Госкорпорации «Росатом»:

1. Оценка готовности сил и средств к предупреждению, аварийному реагированию и ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС) на ОИАЭ;

2. Разработка Паспортов безопасности критически важных (опасных) объектов Госкорпорации «Росатом»;
3. Другие процедуры по управлению рисками ОИАЭ, в том числе, оценки рисков при страховании гражданской ответственности перед третьими лицами эксплуатирующих организаций ОИАЭ, не подпадающих под действие [1], в соответствии с [2];
4. Разработка мероприятий по снижению риска и смягчению последствий ЧС.

Результаты проведенных оценок риска позволили андеррайтерам на основании уточненных значений МВУ скорректировать условия договоров страхования и, на основании данных корректив, установить справедливые размеры страховых премий по договорам страхования.

Библиографический список

1. Венская конвенция 1997 года о гражданской ответственности за ядерный ущерб и Конвенция 1997 года о дополнительном возмещении за ядерный ущерб: [Пояснительный текст]. - ИАЕА, 2004. - 125 р.
2. Об использовании атомной энергии: [Федеральный закон № 170-ФЗ от 21.11.95 (ред. от 30.03.2016): принят Государственной Думой Российской Федерации 20 октября 1995 года]. - М., 1995. - 32 с.
3. Методика оценки показателей риска для управления безопасностью критически важных (опасных) объектов Госкорпорации «Росатом». - М.: РОСАТОМ (ГК), 2016. - 253 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): [санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09: утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 47 от 07.07.2009]. - М., 2009. - 75 с.

УДК 621

ЕВТЮГИН А.В., НИКАНОРОВ О.Л., РОГОЖКИН С.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ LOGOS И CONV-3D В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА С НАТРИЕВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

АО «ОКБМ Африкантов»

Разработка инновационного реактора с жидкометаллическим теплоносителем, а также постоянно растущие требования к точности расчетов, определяют необходимость создания кодов нового поколения.

Коды нового поколения разрабатываются за счет средств Федеральной целевой программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010 - 2015 годов и на перспективу до 2020 года» в рамках проектного направления «Прорыв».

В рамках обозначенного проектного направления были разработаны RANS CFD код LOGOS (РФЯЦ-ВНИИЭФ, г. Саров) и DNS CFD код CONV-3D (ИБРАЭ-РАН, г. Москва).

Фундаментальным отличием данных кодов является различный подход к численному моделированию теплогидравлических процессов. Если в RANS подходе используется метод осреднения Рейнольдса для турбулентных режимов течения, то DNS подход, дословно переводящийся как «прямое численное моделирование», подразумевает расчет процесса теплообмена без использования упрощающих формул, приводящих к увеличению погрешности расчета, однако при этом DNS расчет требует существенного увеличения вычислительных мощностей.

С целью доработки программных пакетов кодов LOGOS и CONV-3D в ОКБМ была проведена их опытная эксплуатация.

Опытная эксплуатация новых кодов включала изучение функционального наполнения, решение тестовых задач и анализ результатов проведенных расчетов.

В качестве тестовых задач были выбраны следующие задачи по моделированию течения натриевого теплоносителя:

- течение натрия в круглой трубе с охлаждением;
- перемешивание разнотемпературных потоков натриевого теплоносителя на стенде TEFLU.

Выбор данных задач обусловлен возможностью сравнения с аналитическим решением (течение в трубе) и бенчмарк экспериментом (стенд TEFLU).

В ходе опытной эксплуатации кодов LOGOS и CONV-3D, были получены результаты расчетов, сопоставимые с экспериментальными данными и бенчмарк расчетами.

По окончании опытной эксплуатации и анализе полученных результатов, для каждого кода был дан перечень рекомендаций по улучшению.

Таким образом, по мере улучшения технологий создания кодов вычислительной гидродинамики и увеличения доступных вычислительных мощностей, создаются конкурентоспособные продукты, призванные заместить импортные аналоги.

УДК 539.186.3

ЕРМОЛАЕВ А.А., ХАРЧЕВА Ю.В., ОРЕХОВА Е.Е.

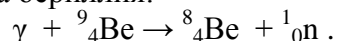
ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ФОТОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основной идеей данной статьи является упрощенное описание некоторых аспектов расчета кинематики ядерных реакций, протекающих в реакторе жидкометаллического типа на основе бериллиевого теплоносителя. На основе этой работы могут быть получены базовые данные для исследования проникающей способности различных видов излучений, нахождение продуктов реакций распада, определение свойств среды, в которой происходила реакция.

Характер взаимодействия налетающей частицы с ядром мишени зависит от индивидуальных свойств, взаимодействующих частиц (массовое число, энергия связи нуклонов в ядре) и энергии налетающих частиц. Налетающая частица может упруго взаимодействовать с мишенью. Проводя соответствующую аналогию, можно описать процесс реакции через законы механики и электродинамики. Описание данной задачи удобно провести с помощью двух законов сохранения, известных из курса классической механики: закон сохранения импульса, закон сохранения энергии.

Законы сохранения энергии и импульса для фотоядерной реакции на примере взаимодействия γ -квантов с ядрами изотопа бериллия:



Если ядро-мишень покоится, то закон сохранения энергии будет иметь вид:

$$E + E_0 = E_1 + E_2,$$

где $E = h\nu$ – энергия γ -кванта, E_2 , E_1 , E_0 – соответственно полные энергии нейтрона и изотопов бериллия.

В ядерных реакциях между энергией и импульсом частиц справедливо релятивистское соотношение для полной энергии частицы:

$$E = \sqrt{E_{0x} + c_x p_x},$$

где x - индекс частицы в уравнении ядерной реакции.

С учетом данного соотношения можно записать закон сохранения энергии в фото-

ядерных реакциях. Согласно закону сохранения импульса, если предположить, что ядро покоится, то импульс γ -кванта будет равен сумме импульсов продуктов реакции. В проекциях закона сохранения импульса, для данной реакции выражая импульс, подставляем его в выражение полной энергии для каждого осколка. Изменяя начальные данные для реакции и решая систему из двух законов сохранения, можно получить информацию обо всех продуктах реакции.

Данный метод исследования реакций характерен для фотоядерных реакций, в связи с кинематикой типичной для данного типа процессов (отсутствие массы покоя для налетающей частицы, покоящееся ядро-мишень, нуклонные продукты).

Значения энергий, полученные в ходе исследования, позволяют заключить о хороших теплопоглощающих свойствах бериллиевого замедлителя. Что позволяет его рассматривать в качестве потенциального ресурса в реакторах жидкометаллического типа. В результате этой исследовательской работы мы получили данные по некоторым реакциям фотоэмульсионного характера, которые могут быть использованы для исследования применения данного типа реакций в материаловедении, энергетической промышленности и исследованиях кинематики ядерных реакций остальных типов.

УДК 621

ИВАНИЧКИНА В.А., БОКОВА Т.А., БОКОВ П.А., ПРИКАЗЧИКОВ Г.С.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДЕБРИСА НА ЭЛЕМЕНТЫ РУ С ТЖМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно анализу условий эксплуатации тепловыделяющих элементов реакторных установок со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителем, в присутствии вибраций потока, содержащего дебрисы (посторонние частицы, включения), возможна авария с разрушением оболочек твэлов. В реакторах с водой под давлением наблюдается аналогичный процесс. В НГТУ была отработана методика исследования воздействия дебриса на элементы контуров в потоке высокотемпературного тяжелого жидкометаллического теплоносителя (ТЖМТ). Рассматривались потоки, ограниченные с одной стороны стенкой трубопровода, поверхностями лопастей насосов, поверхностями в соплах, а также потоки в щелевых зазорах контактных пар,двигающихся друг относительно друга. Выявлено, что при скоростях потока до 22 м/с для поверхностей, ограничивающих поток с одной стороны, фиксируется отсутствие следов износа вследствие наличия дебриса. При этом регулярно фиксируются следы износа контактных движущихся поверхностей. Наиболее опасным является возможный износ под вибрационным действием потока контактных поверхностей оболочек твэлов и трубок трубной системы парогенераторов. Таким образом, целесообразна установка дебрисных фильтров на входе в ТВС активной зоны в реакторах с ТЖМТ (аналогично реакторам с водой под давлением) или, для активной зоны, перегружаемой в сборе, установка единого дебрисного фильтра на входе в активную зону.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ В КОСМОСЕ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Рост программ исследования космического пространства, возможности и качество ее реализации зависят от энергоснабжения аппаратуры космического аппарата и систем жизнеобеспечения на обитаемых космических кораблях. Использование ядерных реакторов в системах энергоснабжения практически убирает все ограничения в удовлетворении энергопотребностей при выполнении любых космических программ.

Основное требование к реакторам ядерных энергетических установок космического назначения - минимально возможные габариты и масса. Габариты реактора влияют на размеры и массу биологической защиты (обитаемый космический аппарат с ЯЭУ) или радиационной защиты приборов и аппаратуры (космический аппарат с ЯЭУ без экипажа). Это обстоятельство влияет на габариты и массу ядерно-энергетической установки в целом [1].

Ядерное излучение, испускаемое реакторной системой, включает в себя альфа-, бета-, гамма- излучение, протоны и нейтроны. При рассмотрении вопросов защиты от ионизирующего излучения, учитываются лишь нейтроны и гамма- излучение. Это обусловлено тем, что альфа-, бета-излучение и протоны имеют пренебрежительно малую пропускную способность.

На космический аппарат так же воздействует излучение космоса. По происхождению космическое излучение подразделяется на два типа:

- галактические космические лучи. Эти частицы приходят в межпланетное пространство из межзвездной среды. Наиболее вероятными источниками космических лучей считаются вспышки сверхновых звезд;

- излучение Солнца. Солнечные космические лучи возникают при хромосферных вспышках на Солнце, представляющих собой гигантские взрывы на его поверхности. Эквивалентная доза облучения солнечными космическими лучами составляет Зиверт за вспышку [2].

Естественно, космическое излучение действует на спутники, персонал и аппаратуру. Пренебрегать этой радиацией нельзя, а тем более при длительных полетах и с экипажем.

При проектировании космических аппаратов нужно продумать мощную антирадиационную защиту. Лучший способ ослабить ионизирующее излучение - поглотить энергию при прохождении через толщу какого-либо вещества.

Из изложенного следует, что для полетов в дальний космос использование ЯЭУ практически не имеет альтернативы. Поскольку на космический аппарат воздействуют ионизирующие излучения ядерного реактора и открытого космоса, в настоящее время, актуальной задачей является изучение и расчет оптимальной с точки зрения эффективности защиты, ее свойств, весовых и габаритных характеристик.

Библиографический список

1. Кузнецов, В.А. Ядерные реакторы космических энергетических установок/ - В.А.Кузнецов. - Москва: Атомиздат, 1977. -240с.
2. Ковалев, Е.Е. Защита экипажей от ионизирующей радиации
URL: <http://www.zeya.org/community/index.php?topic=2648.0>

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ВОКРУГ АЭС ЗА СЧЕТ РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА (НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ АЭС)

Автономная некоммерческая организация Международный центр по ядерной безопасности¹,
Московский физико-технический институт (Государственный университет)²

АЭС является потенциально опасным объектом, поэтому одним из наиболее важных направлений развития АЭС является оценка безопасности и оценка риска, в особенности анализ экологического риска и ущерба, нанесенного вследствие запроектных аварий. В целях управления и эксплуатации АЭС данный анализ необходимо проводить.

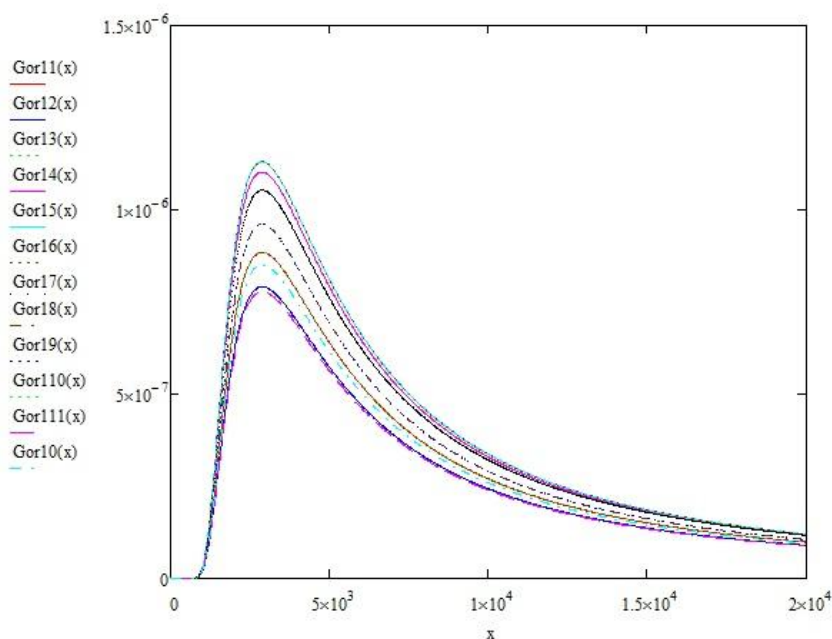


Рис.1. Зависимость фактора разбавления при различных временах года от расстояния до точки выброса

Для решения данной задачи наилучшим выходом является гауссовская модель атмосферной диффузии – наиболее популярная и чаще всего используемая модель, рекомендованная для применения Всемирной метеорологической организацией (ВМО), Международным агентством по атомной энергетике (МАГАТЭ), Научным комитетом по действию атомной радиации (НКДАР), Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и т.д. Для оценки существенности влияния рисков на проект может быть проведена на основе метода анализа чувствительности, который является наиболее распространенным и простым в применении. Смысл данного метода заключается в оценке влияния изменения исходных параметров на его конечные характеристики.

При анализе экологического ущерба следует ориентироваться на нормативно-правовые и процедурные документы, необходимые для решения данной задачи. Данные документы формируются государством, поскольку оно является представителем общенациональных экономических интересов.

КОНЦЕПТ БУДУЩЕГО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является рассмотрение целесообразности использования реакторов типа БН в энергетике и необходимость замыкания ЯТЦ.

Работы по быстрым реакторам начаты в 1950-х годах в СССР под руководством А.И. Лейпунского и в США под руководством Э.Ферми.

В 2004 г. лауреатами Международной энергетической премии "Глобальная энергия" за разработку физико-технических основ и создание энергетических реакторов на быстрых нейтронах стали Ф.М. Митенков (научный руководитель АО «ОКБМ Африкантов») и Л.Кох (США).

Реакторы на быстрых нейтронах долгое время используются как наработчики оружейного плутония. Однако в промышленных целях реактор на быстрых нейтронах нашел свое применение только в России. Другие государства, в том числе США, до сих пор не используют данный тип реакторов в энергетике под влиянием таких факторов, как: очень высокая стоимость проектирования и строительства (по сравнению с широко используемыми тепловыми реакторами), угроза возможного нарушения режима нераспространения и инженерная сложность создания.

Следует отметить, что за высокие показатели атомной энергетики ответственны тепловые реакторы – реакторы на медленных нейтронах. Они используют в качестве топлива U^{235} , содержание которого всего 0,71% в ископаемом уране.

С учетом растущего энергопотребления и сохранения тенденций использования ресурсов, характеристики максимальной продолжительности использования мировых запасов следующие: уголь ≈ 200 лет, нефть ≈ 50 лет, природный газ ≈ 50 лет, уран ≈ 50 лет. Продолжение использования только лишь тепловых реакторов с открытым циклом в промышленных целях приведет к отсутствию будущего у ядерной энергетики – запасы урана закончатся быстрее запасов угля.

Но картина решительно меняется при рассмотрении широкомасштабного внедрения ядерных реакторов на быстрых нейтронах и замыкании топливного цикла. Эта версия развития открывает к использованию все природные ресурсы урана (235 и 238), а также тория и наработанного оружейного плутония, и тогда разведанных запасов хватит на (по разным оценкам) приблизительно 2500 лет, с учетом неукоснительного роста энергопотребления и дефицита ресурсов. Реакторы на быстрых нейтронах вовлекают в генерацию и идущий сегодня на склады/свалки уран-238, содержание которого в добытой руде составляет оставшиеся 99,3%; а плутоний, нарабатываемый в БН, отлично подходит в качестве топлива для оперируемых сегодня тепловых реакторов, то есть в быстрых реакторах образуется больше топлива, чем потребляется.

Разумеется, быстрые реакторы и замыкание топливного цикла на их основе – не единственная концепция сохранения ресурсов. Но, по сравнению с остальными, например, термоядерными реакторами, быстрые реакторы являются намного более экономически целесообразными.

Таким образом, использование реакторов на быстрых нейтронах – оптимальное и, в то же время, необходимое условие недопущения энергетического кризиса.

КАЛИНЧЕВ М.В., ПЛЕХАНОВА А.А.,
ПЕРЕВАЛОВ Д.Е., ДОЛИНСКИЙ А.В.

АСММ С ОТКРЫТЫМ ГАЗОТУРБИНЫМ ЦИКЛОМ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ

АО «ОКБМ Африкантов»

На основе опыта создания и эксплуатации реакторных установок различного назначения АО «ОКБМ Африкантов» разработано концептуальное предложение по АСММ с газотурбинным двигателем мощностью 1,2 и 3 МВт, в котором учитывались следующие проектные требования:

- безопасность;
- модульность;
- длительное время работы без перегрузки топлива;
- крупно-блочный метод транспортировки и сооружения;
- простой и надежный цикл преобразования тепловой энергии в электрическую;
- минимальные затраты на сооружение и эксплуатацию.

Выбор газовой турбины, работающей по открытому циклу, обусловлен рядом ее преимуществ по сравнению с паровой:

- высокими удельными показателями (мощность по отношению к массе) и маневренными характеристиками;
- упрощенной эксплуатацией, связанной с отсутствием (по сравнению с паровой турбиной) большого количества вспомогательных систем;
- отсутствием необходимости в охлаждающей воде, что дает возможность размещения АСММ в любом месте без привязки к источникам воды
- потенциальной возможностью работать как от тепла реактора, так и на органическом топливе, что повышает надежность энергоснабжения.

Необходимость для работы газовой турбины высокопотенциального тепла накладывает на реакторную установку требование по работе при повышенных параметрах первого контура. Выбрана реакторная установка с жидкометаллическим (Na-K или Na) теплоносителем.

Конструктивные решения по реакторной установке и ее составным частям основаны на решениях, апробированных при эксплуатации реакторной установки БН-600 и обосновании проектов реакторных установок БН-800 и БН-1200.

Предлагаемая АСММ предназначена для энергоснабжения локальных потребителей удаленных регионов в условиях децентрализованных электросетей.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ В ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ НА ОСНОВЕ РЕФЛЕКС-РАДАРНОГО МЕТОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для безопасной работы ядерной энергетической установки (ЯЭУ) необходимо осуществлять постоянный контроль уровня. Контроль необходимо осуществлять в следующих элементах: реактор, компенсаторы объема, баки подпитки, бассейн выдержки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ).

В настоящее время существует обширный ряд технических средств, приборов, решающих задачу измерения и контроля. Приборы для измерения уровня реализуют разнообразные методы, основанные на различных физических принципах.

Наиболее распространенные методы измерения уровня:

- контактные методы – поплавковый, емкостной, гидростатический, буйковый, рефлекс-радарный;
- бесконтактные методы – зондирование ультразвуком, электромагнитным излучением, гамма-излучением.

СВЧ (микроволновые) электромагнитные рефлекс-радарные системы измерения уровня являются наиболее высокотехнологичными средствами измерения уровня. Они могут быть использованы в оборудовании ЯЭУ.

В данной системе электромагнитные импульсы СВЧ диапазона посылаются по стержневому волноводу. Эти импульсы движутся со скоростью, близкой к скорости света. Достигнув границы раздела сред, импульсы отражаются. Прибор измеряет время между моментами излучения сигнала и получения отраженного сигнала. Это временное значение преобразуется в выходной токовый сигнал, по величине которого определяют значение уровня теплоносителя.

В данном типе уровнемеров отсутствует затухание сигнала, что позволяет использовать их для измерения уровня в емкостях большого объема и глубины, например в бассейне выдержки ОЯТ. Кроме того, данный метод обеспечивает достаточную точность измерения.

Проблемой реализации этого метода является измерение коротких временных интервалов, длительность которых находится в пико- и наносекундном диапазоне. Для ее решения применяется метод измерения времени заряда конденсатора.

Для корректной работы уровнемера необходимо провести его настройку и калибровку. Для этого выходной сигнал необходимо визуализировать на персональном компьютере с помощью специализированного программного обеспечения. Визуализация выходного сигнала позволяет правильно выбрать рабочие параметры уровнемера, определить уровень, при котором будут производиться измерения в зависимости от диэлектрической проницаемости жидкости.

Целью работы является создание средства для настройки и контроля уровнемера, разработка специализированного программного обеспечения. Кроме того, работа включает в себя испытание уровнемера в различных средах, обработку и анализ полученных результатов.

СРАВНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ С ЗАМКНУТЫМ ЯТЦ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день накоплено значительное количество отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), длительное хранение которого с неукоснительным соблюдением требований безопасности требует больших затрат. Одним из возможных решений этой проблемы является разработка проектов реакторов с замкнутым топливным циклом. В настоящее время наиболее распространенным реактором является водо-водяной энергетический реактор (ВВЭР). Рассматриваются различные варианты использования выделенного из ОЯТ плутония в активной зоне реакторов ВВЭР [1,2]:

- ВВЭР с загрузкой смешанным оксидным уран-плутониевым (МОХ) топливом трети активной зоны;
- ВВЭР с гетерогенным размещением плутония в активной зоне по объему аналогично первому варианту.

ГК «Росатом» планирует реализовать данные направления на период до 2035 года и на перспективу до 2050 г. Оба варианта позволяют повторно использовать ОЯТ в течение всей кампании реактора (возможность многократного рецикла).

Сравнение особенностей различных видов топлива позволяет сделать следующие выводы:

- Применение МОХ-топлива в тепловых реакторах позволяет снизить потребность в природном уране на 10%, а гетерогенное размещение плутония и урана-238 в разных твэлах уменьшает потребность на 18% [1];
- В реакторе с гетерогенным размещением топлива можно достичь практически полного выгорания делящихся изотопов плутония, и проблема с накоплением ОЯТ практически полностью решается. Топливные стержни с плутонием можно отправлять на захоронение без переработки. А при использовании МОХ-топлива проблема обращения ОЯТ остается актуальной. При переработке ОЯТ необходимо иметь дело со всем объемом топлива, так как делящиеся и воспроизводящиеся изотопы смешаны между собой;
- Долгосрочный анализ, проведенный ГК «Росатом», показывает, что к 2050 году реакторов с гетерогенным размещением плутония в твэлах будет в 1,4 раза больше, чем реакторов с МОХ-топливом [2].

Таким образом, наиболее перспективным является вариант с гетерогенным размещением, так как он позволяет получить большую экономию природного урана, чем вариант с МОХ-топливом, за счет более эффективного использования плутония.

В заключение можно сделать вывод, что применение замкнутого цикла с гетерогенным размещением топлива в активной зоне реакторов позволяет добиться высокой экономической эффективности, безопасности и обеспечивает долгосрочную перспективу развития данного направления.

Библиографический список

1. Андрианова, Е.А. Цибульский В.Ф. Варианты использования регенерированных делящихся материалов в тепловых реакторах как первый этап замыкания топливного цикла // Вопросы атомной науки и техники: сер. ФЯР: изд. с 1989 г., №3, 2016, с. 111
2. Алексеев, П.Н. Двухкомпонентная ядерная энергетическая система с тепловыми и быстрыми реакторами в замкнутом ядерном топливном цикле / Под ред. академика РАН Пономарева-Степного Н.Н. / П.Н. Алексеев [и др.]. – М. : ТЕХНОСФЕРА, 2016, с. 18-21

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛООБМЕНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РЕАКТОРАМ С ОХЛАЖДЕНИЕМ ТЯЖЕЛЫМИ ЖИДКИМИ МЕТАЛЛАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Основной проблемой при создании высокотемпературных исследовательских стендов, охлаждаемые жидкометаллическим теплоносителем, является в необходимости отвода большого количества избыточного тепла, избегая перегрева установки. Насосное оборудование стенда вносит тепловую энергию, вызывая рост внутриконтурной температуры. Такие же проблемы возникают эксплуатации и аварийных режимах ЯЭУ, когда требуется отвод излишка тепла, не используя парогенератор.

Отвода тепла от свинцового и свинец-висмутового теплоносителей при расхолаживании реактора, а также в стояночных режимах при наличии значительных остаточных тепловыделений, требует сложных решений в виду высокой температуры застывания теплоносителя. Существует несколько вариантов теплоотводящих сред. Экспериментальный участок использует в качестве теплоотводящей среды смесь воздуха и мелкодисперсной фазы конденсата воды при давлении близком к атмосферному. Регулируемым изменением содержания водяной фазы в потоке можно обеспечивать заданную мощность теплоотвода и, соответственно, заданную температуру жидкого металла на выходе из теплообменника при безопасно низком давлении теплоотводящей среды, близком к атмосферному.

В НГТУ им. Р.Е. Алексеева был создан экспериментальный стенд ФТ-7, предназначенный для проведения исследований характеристик теплообмена в системе: свинцовый теплоноситель с регулируемым содержанием примеси кислорода в теплоносителе контура - охлаждаемая водо-воздушной смесью круглая труба – поток паро-воздушная смесь.

Целью работ в процессе серии исследований является доказать эффективность и простоту эксплуатации теплообменного оборудования с низким давлением, а также определение зависимости $Nu = f(Re)$ и полей температур при различных режимах.

По результатам эксперимента можно сделать следующие основные выводы:

- Подтверждена эффективность использования теплообменного оборудования с низким давлением. Возможность тонкого регулирования отводимой мощности при сохранении безопасности установки существенно расширяет область применения данного типа теплообменного оборудования;
- Доказана возможность использования достаточно простых теплообменных поверхностей для осуществления эффективной работы данного вида оборудования;
- Получены экспериментальные данные характеристик теплообмена, а так же зависимости $Nu = f(Re)$, коррелирующие с ранее полученными зависимостями, что подтверждает работоспособность экспериментальной установки и представительность полученных данных. Так же выявлены зоны ухудшенного теплообмена вблизи входа водо-воздушной среды в трубу;
- Обнаружено, что при малых скоростях обтекания теплообменной поверхности необходим контроль состояния теплоносителя для исключения возможности локального намерзания теплоносителя на теплообменную поверхность.

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК БЕЗОПАСНОСТЬ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Влияние радиации на окружающую среду и человека по-прежнему остается актуальным. Трагедия на «Маяке», в Чернобыле, на Факусиме вызвала острую дискуссию о необходимости атомной энергетики в нашей стране, а также в других странах мира.

Одни утверждают, что необходимо закрывать все АЭС и не строить новые. Другие, в основном ученые и специалисты, свидетельствуют: без АЭС невозможно представить энергетику не только в стране, но и в мире, а потому надо строить больше атомных станций

Строительство АЭС в густонаселенных районах, существование так называемых проектных и запроектных аварий, размещение хранилищ отработанного ядерного топлива и, в конечном итоге, негативное влияние выбросов на человека – эти вопросы волновали и будут волновать людей всегда.

Цель работы заключается в том, чтобы проанализировать состояние атомной энергетики в России с точки зрения безопасности.

Объект нашего исследования – радиоактивное излучение. Предмет – радиационная безопасность.

При выполнении работы решались следующие задачи:

- Изучить радиоактивное излучение;
- Изучить биологическое действие на живые организмы;
- Изучить основные принципы безопасности на АЭС;
- Проанализировать АЭС в России с точки зрения.

Радиоактивное излучение (α , β и γ), обладая высокой энергией, способно причинить значительный вред здоровью людей и состоянию биосферы: нарушение клеток, изменения со стороны центральной нервной системы, крови и кроветворных органов, кровеносных сосудов, желез внутренней секреции и, как следствие, многочисленные болезни и смерть людей, а также нарушение целых экосистем.

АЭС являются источником радиации, даже при нормальной работе, поэтому радиационная безопасность – это безопасность АЭС. Большая часть АЭС в России исчерпали срок службы. Аварии на «Маяке», ЧАЭС, «Факусиме-1» заставили еще более пристально рассмотреть системы безопасности АЭС, их усовершенствование. Я проанализировала мнение населения через анкетирование и последствия аварии на Чернобыле по г. Мурому, моему месту рождения и проживания, и подтвердилось что: из 44 ликвидаторов на 2-й и 3-й группе инвалидности находится 29 человек. Многих уже нет в живых. Так же выяснилось, что 70% населения выступают против строительства АЭС вблизи города, так как в 30-километровую зону попадают почти 190 тыс. жителей Владимирской и Нижегородской области. Жителями г. Муром были собраны 55 тыс. подписей против строительства АЭС в п. Монаково. В городе происходили массовые митинги и протесты. Ядерная энергетика не является чистой, надежной, дешевой, передовой и безопасной. Такое мнение складывается об атомной энергетике у населения. Мне, как студентке Института Ядерной Энергетики и Технической физики, обидно, что складывается именно такое впечатление об атомной энергетике. Имеет смысл мировому сообществу более тщательно разъяснять и оповещать население о возможных проблемах и последствиях. АЭС и безопасность должны быть синонимами для дальнейшего процветания и развития энергетики в целом.

ТРАНСМУТАЦИИ КАК МЕТОД УТИЛИЗАЦИИ ОЯТ И РАО

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из главных проблем современной атомной отрасли является утилизация отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Опасность ОЯТ для окружающей среды связана с его высокой радиоактивностью, которая снижается со временем. Однако для большинства элементов, определяющих опасность ОЯТ, это время может исчисляться тысячами лет. На данный момент переработка ОЯТ заключается в извлечении из него таких элементов, как уран и плутоний, а остальные элементы (радиоактивные отходы (РАО)) отправляются на захоронение в геологических формациях. При этом никто не может гарантировать, что РАО не смогут проникнуть в окружающую среду по истечению хотя бы тысячи лет. Одним из путей выхода может стать метод трансмутации элементов РАО.

Под трансмутацией понимается превращение одних изотопов в другие. То есть перевод радиотоксичных нуклидов в короткоживущие или стабильные нуклиды под действием нейтронного излучения (Пример цепочки трансмутации в нейтронном поле $^{129}\text{I}(n,\gamma) \rightarrow ^{130}\text{I}(\beta) \rightarrow ^{130}\text{Xe}_{\text{стаб}}$). Перевести долгоживущий радионуклид в стабильный или короткоживущий изотоп можно, изменив состав нуклонов его ядра. Под действием нейтронов протекают разнообразные ядерные реакции, среди которых более распространены: (n,γ) , (n,p) , (n,α) , $(n,2n)$, $(n,3n)$. [2]

Во всех концепциях трансмутации РАО существенная роль отводится быстрым подкритическим системам, управляемым ускорителями [1]. Принципиальная схема установки включает в себя подкритический ядерный реактор с $K_{\text{эф}}$ порядка 0,94-0,98 и внешний источник нейтронов. Генерация нейтронов может быть осуществлена электроядерным методом. Метод основан на реакции глубокого расщепления тяжелых ядер мишени под действием ускоренных заряженных частиц.

Для реализации такой концепции необходим поиск оптимального состава электроядерной установки исходя из возможностей развития: ускорительных систем, фундаментальных исследований процессов трансмутации, методов изотопного разделения, конструкционных материалов.

Принципиальная возможность сокращения количества ОЯТ и РАО позволяет осуществить цели МАГАТЭ и всего мирового сообщества об обеспечении защиты здоровья человека и охраны окружающей среды сейчас и в будущем.

Библиографический список

- 1. Шмелев, А.Н.** Апсэ В.А., Куликов Г.Г. Физические основы обезвреживания долгоживущих радиоактивных отходов. Потенциал инновационных технологий: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2008. 120 с.
- 2. Швецов, В.** Трансмутация отработанного ядерного топлива и радиоактивных отходов – один из вариантов стратегического развития атомной отрасли. Еженедельник ОИЯИ «Дубна», 2003, №6.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ МАТЕРИАЛОВ ЯЭУ ПРИ ТЕРМОСИЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ АКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важных задач современной атомной энергетики является оценка долговечности оборудования ЯЭУ, работающего в условиях пульсаций температур случайного характера. Пульсации температур вызывают температурные напряжения в материале, что, в конечном итоге, приводит к изменению его физико-механических характеристик и, как следствие, зарождению и развитию дефектов в элементах ЯЭУ [1].

В НГТУ им. Р.Е. Алексеева проводились исследования по оценке накопления поврежденности в элементах оборудования с использованием импульсного метода акустической структурометрии, реализованного в системе измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) «Астрон». Математическое обеспечение данного ИВК позволяет по результатам спектрально-акустических измерений диагностируемого параметра и на основании установленных зависимостей данного параметра от физико-механических характеристик проводить контроль объемной поврежденности материала.

Накопление повреждений в материале образцов осуществлялось на специально разработанной экспериментальной установке для исследования процессов возникновения и развития повреждений при термической усталости.

В качестве объекта исследования использовался трубный образец, представляющий собой полукруглый в сечении фрагмент трубы 60x5мм длиной 150 мм. Экспериментальные исследования осуществлялись на 10 образцах. Материал образцов – сталь аустенитного класса марки 12X18Н10Т. Термоциклическое нагружение осуществлялось путем локальной капельной подачи дистиллированной воды с температурой 23°C – 27°C на нагретую поверхность образцов. Температура образцов в периферийной относительной зоны нагружения области поддерживалась в диапазоне 275°C – 285°C. Частота нагружения составляла 1 Гц.

В локальных зонах нагружения образцов осуществлялся контроль температуры с помощью универсального тепловизора. Размах пульсаций температуры составил 61°C.

Контроль поврежденности образцов производился на основании измерения задержек упругих продольных и поперечных волн различной поляризации с использованием ИВК «Астрон», а также визуального осмотра.

По результатам контроля поврежденности рассчитывалась величина обобщенного акустического параметра D . Изменение параметра D было отмечено при достижении $3.6 \cdot 10^6$ циклов, что соответствует наработке в 1000 ч.

Полученные зависимости задержек импульсов от количества циклов нагружения позволяют утверждать о структурных изменениях в материале. Результаты исследования свидетельствуют о работоспособности предложенной методики контроля поврежденности материала от термоциклических нагрузок образцов из сталей аустенитного класса. Однако уточнение положений данной методики требует проведение дальнейших испытаний до появления микротрещин.

1. **Судаков, А.В.** Пульсации температур и долговечность элементов энергооборудования / А.В. Судаков, А.С. Трофимов. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.

АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ РЕАКТОРОВ IV ПОКОЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВВЭР СКД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Водо-водяные энергетические реакторы (ВВЭР) являются наиболее распространенными в атомной энергетике и по прогнозным оценкам будут сохранять это положение в ближайшие несколько десятилетий. По концепции Generation-IV одним из перспективных направлений развития водо-водяных реакторов являются реакторы со сверхкритическими параметрами теплоносителя. ВВЭР СКД с тепловым и быстро-резонансным спектрами нейтронов рассматриваются как российский вариант реализации этого направления реакторных установок IV поколения.

Перспективность развития этого направления заключается:

- в дальнейшем совершенствовании действующих реакторов ВВЭР;
- в использовании замкнутого топливного цикла (ТЦ) как способа решения проблемы накопления отработавшего ядерного топлива (ОЯТ);
- в использовании не только тепловых, но и быстро-резонансных нейтронов;
- в создании энергоблоков единичной мощности до 1700 МВт;

Отличительной особенностью рассматриваемых в работе [1] реакторов ВВЭР СКД являются высокое давление (≈ 25 МПа) и сверхкритическая температура теплоносителя ($\approx 500^\circ\text{C}$). Все это позволяет получить следующие преимущества [1]:

- повышение КПД до 45% (на треть выше, чем у современных АЭС);
- повышение эффективности выработки электроэнергии;
- уменьшение расхода топлива за счет коэффициента воспроизводства, равного 1,0;
- уменьшение количества строительных и монтажных работ (сокращается число единиц оборудования, уменьшаются размеры защитной оболочки (ЗО));
- повышение безопасности (отсутствует критический тепловой поток, приводящий в аварийных режимах к перегреву и повреждению твэлов);
- меньший (в 8-10 раз) расход теплоносителя через активную зону, что дает возможность уменьшить диаметры основных трубопроводов и мощности главных циркуляционных насосов (ГЦН);
- сокращение расхода металла на единицу продукции за счет исключения парогенератора (ПГ) и части оборудования II контура;
- уменьшение тепловых потерь в окружающую среду.

Наряду с достоинствами у этих проектов существует и ряд недостатков, например, высокие требования к конструкционным материалам; неравномерное энерговыделение; сложности в обеспечении устойчивости работы и радиационной безопасности.

Расчетные исследования и многолетний опыт эксплуатации установок СКД (котлы, турбогенераторы, БАЭС) в промышленной теплоэнергетике позволяют сделать вывод об актуальности работ по направлению создания ВВЭР СКД: проектных разработок и НИОКР для обоснования конкретных технических решений [2].

Библиографический список

1. Кириллов, П.Л. Водохлаждаемые реакторы со сверхкритическими параметрами (ВВЭР-СКД) // Водо-водяные энергетические реакторы сверхкритического давления. 2006. С. 16–27.
2. Кириллов, П.Л. Сверхкритические параметры – будущее реакторов с водным теплоносителем и АЭС. Обзор. – Атомная техника за рубежом, 2001, № 6, с. 3–8.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ВБЭР - 100

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На фоне обостряющихся проблем, вызванных применением традиционных способов энергопроизводства (рост цен на углеродное топливо, ухудшение экологии городов, обострение проблемы обеспечения пресной водой), [2] становится очевидной необходимостью широкого использования атомной энергии.

На основе опыта строительства судовых реакторных установок для гражданского и военно-морского флота разработаны проекты реакторных установок для атомных станций малой и средней мощности, которые способны решить энергетические задачи, связанные с активным освоением территорий с децентрализованным энергоснабжением, расширением добычи редких металлов, подъемом добычи газа, угля, развитием перерабатывающей промышленности [2]. Данный тип реакторов смогут решить проблему, связанную с дефицитом пресной воды, используя их в атомных опреснительных установках.

Расчет ядерной энергетической установки на стадии эскизного проектирования должен обеспечить возможность обоснованного окончательного выбора основных конструктивных характеристик активной зоны реактора и условий ее эксплуатации, к которым относятся:

- геометрия активной зоны, тип топливной решетки (решетки ТВЭЛ), конструкция ТВЭЛ, конструкция и число тепловыделяющих сборок (ТВС);
- номенклатура начального обогащения (изотопный состав) топлива ТВС первой загрузки и подпитки, режим перегрузок топлива [1].

Цель работы заключается в оптимизации нейтронно-физических характеристик реакторной установки типа ВБЭР - 100.

В реакторе используется тепловыделяющая сборка (типа ТВСА). В каждой ТВС содержится 306 ТВЭЛ, 6 ТВЭГ (смесь топлива с меньшим обогащением и выгорающим поглотителем), 12 направляющих каналов для стержней системы аварийной защиты (СУЗ). Активная зона сформирована из 55 ТВС.

Используемые программы для расчетного обоснования:

- WIMS-D4 для определения оптимальной загрузки топлива и обогащения исходя из полученных максимальных значений коэффициента размножения, определение кампании топлива, кратности перегрузок

Библиографический список

1. ГОСТ Р 50088-92. Реакторы ядерные водо-водяные энергетические (ВВЭР). Общие требования к проведению физических расчетов [Текст]; введ. 1993-07-01. – Москва: Министерство атомной энергии РФ. – Москва: Изд-во стандартов, 1992. – 5 с.
2. Инновационные реакторные установки разработки АО «ОКБМ Африкантов» для энергоблоков наземного и плавучего базирования // Региональная атомная энергетика // АО «ОКБМ Африкантов». [Электронный ресурс]. – URL: http://www.okbm.nnov.ru/images/pdf/vber-300_extended_ru_web.pdf (дата обращения: 15.10.2016).

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО ВОКРУГ АЭС (НА ПРИМЕРЕ БИЛИБИНСКОЙ АЭС)

Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности¹,
Московский физико-технический институт (ГУ)²

Атомные электростанции (АЭС), вследствие накопления в процессе эксплуатации значительного количества радиоактивных продуктов и наличия принципиальной возможности выхода их при авариях за предусмотренные границы, представляют собой источник потенциальной опасности или источник риска радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду. Степень радиационного риска прямо зависит от уровня безопасности АЭС. Безопасность АЭС является одним из основных свойств АЭС, определяющих возможность их использования в качестве источников тепловой и электрической энергии. В 2004 году приказом Министра МЧС России № 506 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта» был утвержден типовой паспорт безопасности опасного объекта [1]. На его основании тогда же был разработан Типовой паспорт безопасности критически важного (опасного) объекта Росатома (далее - паспорт безопасности) [2]. В соответствии с требованиями раздела II паспорта безопасности, необходимо проводить работы по оценке риска критически важных (опасных) объектов Росатома и оценке риска АЭС [3].

В связи с этим задача проведения оценки радиационного риска, учитывающей как вероятностный, так и детерминистический подходы, становится все более актуальной. Одним из основных шагов на пути к оценке этой важной величины является оценка доз внешнего и внутреннего облучения населения, проживающего вокруг АЭС.

Целью работы является создание и практическое применение методического подхода по расчету доз внешнего и внутреннего облучения населения для обоснования безопасности АЭС. В работе показана новая формула для расчета экономического ущерба от аварии для конкретного кольцевого сегмента румба и продемонстрировано ее применение.

Ранее (например, в [3]) уже были предложены формулы для расчета суммарных эффективных доз облучения населения и расчета экономического риска для кольцевых сегментов румбов с учетом розы ветров и различия кольцевых сегментов румбов по численности населения. В данной работе автор предлагает другую математическую модель для расчета этих важных параметров для дальнейшей оценки риска эксплуатации АЭС. Новые формулы были апробированы на примере Билибинской АЭС.

Результаты оценок доз облучения населения и расчета экономического ущерба могут быть использованы для оценок риска, которые, в свою очередь, могут быть использованы для ([3]):

- ✓ Определения возможности и оценки риска возникновения аварий на АЭС;
- ✓ Оценки возможных последствий чрезвычайных ситуаций;
- ✓ Оценки готовности АЭС к предупреждению аварий и достаточности мер по защите персонала и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- ✓ Разработки мероприятий по снижению риска и смягчению последствий аварий;
- ✓ Расчета сил и средств для ликвидации возможных аварий.

Библиографический список

1. Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта: [приказ МЧС России № 506 от 4 ноября 2004 г.]. - М., 2004. - 1 с.
2. Паспорт безопасности критически важного (опасного) объекта Росатома: [приказ МЧС России № 506 от 4 ноября 2004 г.]. - М., 2006. - 9 с.

3. Берберова М.А. Оценка показателей риска для вторых очередей Смоленской и Курской АЭС. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 05.14.03 / Берберова Мария Александровна - М., 2015 - 130 с.

УДК 621.039

ЛОГИНОВА С.С., КУВШИНОВА А.А., МИНЕЕВ И.В., ОРЕХОВА Е.Е.

ПРОБЛЕМА ПЕРЕРАБОТКИ И ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тенденция энергопотребления такова, что потребность людей в электроэнергии будет увеличиваться с каждым годом все больше и больше. Одним из решений этой проблемы является развитие ядерной энергетики - это одна из важнейших отраслей экономики нашей страны. В настоящее время в России эксплуатируется 10 АЭС, которые вырабатывают около 18% всего производимого в стране электричества.

Главным достоинством ядерной энергетики является то, что затраты топлива невелики. Второе преимущество – это снижение парникового эффекта. Также строительство новых АЭС обеспечивает экономический рост, гарантирует людям трудоустройство.

Казалось бы, эти положительные качества ничто не может перевесить. Однако существуют и негативные стороны атомной энергетики. Одной из них является проблема переработки и захоронения отработавшего ядерного топлива. На данный момент Минатом еще не разработал проекты для переработки многих видов ОЯТ. Так, например, "Маяк" способен перерабатывать топливо только с реакторов типа ВВЭР-440 и БН-600. Поэтому за весь советский период, а затем в России было переработано меньше 10% произведенных ядерных отходов. Этим фактом можно объяснить накопление значительного количества ОЯТ.

Кроме основных проблем в этой области, наблюдается фактическое отсутствие места для хранения отходов. Согласно информации Минатома, в России требуются хранилища, способные вместить около 20 000 т ядерных отходов. Но в России имеется только одно свободное хранилище - в Красноярске. Вместимость этого хранилища - всего лишь 6 000 т, третья часть которого уже заполнена.

На протяжении всего периода развития ядерной энергетики были реализованы следующие методы по обращению с ОЯТ:

- удаление отходов на дно Мирового Океана;
- удаление в стационарные наземные и поверхностные хранилища;
- удаление в полости скальных пород;
- закачка жидких РАО в горные породы с большой открытой пористостью[1].

На сегодняшний день в мире не существует научно-обоснованного, безопасного и приемлемого способа захоронения радиоактивных отходов. Кроме того, любое захоронение радиоактивных отходов приводит к серьезному загрязнению окружающей среды, они сохраняют свое негативное воздействие в течение длительного времени – десятков и сотен лет.

Проблема усугубляется тем, что количество отходов из года в год увеличивается. Мировое сообщество должно задуматься об открытии новых эффективных методов переработки ОЯТ. Улучшить ситуацию могут реакторы на быстрых нейтронах. Данный вид реакторов позволяет использовать в качестве топлива отходы, полученные от других видов реакторов, замыкая таким образом топливный цикл.

1. Глава 7. Проблема радиоактивных отходов [Электронный ресурс] // URL:<http://portal.tpu.ru/files/personal/rikhvanov/AutoPlay/Docs/index.files/glav.files/oglav.files/глава7.htm> (Дата обращения 05.02.2017)

АКТУАЛЬНОСТЬ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Россия - страна, занимающая первое место в мире по территории. Площадь нашей страны 17 125 191 км², две трети которой - зона децентрализованного энергоснабжения. По данным Министерства энергетики России - это энергосистемы Камчатки, Чукотки, Магаданской и Сахалинской областей, Николаевского и Норильско-Таймырского энергорайонов, центральной и северной частей Якутии, Крыма и Севастополя. Данные регионы обладают большим количеством полезных ископаемых. Однако на их добычу уходит колоссальное количество энергии, вследствие чего этот процесс не развивается, а иногда и вовсе останавливается. Для того чтобы обеспечить эти регионы энергией, используют автономные источники, работающие на органическом топливе. Но они имеют ряд недостатков:

- дорогой завоз топлива, причиной которого является значительный объем и очень большие расстояния транспортировки;
- нерентабельность строительства больших энергоблоков из-за очень низкой плотности населения.

В атомном реакторостроении наблюдается тенденция к увеличению мощности отдельных энергоблоков. Например, для проекта водо-водяных энергетических реакторов в нашей стране это выглядит следующим образом: в 1964 году на Нововоронежской АЭС был введен в строй первый энергоблок ВВЭР-210 тепловой мощностью 760 МВт, а в 2016 году был осуществлен энергетический пуск первого блока Нововоронежской АЭС-2 с реактором ВВЭР-1200 тепловой мощностью 3200 МВт. Однако при эксплуатации реакторов с большой единичной мощностью возникает ряд жестких требований, которым сложно удовлетворить в удаленных районах нашей страны. Вот некоторые из них:

- высокая пропускная способность энергосистемы;
- в энергосистеме должны быть резервные электрические станции, на случай остановки реактора на профилактический или плановый ремонт, либо на перезагрузку топлива;
- необходимо постоянное наличие потребителей, которые способны принять всю электроэнергию, вырабатываемую станцией.

При анализе этих требований становится понятно, почему сохраняется интерес к развитию проектов АЭС с малой единичной мощностью, несмотря на то, что строительство энергоблока большой мощности существенно снижает стоимость производства электроэнергии. Как показывают исследования [1], уже в 50 регионах России нужны Атомные станции малой мощности (АСММ). Их неоспоримые преимущества:

- удобство в транспортировке и высокая степень заводской готовности оборудования энергоблока, приходящего на строительную площадку;
- небольшие объемы расходуемого топлива;
- минимум обслуживающего персонала и небольшие трудозатраты по вводу в эксплуатацию;
- возможность обеспечения малых населенных пунктов теплом и пресной водой, параллельно с производством электроэнергии.

1. Алестар, Борис. Малые и средние АЭС [Электронный ресурс] /Б. Алестар// Технополис завтра - URL:<http://kramtp.info/news/42/full/id=54402> (дата обращения: 15.01.17)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПАССИВНОГО ОТВОДА ТЕПЛА С ВОДЯНЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из причин наиболее опасной аварийной ситуации, приводящей к максимальной запроектной аварии, является полное длительное обесточивание энергоблока АЭС. Поэтому важным условием безопасности ядерной установки является наличие пассивных систем безопасности, способных функционировать в условиях полного обесточивания независимо от действий персонала и работоспособности активных элементов

Использование пассивных систем (СПОТ) является одним из основных направлений развития проектирования систем безопасности для будущих поколений энергетических установок. Потенциальное преимущество пассивных систем СПОТ очевидно — это надежность, простота и независимость от других систем, более того, функционирование систем безопасности (СБ) должно опираться на естественные физические процессы, не требующие источников энергии и вмешательства оператора.

Конструктивной особенностью является наличие промежуточного контура между содержащим радиоактивный теплоноситель первым контуром и конечным поглотителем тепла является обязательным условием для современных СПОТ. В качестве такого контура будет использоваться часть второго контура паропроизводящей установки - парогенератор (ПГ), отсекаемый от остальной части контура системой быстродействующих клапанов. К ПГ подключается отдельный контур естественной циркуляции (ЕЦ) с теплообменником конденсации пара.

Существующие конструкции часто не обеспечивают достаточной эффективности отвода тепла из системы. Кроме того, в теплообменных контурах известных систем возможно наличие гидроударов. Это свидетельствует о необходимости интенсификации теплообмена и повышение устойчивости потока в контуре и, как следствие, надежности работы системы.

Такие результаты могут достигаться конструктивными изменениями водяного теплообменника, такие как:

- Выполнение участков подводящего и отводящего трубопроводов контура циркуляции в виде набора разветвленных параллельных трубопроводов, индивидуально подключенных к каждой из упомянутых секций теплообменника;
- Выполнение верхних и нижних концевых участков теплообменных трубок изогнутыми;
- Увеличение внутреннего диаметра коллектора и снижение его длины с целью уменьшения потерь давления.

Установлено, что указанные параметры системы обеспечивают наиболее эффективный отвод тепла от парогенератора, благодаря оптимальной конструкции подводящего и отводящего трубопроводов системы, индивидуальному подводу и отводу теплоносителя к секциям теплообменника, оптимально минимизированному соотношению длины и внутреннего диаметра коллекторов теплообменника и наилучшему взаимному расположению трубок теплообменника.

Задачей является выполнение расчета теплопередающей поверхности ПГ и водяного теплообменника исходя из заданного количества остаточных тепловыделений.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДОЗ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ
И ОЦЕНКА УЩЕРБА НАСЕЛЕНИЮ, ПРОЖИВАЮЩЕМУ ВОКРУГ АЭС
С РЕАКТОРАМИ ТИПА ВВЭР
(НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ И КАЛИНИНСКОЙ АЭС)**

Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности¹,
Московский физико-технический институт (государственный университет)²

Сравнительная оценка риска при аварии на различных АЭС, дает представление о зависимости между количеством ущерба и внешними факторами (расположение, климатические условия и т.д.). Такая оценка актуальна, так как все АЭС являются источниками потенциальной опасности. Согласно Приказу МЧС России от 04.11.2004 №506, необходимо проводить работы по оценке риска на соответствующих объектах. В связи с этим определение и сравнение риска при Чрезвычайном Происшествии(ЧП) на АЭС является актуальной темой.

Сравнительный анализ будет проводиться на примере двух АЭС (Ростовская и Калининская) с реакторами одного поколения (ВВЭР-440) и идентичными уровнями защиты. Такое сравнение поможет выявить ключевые факторы, которые оказывают существенное влияние разницу в ущербе.

Формула для расчета ущерба, на основании которой будут производиться сравнения

$$L(R) = \frac{L_{\Sigma} \cdot \sum_{i=1}^k D_{E(i)}(R)}{N_{\Sigma} \cdot D_{E(year)}}$$

где L – ущерб, нанесенный одному человеку, проживающему в кольцевом сегменте румба;
 R – расстояние от АЭС; L_{Σ} – общий ущерб от аварии; N_{Σ} – общая численность населения; D_E – годовая эффективная доза облучения населения в кольцевом сегменте румба, с учетом розы ветров; $D_{E(year)}$ – годовая эффективная доза облучения всего населения.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ
ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ОБЛАСТИ НАПРАВЛЯЮЩИХ КАНАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ
ДИАМЕТРОВ МОДЕЛИ ФРАГМЕНТА АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА ВВЭР**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Требования высокой эффективности и, вместе с тем, высокой надежности активных зон ядерных реакторов типа ВВЭР-1000 сделали актуальным решение широкого класса задач теплофизического обоснования их работоспособности при различных режимах работы.

АО «ОКБМ Африкантов» разработана альтернативная ТВС для реакторов ВВЭР-1000, в которой сконцентрированы все инновационные решения по повышенной надежности активной зоны и эффективности использования топлива.

Модернизация ТВСА заключается в использовании усовершенствованного типа органов регулирования СУЗ, и требует применения направляющего канала (НК) увеличенного диаметра, что повлекло за собой уменьшение проходного сечения в области, прилегающей к НК, и, как следствие, изменения теплосъема с твэлов, расположенных вокруг направляющего канала. Такие особенности конструкции ТВСА, связанные с использованием

НК увеличенного диаметра, потребовали детального анализа гидродинамики потока теплоносителя в области направляющего канала [1].

Учитывая сложность математического описания трехмерного течения жидкости в пучке твэлов, основным методом изучения гидродинамики сборок твэлов и активных зон реакторов в целом является экспериментальное исследование масштабных и полноразмерных моделей кассет и активных зон на аэро и гидродинамических стендах [2].

На базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева в научно-исследовательской лаборатории «Реакторной гидродинамики» экспериментальные исследования гидродинамики потока теплоносителя проводились на масштабной модели фрагмента активной зоны реактора ВВЭР. Цель данных исследований заключалась в измерении проекций вектора скорости на оси X , Y , Z в ячейках, прилежащих к направляющим каналам ТВС и ячейках стандартной области.

Полученные данные представлены в виде графических зависимостей распределения поперечных составляющих абсолютной скорости от относительной координаты.

Анализ гидродинамических характеристик потока позволил определить общие закономерности течения теплоносителя в ТВС активной зоны реактора ВВЭР–1000.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве базы данных для верификации CFD-кодов и программ детального поэлементного расчета активных зон реакторов ВВЭР с целью уменьшения консерватизма при обосновании теплотехнической надежности активных зон.

Библиографический список

1. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах / О.А. Бых, Ю.К. Панов, Н.М. Сорокин и др.; под ред. С.М. Дмитриева. Москва: Машиностроение, 2013.
2. К вопросу о методологии обоснования теплотехнической надежности активных зон водяных энергетических реакторов / С.М. Дмитриев, А.А. Баринов, В.Е. Бородин, А.Е. Хробостов // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2014. №2. С. 98–108

УДК 621.039

МАРТЫНОВА К.А., ДОБРОВ А.А., ФАДЕЕВА Ю.А., ХРОБОСТОВ А.Е.

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ВО ВХОДНОМ УЧАСТКЕ ТВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение функциональных характеристик существующих и вновь разрабатываемых изделий в различных отраслях промышленности требует использования методов математического моделирования, основанных на современных вычислительных технологиях и эффективных численных алгоритмах. В то же время повышение требований к качеству обоснования технических решений, используемых при проектировании, приводит к необходимости совершенствования программных средств, применяемых для моделирования физических процессов.

В настоящее время в России ведется строительство атомного ледокола нового поколения с более высокими технико-экономическими показателями [1]. В проекте вместо канальной активной зоны (АЗ) серийных атомных ледоколов с высоким обогащением будет использована активная зона кассетного типа с металлокерамическим топливом повышенной ураноемкости [2].

Одно из определяющих значений при проектировании реактора имеет теплогидравлический расчет АЗ. При этом конструктивные особенности ТВС кассетной активной зоны обусловили необходимость определения отдельных важных гидравлических характеристик, в частности, распределения профиля скорости теплоносителя по ячейкам ТВС на входе в твэльный пучок, так как эти данные являются входным граничным условием для проведения теплогидравлического расчета.

В данной работе проведено численное исследование с применением комплекса программ вычислительной гидродинамики течения потока теплоносителя во входном участке ТВС реактора РИТМ-200, получено распределение профиля скорости теплоносителя по ячейкам в различных сечениях тепловыделяющей сборки, а также определено значение КГС входного участка. В докладе представлены результаты расчета, а также их сравнение с данными экспериментальных исследований, проведенных на аэродинамическом стенде ФТ-50 НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Библиографический список

- 1. Самойлов, О.Б.** Исследование распределения потоков тепловых и эпитепловых нейтронов в ТВС универсального атомного ледокола/ О.Б. Самойлов [и др.] // Атомная энергия – 2016. №6(121). – С. 307-313
- 2 Князевский, К.Ю.** Проектные решения реакторной установки РИТМ-200, предназначенные обеспечить экологически безопасную и экономически эффективную эксплуатацию универсального атомного ледокола на арктических трассах / К.Ю. Князевский [и др.] // Арктика: экология и экономка – 2014. №3(15). – С. 86-91

УДК 621.039.342

МИНЕЕВ И.В., АНДРЕЕВ В.В.

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГАЗОВЫХ ЦЕНТРИФУГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Центрифугой называется устройство, использующее центробежное поле сил для разделения двух или более компонентов, имеющих различную плотность. Одной из разновидностей центрифуг являются газовые центрифуги, способные разделять газы по их молекулярной массе. Газовая центрифуга имеет полый ротор, вращающийся с окружной скоростью, в несколько раз превышающей среднюю скорость теплового движения молекул разделяемых газов. В этом случае газ внутри ротора прижимается к его стенкам, и вдоль радиуса возникает больцмановский градиент концентраций: более тяжелая компонента концентрируется у стенки, а более легкая — ближе к оси ротора [1].

Гонка ядерных вооружений и развитие атомной энергетики требовали большого количества обогащенного урана. Метод газовой диффузии чрезвычайно энергоемок и не обеспечивает требуемую производительность. Поэтому ему на смену пришел центрифужный метод разделения изотопов.

На основе многолетнего опыта и множества исследований доказано, что газовая центрифуга является самой эффективной (высокая производительность и малые потери гексафторида урана), экономичной и надежной технологией для масштабного производства как изотопов урана, так и изотопов многих других химических элементов (вольфрам, железо, ксенон, криптон, сера, молибден, германий, кремний).

Типы центрифуг: надкритические (URENCO), частота вращения длинного ротора больше собственной частоты центрифуги, и короткие подкритические (АО «ТВЭЛ»), работающие на скорости ниже собственной частоты ротора.

Анализ открытых источников показывает, что в настоящее время для повышения эффективности части ЯТЦ, связанной с обогащением урана, осуществляется модернизация технологии газовых центрифуг. За рубежом наблюдается интерес к созданию центрифуг нового поколения, на разработку которого по оценке экспертов URENCO даже в таких высокоиндустриальных странах, как США и Франция, потребуется от 7 до 10 лет [1]. В то же время требования к экономичности газовых центрифуг для нужд атомной энергетики возрастают в связи со стремлением к существенному снижению концентрации урана-235 в отвале, использованию меньших площадей, уменьшению энергопотребления. В настоящее время в России реализовано девятое поколение центрифуг (скорость ротора около 2 тыс. оборотов в секунду) [2], и эксплуатируется более одной трети мировых центробежных мощностей. Установки работают без остановки на протяжении 30 лет [3]. Центрифужная технология успешно развивается в Японии, Китае, Германии, Бразилии, Пакистане, Ираке, и не следует ожидать, что в ближайшем будущем появится конкурентоспособная альтернатива данному методу разделения изотопов.

Библиографический список

- 1. Сенченков, А.П.** Сенченков С.А., Борисевич В.Д., Газовые Центрифуги / / Изотопы: свойства, получение, применение / под ред. В.Ю. Баранова. М.: Физматлит. 2005, Т.1, С.168.
- 2. Орлов, Павел.** Репортаж из закрытого города [Электронный ресурс] /П. Орлов// Лента.ру – URL: <https://lenta.ru/articles/2016/09/05/uran> (дата обращения: 20.12.16)
- 3.** Старший вице-президент по производству АО «ТВЭЛ» Вадим Кальк о повышении эффективности производства [Электронный ресурс] // Страна Росатом: газета. – URL: <http://www.strana-rosatom.ru/старший-вице-президент-по-производств> (дата обращения: 20.12.16)

УДК 621.039.342

МИНЕЕВ И.В., АНДРЕЕВ В.В.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ГАЗОВЫХ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРИФУГ В КОНЦЕ 1950-х – НАЧАЛЕ 1960-х гг.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В период с 1946 по 1954 гг. Советский Союз первым в мире реализовал технологию разделения изотопов урана с помощью газовых центрифуг в промышленных масштабах. В связи с этим, особый интерес представляет вклад немецких и советских специалистов в развитие этого направления Атомного проекта.

Приведенный в работе анализ отечественных (А.К. Круглов, Н.М. Синев, В.М. Прусаков, В.М. Жданов и др.) и зарубежных авторов позволяет сделать ряд выводов, уточняющих некоторые моменты в истории создания газовых центрифуг.

Именно немецкие специалисты (Гернот Циппе, Макс Штеенбек, Эбергард Штойдель, Клаус Тиссен, Рудольф Шеффель и др.) предложили концепции будущей центрифуги [1, с.33]:

- 1) вертикальная центрифуга, вращающаяся на игольчатой опоре подобно волчку;
- 2) демпфер в виде подвижного устройства, погруженного в плотное масло;
- 3) достижение высоких частот вращения бесконтактным путем в магнитном поле электропривода;
- 4) стабилизация ротора в вертикальном положении с помощью магнитных опор в верхней части установки и пр.

Работа немецких ученых шла в несколько этапов, важнейшим из которых являются создание длинных надкритических многозвенных и коротких подкритических центрифуг.

Большое значение имела настойчивость немецких специалистов на продолжении и развитии работ в те периоды, когда центрифужное направление теряло свою первостепенную значимость для Атомного проекта [1, с. 35].

Советские специалисты (И.К. Кокоин, Е.М. Каменев, Н.М. Синев, Г.В. Кудрявцев, В.И. Сергеев, П.Ф. Василевский) предложили ряд важнейших конструкторских решений, обеспечивающих промышленное применение коротких подкритических центрифуг [1, с.38]:

- 1) передача рабочего газа в следующую ступень и обеспечение механической циркуляции газа внутри ротора с помощью трубок Пито;
- 2) применение молекулярного насоса для поддержания вакуума внутри корпуса центрифуги вместо диффузионного насоса (снижение энергозатрат);
- 3) применение полого постоянного магнита для стабилизации ротора в вертикальном положении и уменьшении давления на игольчатую опору;
- 4) новый торцевой электропривод синхронного типа, позволяющий повысить окружные скорости в 1,5 раза и пр.

Таким образом, перечисленные технические достижения привели к созданию центрифуг с оптимальными параметрами. Это была совместная работа немецких и советских специалистов (ГНПО «СФТИ», ОКБ ЛМЗ, Москва – лаборатория 2, УФАН, УкрФТИ) в рамках Атомного проекта.

«Русская центрифуга» стала основой обогатительной промышленности СССР и России, которая до сегодняшнего дня контролирует 40% мирового рынка обогащенного урана.

1. **Марколия, А.А.** Немецкие специалисты в Атомном проекте СССР: развитие центрифужного метода разделения изотопов урана в институте «А» 1945-1952 // История науки и техники, №1, 2017, с. 29-41

УДК 621.039.534...24

МИХАЙ С.А., ПОЛУНИЧЕВ В.И.

СИСТЕМА АВАРИЙНОГО РАСХОЛАЖИВАНИЯ ПАССИВНОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ С ВОЗДУШНЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

При полном обесточивании ядерной энергетической установки, прекращении принудительной циркуляции теплоносителя и других нарушениях теплоотвода, срабатывает аварийная защита, и реактор переводится в режим аварийного расхолаживания. После останова, реактор продолжает выделять тепло, оно обусловлено дальнейшим распадом продуктов деления ядерного топлива. Встает вопрос надежного отвода остаточных тепловыделений. В последнее время широкое внимание получили системы, основанные на естественных физических процессах. Комплекс защитных систем ядерной энергетической установки предусматривает несколько независимых каналов отвода остаточных тепловыделений от активной зоны, каждый из которых должен обеспечивать необходимый уровень отвода тепла, независимо от любого другого канала этой системы. Наличие промежуточного контура между содержащим радиоактивный теплоноситель первым контуром и конечным поглотителем тепла является обязательным условием для современных систем аварийного расхолаживания (САР). В качестве такого контура будет использоваться часть второго контура паропроизводящей установки - парогенератор. К парогенератору подключается отдельный контур естественной циркуляции (ЕЦ) с теплообменником конденсации пара. Основной целью работы является определение и расчет основных геометрических параметров системы аварийного расхолаживания пассивного

принципа действия с воздушным теплообменником. Рассмотрение возможных вариантов оптимизации для улучшения отвода тепла, внесение конструктивных изменений модернизации САР. Для достижения поставленных задач необходимо рассчитать необходимую площадь теплообмена и массогабаритные характеристики ПГ и САР, рассмотреть конструктивные особенности систем на возможность модернизации. В конечном итоге определить целесообразность модернизации с точки зрения технологичности и экономической эффективности.

УДК 629.039.58

МОИСЕЕВ Т.И., ОРЛИК Е.М., ДУНЦЕВ А.В.

КОНСТРУКЦИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РЕКОМБИНАТОРА ВОДОРОДА С ПАССИВНОЙ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важным условием при проектировании и эксплуатации АЭС является гарантированное обеспечение водородной безопасности.

При проектировании систем безопасности важно выделить зоны дефлаграции и детонации водорода. Дефлаграция - процесс дозвукового горения, при котором образуется быстро перемещающаяся зона (фронт) химических превращений. Передача энергии от зоны реакции в направлении движения фронта происходит преимущественно за счет конвективной теплопередачи. Принципиально отличается от детонации, при которой зона превращений распространяется со сверхзвуковой скоростью, и передача энергии происходит за счет разогрева от внутреннего трения в веществе при прохождении через него продольной волны.

Процесс дефлаграции водорода возможен при составе смеси с концентрациями: водорода 4-80%, воздуха $\geq 20\%$ и водяного пара не более 60%. Детонация наблюдается при содержании водорода 20-55%, воздуха $\geq 35\%$ и водяного пара $\leq 33\%$.

Основными элементами современных систем водородной безопасности являются пассивные каталитические рекомбинаторы водорода (ПКРВ). Их особенностью является независимость функционирования друг от друга и от других систем АЭС.

При тяжелых запроектных авариях с повреждением активной зоны выделение водорода, в основном, связано с разрушением активной зоны и интенсивным протеканием парациркониевой реакции и радиолизом воды и водяного пара.

В настоящее время разработано несколько конструкций пассивных каталитических рекомбинаторов водорода. Наибольшее признание и распространение на российских АЭС получили рекомбинаторы фирмы Siemens модельного ряда FR-90.

Рекомбинатор состоит из металлического корпуса и кассеты. В кассете установлен ряд параллельных автокаталитических пластин. Пластины выполнены из нержавеющей стали. На поверхность пластин нанесено каталитическое покрытие. ПКРВ включаются в работу при образовании в помещении повышенной концентрации водорода и продолжают работать до тех пор, пока концентрация водорода не снизится до уровня минимальной стартовой концентрации.

Вместе с тем, рекомбинатор сам может стать причиной самоподжига водородосодержащей среды вследствие достижения его рабочими элементами критической температуры воспламенения.

Для снижения риска перегрева каталитического блока предлагается использование капиллярных тепловых труб (ТТ), расположенных на фронтальной части рекомбинатора.

Конструкция теплоотводящих элементов обеспечивает высокую эффективность передачи теплоты от каталитических пластин за счет плотного контакта между корпусом ТТ в испарительной зоне и блока пластин рекомбинатора.

Предложенная конструкция ПКРВ с системой отвода тепла от блока каталитических пластин, позволяет снизить вероятность воспламенения водорода вблизи каталитического блока.

УДК 621.039.8

МУЛИН М.М., КАЙНОВА А.В., КУЗЬМА М.М., СУБАРЕВ М.А.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛУТОНИЕВЫХ ЦИКЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Вопрос усовершенствования топливных циклов является важным вопросом атомной электроэнергетики. Дальнейшее усовершенствования простейших циклов с однократным сжиганием не позволит поднять эффективность использования топлива на качественно новый уровень. Ближайшей перспективой развития данного вопроса можно считать циклы с использованием плутония. Плутоний, полученный из U238 в урановом топливном цикле, можно использовать в уран-плутониевых, торий-плутониевых или плутониевых циклах. Так же необходимость включения плутония в топливный цикл становится понятной при рассмотрении остро-стоящей проблемы утилизации оружейного плутония.

Изотопный состав плутония, нарабатываемого в энергетических реакторах зависит от глубины выгорания, например для реактора ВВЭР-1000 при $V = 60$ Мвт*сут/кг имеет место примерно следующий состав: Pu239 - 60%, Pu240 - 25%, Pu241 - 10%, Pu242 - 3%, из них Pu239 и Pu241 делятся тепловыми нейтронами. Ценность данного изотопного состава приблизительно равна энергетической ценности U235

Смысл уран-плутониевого цикла заключается в использовании так называемого МОХ-топлива (смесь двуокиси плутония и двуокиси урана) для реакторов как на быстрых, так и на тепловых нейтронах. Однако загрузка даже части активной зоны МОХ-топливом из-за высокого поглощения в плутонии снижает эффективность регулирования, доля запаздывающих нейтронов уменьшается, и возможные маневры мощности становятся более опасными. Поэтому без изменения конструкции реактора возможна загрузка лишь малой части активной зоны МОХ топливом

Торий-плутониевый цикл качественно отличается от уран-плутониевого цикла тем, что ториевые комбинации не будут требовать дорогостоящих модификаций и изменений конструкций реакторов. В данном случае плутоний играет роль запального материала, а торий — воспроизводящего. Так же, при определенном способе загрузке топлива возможна сверхдлинная компания, порядка 8 лет

Однако нейтронно-физические свойства плутония обуславливают его использование преимущественно в реакторах на быстрых нейтронах, где его эффективность значительно возрастает по сравнению с реакторами на тепловых нейтронах. При загрузке активной зоны реактора на быстрых нейтронах плутонием возникает избыток нейтронов, эквивалентный которому может быть получен с использованием урана, с обогащением порядка 15%. Множество технических факторов (таких как высокая температурная напряженность активной зоны) понижают коэффициент воспроизводства по сравнению с теоретическим. Но при совершенствовании данного цикла возможно повысить коэффициент воспроизводства с 1,3-1,4 до 1,8 - 1,9, что значительно уменьшит время удвоения ядерного топлива. Что и в долгосрочной перспективе может значительно сократить потребление урана вплоть до теоретического минимума (определяемого необходимостью U238 для загрузки в зоны воспроизводства для получения плутония)

Таким образом, использование плутония в топливных циклах является очень перспективной задачей, позволяющей решить сразу несколько проблем: Нехватку топлива, переработку отходов уранового цикла. Однако нынешнее развитие технологий переработки делает использование таких циклов экономически не выгодными.

УДК 621.039.58

МУЛИН М.М., СУБАРЕВ М.А., КУЗЬМА М.М.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И АНАЛИЗ ПАССИВНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На протяжении всего времени существования и развития атомной энергетики большое внимание уделялось вопросу совершенствования систем безопасности энергетических установок. Каждое принципиально новое происшествие учитывается при проектировании и модернизации этих систем. Так, например, при полном обесточивании энергетической установки, с последующим срабатыванием аварийной защиты, основной проблемой является отвод остаточных тепловыделений от активной зоны для предотвращения разрушения последней. По способу решения данной проблемы системы можно разделить на две принципиально разные по принципу действия группы:

1. Системы, требующие подвода энергии извне;
2. Системы, работа которых основана на естественных физических процессах (пассивные системы безопасности).

В силу своих положительных качеств с точки зрения безопасности, а, именно, отсутствие необходимости в подводе энергии для функционирования системы в настоящее время особое внимание уделяется разработке систем второй группы, в частности, систем, работающих на основе естественной циркуляции.

Естественная циркуляция основана на циркуляции жидкости в замкнутом контуре за счет разности удельных весов нагретой и холодной жидкостях, расположенных на разных участках гидравлической трассы, подогревательном и охлаждающем, а, как следствие, возникновения полезного напора естественной циркуляции, характеризующегося эффективной высотой. В качестве подогревательного участка в системе расхолаживания выступает участок трассы, на котором расположен, в общем случае, горячий теплообменник (источник), а в качестве охлаждающего – участок трассы, на котором расположен охлаждающий теплообменник (поглотитель).

Однако одной из наиболее важной составляющей атомной отрасли являются судовые ядерные энергетические установки, осуществление естественной циркуляции на которых сопряжено с некоторыми трудностями, а именно с изменениям эффективной высоты, связанным с креном и дифферентом судна.

В рамках данной работы предполагается создание программы, способной на основании входных данных (параметры источника и углы наклона судна) выполнять одну из поставленных задач:

1. Расчет уровня естественной циркуляции при конкретной компоновке оборудования и заданной конфигурации гидравлической трассы и поглотителя;
2. Определение параметров гидравлической трассы и поглотителя, обеспечивающих максимальный уровень естественной циркуляции в контуре.

Данная программа позволит обосновать принципиальную возможность реализации системы аварийного расхолаживания выбранной конфигурации с требуемым уровнем естественной циркуляции на судовых ядерных энергетических установках

ВОЗМОЖНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ОТВОДА ТЕПЛА С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ СПОТ ПГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время системы пассивного отвода тепла, в частности, СПОТ ПГ с водяным охлаждением, достаточно громоздки и недостаточно пассивны благодаря наличию баков запаса выпариваемой воды, которые необходимо своевременно пополнять с помощью дизель-генераторов. В связи с этим, предлагается использование абсолютно пассивной и достаточно надежной системы с использованием тепловых труб.

Конструкция тепловой трубы относительно проста и состоит из замкнутой оболочки, как правило, цилиндрической, капиллярной структуры (фитиля), расположенной на внутренней поверхности трубы, и рабочей жидкости в количестве, необходимом для заполнения пор фитиля. Принцип работы состоит в следующем: во внутреннем объеме тепловой трубы находится паровая фаза теплоносителя, жидкой фазой заполнен фитиль. В зоне подвода тепла происходит испарение жидкости. Перемещаясь в зону конденсации за счет перепада давления между концами труб, пар переносит поглощенную им теплоту и конденсируется в зоне отвода тепла. Сконденсировавшийся пар возвращается в зону нагрева по капиллярам фитиля под действием сил поверхностного натяжения.

С помощью использования такой испарительно-конденсационной системы в конструкции теплообменника СПОТ ПГ можно добиться полной автономности системы и сокращения массо-габаритных характеристик.

Кроме того, являясь промежуточным контуром циркуляции в составе системы СПОТ, тепловая труба может рассматриваться в качестве дополнительного барьера безопасности.

С помощью системы автоматизированного проектирования MathCAD была произведена оценка теплотехнических параметров и массо-габаритных характеристик тепловой трубы. В ходе расчета было выявлено, что одна тепловая труба диаметром 3см и длиной 80см способна отводить тепло мощностью 1.5кВт при горизонтальном расположении. По первоначальной оценке, для отвода остаточных тепловыделений мощностью 2,5МВт при четырехсекционной компоновке системы необходимо 417 тепловых трубок на 1 теплообменник, подключенный к одному ПГ.

Положение ТТ в пространстве значительно влияет на мощность теплоотвода благодаря наличию капиллярной структуры. С точки зрения конструкции тепловая труба может быть по-разному ориентирована в пространстве. Это является значительным преимуществом также для использования такого теплообменника в районах с динамическими воздействиями, а так же на транспортных установках.

Принципиальная схема функционирования такого теплообменника заключается в следующем: зона подвода тепла к тепловым трубкам находится в баке и внешне изолирована от зоны конденсации. Бак теплообменника подключен к паровой ветке парогенератора, по которой поступает паровая фаза теплоносителя 2 контура. Нагревая тепловые трубы, пар в баке конденсируется и отводится от нижней части бака по конденсатному тракту.

Очевидным преимуществом такого теплообменника является отсутствие баков с запасом выпариваемой воды и полная автономность системы. К тому же тепловые трубки устойчивы к динамическим воздействиям и достаточно компактны, что позволяет использовать их на транспортных установках.

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ НАПОРНЫХ КАМЕР РУ

АО «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения имени И.И. Африкантова»

Программы вычислительной гидродинамики используются для решения целого ряда важных задач атомной энергетики. Одной из таких задач является моделирование несимметричных режимов работы реакторной установки при отключении части оборудования.

В результате моделирования определяется поле температуры на входе в активную зону реактора для последующих расчетов ее теплотехнической надежности и обоснования ограничений уровня мощности установки, определяются условия работы датчиков управления установкой.

Для подтверждения корректности расчетов выполняются верификационные исследования. В гидродинамической лаборатории АО «ОКБМ Африкантов» эксперименты выполняются на маломасштабной модели напорной камеры РУ интегрального типа. Подача теплоносителя в модель осуществляется через вертикально расположенные трубки, моделирующие выход теплоносителя из кассет парогенераторов. В один из патрубков подается горячая вода, в другие – холодная. В качестве средств измерений температуры в экспериментах используются термомпары и тепловизор. Термомпары установлены в кольцевом зазоре на трех уровнях по высоте модели и на входах в каналы и на выходах из каналов, имитирующих ТВС. С использованием тепловизора измеряется поле температуры на внешней поверхности модели.

В НГТУ им. Р.Е. Алексеева эксперименты выполняются на модели напорной камеры РУ большего, по сравнению с описанной ранее моделью, масштаба. Подача теплоносителя осуществляется через горизонтальные патрубки. Отвод жидкости через трубки, имитирующие ТВС. В экспериментах исследуются несимметричные режимы работы, имитирующие отключение части кассет или модулей парогенератора. Для этого в экспериментальную модель по одному из патрубков подается поток с избыточной концентрацией растворенной примеси (проводящего солевого электролита), по трем другим – вода с относительно низкой концентрацией примеси. Исследование процессов смешения проводится в опускном участке модели, на входе в трубки имитаторы ТВС и на выходе из них с помощью датчиков, определяющих концентрацию смешиваемой жидкостей.

В настоящем докладе представлены результаты расчетов и экспериментов моделей напорных камер РУ. По результатам исследований модели напорной камеры РУ интегрально типа получено удовлетворительное соответствие расчетных данных и данных эксперимента. В расчете и эксперименте получено, что при увеличении числа Рейнольдса за счет увеличения расхода жидкости процессы смешения в напорной камере протекают практически одинаково.

По результатам исследований модели напорной камеры РУ с горизонтальными подводными патрубками получена закрутка потока жидкости, обусловленная формой подводных патрубков. Закрутка потока, как в расчете, так и в эксперименте происходит на угол более, чем 180° . Максимальные мгновенные значения концентраций по результатам расчетов и экспериментов получены в одной и той же области расположения каналов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CFD-ПРОГРАММ ДЛЯ АНАЛИЗА ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИЙ

АО «ОКБМ Африкантов»

Процесс обтекания конструкций оборудования рабочей средой сопровождается возбуждением гидродинамических сил. Данные силы в проточной части оборудования являются одним из источников вклада в вибрацию и при определенных условиях способны привести к существенному увеличению ее уровней. В ряде случаев, например, для пучка труб теплообменного оборудования, топливных сборок, подобные силы могут неблагоприятно сказываться на прочности и усталостной долговечности конструкций.

Численный расчет колебаний конструкции оборудования, связанных с динамикой потока рабочей среды, позволяет осуществлять оценки его виброактивности на начальных этапах проектирования и, как следствие, при необходимости оптимизировать его.

Вычисление уровней вибрации, возбуждаемых потоком, является сложной физико-математической задачей, которую можно разделить на две составляющие. Первой задачей является получение данных о пространственно-временной картине весьма сложных по своей структуре нестационарных, турбулентных флуктуаций (источников) течения в проточной части оборудования. Вторая задача заключается в необходимости оценки вклада источников в вибрационное поле конструкции [1].

Решение первой задачи возможно с применением CFD программы, второй – программы LMS Virtual.Lab.

Для верификации подхода в лаборатории АО «ОКБМ Африкантов» проводятся экспериментальные исследования по обтеканию полого металлического цилиндра, жестко закрепленного с одного конца в прямоугольном канале. В процессе испытаний проводятся измерения виброускорений, виброперемещений при помощи высокоскоростной видеокамеры, пульсаций давления, пульсаций скорости при помощи лазерного PIV метода.

Моделирование гидродинамики потока за цилиндром в ANSYS CFX показало, что созданная CFD-модель с достаточной точностью описала при низких расходах рабочей среды пульсации скорости потока, поскольку предсказана гидродинамическая частота срыва вихрей, полученных в эксперименте.

В докладе приведено описание выполненных в гидродинамической лаборатории АО «ОКБМ Африкантов» экспериментальных исследований по обтеканию цилиндра, приведены результаты CFD расчетов с использованием модели турбулентности LES, а также сравнение расчетных и экспериментальных данных.

1 Отчет о НИР. Разработка и верификация на модельных конструкциях подхода по проведению связанных расчетов гидродинамики и вибрации по теме: «Разработка, верификация и внедрение технологии связанных расчетов гидродинамики и вибрации для анализа и оптимизации ВШХ оборудования действующих и перспективных проектов корабельных ЯЭУ». Инв. № 13063/16от

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В РУ С ТЖМТ ПРИ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ «МЕЖКОНТУРНАЯ НЕПЛОТНОСТЬ ПГ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из наиболее потенциально опасных аварийных ситуаций в энергетических контурах со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями, является аварийная ситуация “межконтурная неплотность парогенератора”. При такой аварии вода, пар из контура рабочего тела с давлением 40 – 240 кгс/см^2 через неплотность в трубной системе поступает в реакторный контур с давлением в районе истечения 0,1 – 10 кгс/см^2 и температурой ТЖМТ 400 – 540 °С применительно к реакторным установкам типа БРЕСТ. Расход истечения воды, пара определяется местом неплотности, конструкцией парогенератора, режимом его работы. Начиная с расходов воды, пара, поступающих в ТЖМТ, ориентировочно, до десятков килограммов в сутки продолжение эксплуатации реакторной установки на энергетических уровнях мощности недопустимо.

В данном докладе представлены теоретические и экспериментальные исследования процессов, сопровождающих аварийную ситуацию “межконтурная неплотность парогенератора (ПГ)” в эксплуатационно-безопасных пределах в реакторных установках со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями (ТЖМТ). Расход воды, пара, поступающих через неплотность в теплоноситель, соответствовал пузырьковому и, частично, факельному режимам истечения с моделированием условий работы парогенератора. Изменялись режимы поступления воды, пара через отверстия истечения различной геометрии в трубной системе ПГ, через боковое отверстие в суженную часть эжектора, в рабочий зазор насоса с моделированием различной степени диспергации пузырьков “легкой” фазы в теплоносителе. В процессе проведения экспериментальных исследований контролировались следующие параметры: температура расплава свинца составляла 400-550 °С, давление -0,1-4,0 $[\text{кгс/см}]^2$, температура воды на входе в экспериментальный участок – 20 °С, давление воды – 0,2 – 8,0 $[\text{кгс/см}]^2$, расход воды, вводимой в жидкометаллический теплоноситель – 0,5 – 200 кг/ч, длительная паровая нагрузка на свободную поверхность свинцового теплоносителя до 10,0 $\text{м}^3/\text{м}^2 \times \text{ч}$. Также варьировалась геометрия каналов течения двухкомпонентных потоков: ТЖМТ-вода, пар, а также элементов конструкции, обтекаемых двухкомпонентным потоком.

Результаты эксперимента и проведенный анализ подтверждают принципиальную возможность продолжения эксплуатации РУ с ТЖМТ при возникновении аварийной ситуации “межконтурная неплотность парогенератора” с расходом поступающих в реакторный контур воды, пара в эксплуатационно-безопасных пределах.

Библиографический список

- 1. Безносков, А.В.** Межконтурная неплотность парогенератора в контуре охлаждения реактора тяжелым металлическим теплоносителем/ А.В. Безносков [и др.]// Ядерная энергия и безопасность человека; реферат № Е93. Конференция ядерного общества Р.Ф. – Н. Новгород. 1993.
- 2. Безносков, А.В.** Экспериментальные исследования характеристик контактного теплообмена свинцовый теплоноситель – рабочее тело/ А.В. Безносков [и др.]// Атомная энергия, 2005, т. 98. Вып. 3, с. 182 – 187.

ПЛИКИН Е.В., МАМАЕВ А.В., РЯЗАПОВ Р.Р., СОБОРНОВ А.Е.,
КОТИН А.В., КРЕЧЕТОВ Е.С., ХРАПУНОВА Л.Н.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В ТРОЙНИКОВОМ УЗЛЕ ТИПА «ВСТРЕЧНЫЙ ВПРЫСК»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эксплуатация ядерных энергетических установок (ЯЭУ) сопровождается интенсивными пульсациями температуры теплоносителей, которые оказывают влияние на ресурсные характеристики оборудования [1, с. 176]. Существующие методики, оценивающие это влияние, не обеспечивают достаточную точность расчетов накопления повреждений, что характеризует их как излишне консервативные. В связи с этим, актуальным вопросом является разработка расчетно-экспериментального подхода к оценке долговечности (ресурса) оборудования ЯЭУ при случайных термоциклических нагрузках, включающего использование программ для трехмерного расчета теплогидравлических характеристик и напряженно-деформированного состояния, а также математических моделей процесса накопления усталостных повреждений в материале конструкции [2, с. 151]. В настоящее время над этим вопросом работают АО ОКБМ Африкантов совместно с НГТУ им. Р.Е. Алексеева. В рамках данного сотрудничества научным коллективом кафедры «Атомные и тепловые станции» НГТУ решаются задачи по получению экспериментальных данных о кинетике накопления усталостных повреждений в материале конструкций ЯЭУ при термопульсациях.

Экспериментальный участок, входящий в состав специально спроектированного стенда, представляет собой тройниковый узел, состоящий из основной трубы – экспериментальной модели, периферийной трубки и разъемных соединений. Материал труб – сталь марки 12Х18Н10Т. Внутренняя стенка основной трубы подвержена температурному нагружению путем подачи в поток горячего теплоносителя встречного холодного потока из периферийной трубки. Конструктивное исполнение экспериментального участка обеспечивает установку экспериментальных либо измерительных моделей, оснащенных комплектом малоинерционных термопреобразователей и тензорезисторов.

В ходе экспериментального исследования получены статистические и спектрально-корреляционные характеристики температурного поля в следующих диапазонах режимных параметров: температура горячего потока теплоносителя 283°С...287°С; температура холодного потока теплоносителя 35°С...62 °С; число Рейнольдса для горячего потока теплоносителя $3,7 \cdot 10^4 \dots 5,4 \cdot 10^4$; число Рейнольдса для холодного потока теплоносителя $1 \cdot 10^3 \dots 1,8 \cdot 10^3$. По показаниям тензорезисторов определено напряженно-деформированное состояние материала модели в зоне смещения. Полученные данные необходимы для верификации расчетных методик с применением трехмерных теплогидравлических расчетных кодов.

Библиографический список

1. **Судаков, А.В.** Трофимов А. С. Пульсации температур и долговечность элементов энергооборудования. — Л.: Энергоатомиздат, 1989. - 176 с.
2. **Углов, А.Л.** Методика оценки поврежденности аустенитных сталей при термопульсациях акустическим методом/ Углов А.Л. [и др.]// Журнал «Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева» - НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2015. №4(111).

ЭВОЛЮЦИЯ РАЗВИТИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Научно-технический прогресс конца XIX - начала XX века дал сильный толчок развитию техники и технологий, что привело к росту потребления энергии.

Самым распространенным способом производства электроэнергии в мире в настоящее время является процесс преобразования химической энергии топлива в тепловую, а затем в механическую энергию вращения вала электрогенератора. Такую задачу выполняют тепловые электростанции. Основным типом топлива ТЭС является уголь. При его сжигании выделяется огромное количество токсичных и радиационных веществ, таких как Калий-40, Свинец-210, Полоний-210, Радий-226, вследствие чего загрязняется атмосфера и биосфера окружающей среды.

Очевидно, что для России и всего мира на ближайшие десятилетия подлинной альтернативой углеводородной энергетике является только ядерная энергетика. АЭС является самой перспективной и экологически безопасной отраслью производства тепловой и электрической энергии. Ядерные реакторы на тепловых нейтронах в качестве топлива используют изотоп урана-235, которого в природном уране содержится только примерно 0,7%. Это является основным фактором, ограничивающим масштабное развитие атомной энергетике. Решением проблемы дефицита ядерного топлива является переход атомной энергетике на замкнутые топливные циклы с реакторами-размножителями на быстрых нейтронах, когда из отработанного топлива в процессе переработки извлекают уран и плутоний, которые смогут использоваться в качестве нового ядерного топлива. По мнению многих исследователей, в настоящее время наблюдается исчерпание органических ресурсов, вследствие чего возникает проблема поиска новых, более эффективных альтернатив для производства энергии. Одним из самых перспективных путей развития энергетике, как предполагается, будет использование энергии термоядерного синтеза, основанного на использовании реакции слияния легких ядер, сопровождающейся выделением большого количества энергии. Реакция синтеза состоит в следующем: два легких ядра должны быть сближены настолько, что возникающее при этом сильное взаимодействие начинает превышать силы кулоновского отталкивания между одинаково заряженными ядрами. В итоге этого взаимодействия возникает ядро более тяжелого элемента. Эти реакции идут с выделением огромного количества энергии, так как в образовавшемся тяжелом ядре нуклоны связаны сильнее, чем в исходных легких ядрах. Избыточная суммарная энергия связи нуклонов при этом освобождается в виде кинетической энергии продуктов реакции. Реакция термоядерного синтеза будет происходить только тогда, когда два ядра смогут приблизиться к друг другу на расстояние, равное радиусу действия ядерных сил притяжения ($\approx 10^{-13}$ см). Преодолеть этот барьер могут только те ядра, которые сталкиваются с большими скоростями: или специально ускоренные, или входящие в состав сильно нагретой среды. В перспективе в качестве основных элементов, которые будут использованы для осуществления управляемой термоядерной реакции, станут дейтерий и тритий. Осуществление управляемого термоядерного синтеза является одной из ключевых задач ядерной физики, решение которой позволит перейти к промышленному использованию принципиально нового источника энергии, превосходящего по своим возможностям все известные на сегодняшний день. Но не следует забывать, что с ростом генерируемой мощности растет и ответственность человечества за негативные последствия, которые возможны при ошибках ее использования.

ПАРОКОМПРЕССИОННЫЙ ЦИКЛ НА АЭС

ИГЭУ им. В.И. Ленина, Иваново

Термодинамическая эффективность атомных электростанций, использующих насыщенный или слабо перегретый пар, составляет 33-34% для АЭС с РУ В-320 (серийные блоки ВВЭР-1000). Их низкая термодинамическая эффективность является одной из главных причин высокой стоимости строительства таких станций, а также теплового загрязнения, вызванного атомными электростанциями.

Термический КПД электростанции, работающей на насыщенном паре, может быть повышен путем сжатия части вырабатываемого в парогенераторе пара и последующим использованием его для начального или промежуточного перегрева пара, используемого в качестве рабочего тела [1, стр. 4]. Упрощенная схема такой установки представлена на рис. 1.

При этих условиях обеспечивается повышение температуры перегреваемого пара до уровня, определяемого величиной давления сжатого пара за компрессором.

При давлении за компрессором 10 – 12 МПа температура рабочего пара может быть повышена до 300 – 310 °С, а при давлении за компрессором 20 МПа температура может быть повышена до 380 – 400 °С.

Рассматривались различные варианты включения паровых перегревателей в тепловую схему АЭС с ВВЭР-440 и ВВЭР-1000: только с начальным перегревом, только с промежуточным перегревом сжатым паром, а также вариант с начальным и промежуточным перегревом для диапазона изменения давления за компрессором от 10 до 25 МПа. Следует отметить, что при использовании компрессионного перегрева необходимо выбирать более высокие значения разделительного давления.

Получены основные параметры ПТУ для блока с турбиной К-1000-60/3000: в базовой схеме мощность нетто $N = 986,029$ МВт, КПД нетто ПТУ $\eta = 31,654\%$, с паровым компрессором $N = 1027,503$ МВт, $\eta = 34,253\%$.

Проведенный анализ показал, что введение парового компрессора оказывает больший эффект на АЭС с ВВЭР-1000 по сравнению с ВВЭР-440, вследствие более высокого начального давления перед турбиной. Эффективность компрессионного перегрева может быть повышена при оптимальном выборе параметров цикла ПТУ.

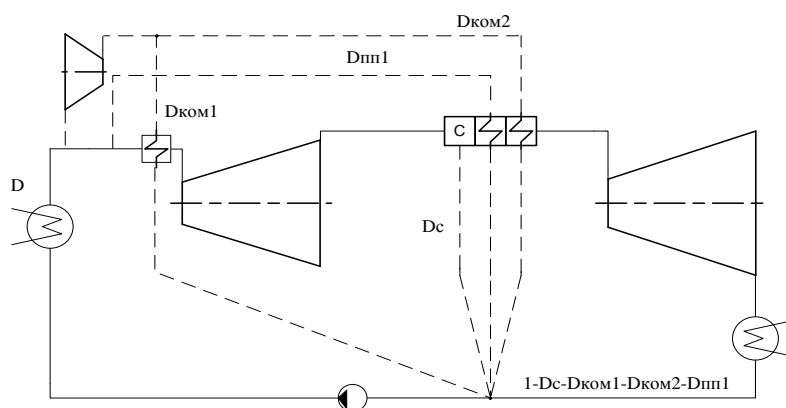


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема блока с парокомпрессионным перегревом

ПЕРСПЕКТИВНАЯ РЕАКТОРНАЯ УСТАНОВКА МАЛОЙ МОЩНОСТИ СО СВИНЦОВЫМ И СВИНЕЦ-ВИСМУТОВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлена концепция горизонтального ПГ для РУ малой мощности (100 МВт), позволяющего локализовать аварию «межконтурная неплотность ПГ», являющейся одной из наиболее потенциально опасных аварийных ситуаций в энергетических контурах с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями.

Трубная система парогенератора выполнена горизонтальной с целью уменьшения высоты слоя ГЖМТ над трубками трубной системы парогенератора и образования в случае значительного аварийного разрушения элементов трубной системы сплошного парового (пароводяного) канала, между местом разрушения и объемом над свободным уровнем теплоносителя.

Компоновка РУ с горизонтальным парогенератором позволяет исключить поступление воды в активную зону реактора на быстрых нейтронах, и его «разгон» при потенциально опасной аварийной ситуации «межконтурная неплотность» парогенератора, при практически любом расходе рабочего тела в реакторный контур; исключить переопрессовку контура и гидравлические удары при практически любом расходе рабочего тела в реакторный контур при аварии «межконтурная неплотность» парогенератора; увеличить движущий напор ЕЦ и, соответственно, расход ЕЦ за счет сосредоточения участка отвода тепла (в ПГ) в верхнем участке контура, минимизации протяженности реакторного контура и исключения из него дополнительных подъемно-опускных участков, увеличивающих гидравлическое сопротивление контура и создающих движущий напор ЕЦ; обеспечить простое обнаружение и глушение аварийных трубок ПГ; обеспечить компактность и минимизировать массогабаритные характеристики РУ.

Благодаря такому решению, объем, занимаемый ПГ, по сравнению с ПГ СВБР-100, уменьшился более чем вдвое, следовательно, объем РУ также может быть уменьшен, что приведет к значительной экономии материалов и габаритов установки в целом.

В настоящем докладе представлен анализ основных научно-технических решений, соответствующих эволюционному развитию перспективных реакторных установок малой и средней мощности со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями. Анализ выполнен на основе опыта и создания эксплуатации транспортных РУ со свинец-висмутовым теплоносителем, исследований и опыта проектирования энергоблоков АЭС со свинцовым (БРЕСТ) и свинец-висмутовым (СВБР) теплоносителями, а также опыта, накопленного на экспериментальных стендах НГТУ им. Алексеева.

ОСОБЕННОСТИ СУДОВЫХ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Россия владеет мощным атомным ледокольным флотом и уникальным опытом конструирования, строительства и эксплуатации таких судов. На сегодняшний день в российском атомном ледокольном флоте насчитывается шесть атомных ледоколов. Их

основная миссия — обеспечивать стабильное функционирование Северного морского пути и доступ к районам Крайнего Севера и арктическому шельфу.

Использование атомной энергии в качестве источника движения для кораблей и судов оправдано рядом причин - обеспечение высокой автономности хода, значительная энерговооруженность. Для подводных лодок дополнительным преимуществом является независимость от кислорода, то есть, возможность длительно сохранять скрытность.

В силу ряда причин использование атомной энергии на гражданских судах ограничено. С 1950-х годов во всем мире было построено достаточно много военных подводных и надводных кораблей. Около 270 в Советском Союзе (России), порядка 210 в США, менее 30 в Великобритании, около 15 во Франции, менее 10 в Китае, один в Индии. За все это время было спущено на воду только 13 гражданских судов с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ).

Применение ЯЭУ на флоте имеет специфические особенности, связанные с условиями эксплуатации. К ним относятся ограниченное пространство для размещения реакторной установки (РУ), необходимость минимизации массы ЯЭУ, нестабильность в пространстве и постоянные внешние механические нагрузки вследствие качки, наклонов, вибраций, иногда ударов или взрывов, повышенные риски физического повреждения РУ в случае крушения судна, необходимость работы в высокоманевренных режимах при этом частая перегрузка топлива нецелесообразна. Кроме того, морские РУ должны работать даже при частичном выходе из строя или повреждении элементов энергетической установки. Как правило, в судовых ЯЭУ используются двухконтурные установки с реакторами с водой под давлением в качестве теплоносителя и замедлителя.

Для транспортных ЯЭУ характерна преимущественно блочная или интегральная компоновка, минимизация трубопроводов, фланцевых соединений, исключение сальниковых уплотнений. При интегральной компоновке большая часть оборудования первого контура размещается в едином корпусе.

Транспортные силовые установки обладают низким КПД (менее 20 %).

Для ЯЭУ транспортного назначения характерно повышенное резервирование оборудования, вплоть до использования двух и более реакторов. При этом не исключается возможность работы РУ на пониженной мощности при частичном повреждении элементов основного оборудования.

В транспортных ЯЭУ преимущественно используется металлическое топливо с высоким обогащением. Характерны длительные топливные циклы, использование дисперсионной композиции урана с другими металлами, в которых уран составляет меньшую весовую долю, чем в оксидном топливе. Последствия большего распухания минимизируются тщательным подбором комбинации материалов оболочки твэл и топлива и особыми конфигурациями поперечных сечений твэлов, например, кольцевыми или пластинчатыми, чего не встречается у стационарных установок. Использование высокообогащенного урана позволяет удлинить межперегрузочные интервалы, а точнее, интервалы замены активной зоны целиком. При этом сроки перегрузки становятся сопоставимы с периодичностью заводского ремонта, или продолжительностью эксплуатации судна.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ ВНУТРИРЕАКТОРНЫХ ПОТОКОВ
В МОДЕЛИ ВОДО-ВОДЯНОГО РЕАКТОРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процессы смешения неизотермических потоков существенно влияют на параметры теплоносителя на входе в активную зону, что определяет ее теплотехническое состояние. На входе в реактор могут возникать неравномерные потоки теплоносителя по разным петлям, приводящие к локальным отклонениям параметров от номинальных. Процессы, протекающие при отклонении параметров теплоносителя от допустимых значений, необходимо оценивать при обосновании безопасной работы ЯЭУ, поскольку они приводят к существенной неравномерности теплогидравлических характеристик в камере смешения реактора и на входе в каналы активной зоны. Такие явления нуждаются в детальном изучении при помощи CFD-кодов, которые должны проходить процедуру верификации основе представительных экспериментальных данных.

На базе кафедры «Атомные и тепловые станции» НГТУ им. Р.Е. Алексеева был создан экспериментальный стенд для исследования смешения потоков в модели водо-водяного реактора с целью детального изучения процессов локального отклонения изучаемых параметров. Стенд выполнен по схеме, позволяющей организовать замкнутые и разомкнутые режимы пролива экспериментальных моделей различной конструкции и размеров. Оборудование стенда позволяет создать режимы ламинарного и турбулентного течения при различной температуре, расходах и концентрации примесей в потоке теплоносителя. Моделирование может осуществляться при следующих параметрах потоков теплоносителя: давление до 2 МПа, температура – до 180 °С, расходы – до 200 м³/ч, суммарная мощность потребителей стенда – 1 МВт эл. внешний диаметр экспериментальной модели – до 1,5 м.

Экспериментальные измерения основывались на методе пространственной кондуктометрии. Проведен анализ использования данного метода в характерной реакторной геометрии модели водо-водяного реактора. Анализ первичных результатов продемонстрировал возможности выявления и регистрации перемешивания трассера в потоке теплоносителя на входе и выходе активной зоны модели реактора. Экспериментальные исследования проводились при различных параметрах. Изменяя два параметра – вязкость и скорость теплоносителя, удалось провести исследования в диапазоне чисел Рейнольдса от 10000 до 40000. В ходе обработки данных эксперимента выявлено наличие закрутки потока при движении по кольцевому зазору экспериментальной модели по часовой стрелке на угол порядка 180°.

Претестовые и посттестовые CFD-расчеты позволили оценить эффективность использования моделей, заложенных в расчетные программы, а также определить явления и эффекты, которые изначально не были учтены. Таким образом, уже на данном этапе возможности стенда позволяют получить представительные экспериментальные данные, которые могут быть использованы в качестве верификационной базы для расчетных программ. В дальнейшем планируется расширять матрицу экспериментальных режимов, проводимых на стенде исследования смешения потоков, путем увеличения чисел Рейнольдса, при больших расходах теплоносителя и температурах через модель, при условиях, моделирующих различные переходные режимы работы водо-водяных реакторных установок. Для увеличения количества экспериментальных данных будут применены новые экспериментальные модели, которые позволят варьировать еще одной составляющей числа Рейнольдса - гидравлическим диаметром.

**АНАЛИЗ ЗНАЧИМОСТИ И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ
РИСКА АВАРИЙ НА АЭС (НА ПРИМЕРЕ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС)**

Автономная некоммерческая организация Международный Центр по ядерной безопасности¹,
Московский физико-технический институт (ГУ)²

В соответствии с требованиями раздела II паспорта безопасности [1], необходимо проводить работы по оценке риска критически важных объектов Росатома и оценке риска АЭС. Для получения более точных результатов оценок риска необходимо провести анализ значимости и чувствительности существующих оценок. В связи с возрастающими требованиями безопасности АЭС вопрос проведения анализа значимости и чувствительности становится более актуальными. При проведении анализа использовались оценки риска аварий на АЭС, представленные в [2].

Проведен расчет годовой эффективной дозы облучения одного человека, проживающего в кольцевом сегменте румба, при наиболее опасной аварии «Полное осушение бассейна выдержки ОТВС» для энергоблоков Нововоронежской АЭС с реакторами типа ВВЭР-440 и ВВЭР-1000. Полученные результаты, согласно [3], превышают норму и требуют вмешательства.

Проведен расчет ущерба, нанесенного одному человеку, проживающему в кольцевом сегменте румба, при наиболее опасной аварии «Полное осушение бассейна выдержки ОТВС» для энергоблоков Нововоронежской АЭС с реакторами типа ВВЭР-440 и ВВЭР-1000. Полученные результаты не превышают нормы, представленной в [4].

Проведен анализ значимости и чувствительности результатов расчета показателей риска на примере полученных результатов для Нововоронежской АЭС.

Библиографический список

1. Паспорт безопасности критически важного (опасного) объекта Росатома: [приказ МЧС России № 506 от 4 ноября 2004 г.]. - М., 2006. - 9 с.
2. Берберова М.А. Оценка показателей риска для вторых очередей Смоленской и Курской АЭС: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.14.03 / Берберова Мария Александровна. - М., 2015. - 130 с.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): [санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09: утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 47 от 07.07.2009]. - М., 2009. - 75 с.
4. Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания: [Методические рекомендации МР № 5.1.0029-11: утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 31.07.11]. - М., 2011. - 223 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Моделирование процессов смешения жидкостей различных по температурам, вязкости, химическому составу имеет важное значение в понимании процессов тепломассопереноса. Это моделирование можно вести в специальных программах (CFD моделирование). Также можно вести натурные эксперименты, используя современную аппаратуру (тепловизионные камеры).

Одной из задач является определение термоциклических пульсаций. Это требуется для оценки прочности и надежности элементов реакторной установки. Особенно важны для исследований места приварки главных патрубков и сварные швы обечаек реактора.

Проводить эксперименты с целой установкой не предполагается возможным, поэтому используют упрощенные стенды для моделирования смешений потоков. Все эти экспериментальные установки рассчитывались по гипотезам, моделям, теориям (Прандтля, Рейнольдса, Навье-Стокса, Буссинеска, Кармана, Колмогорова, Клаузера). В общем виде эти модели описываются уравнением движения в форме Навье-Стокса и уравнением неразрывности, не решаемыми в аналитическом виде. Система уравнений является замкнутой, поскольку имеется четыре уравнения для определения четырех искомых величин: u, v, w, p . Однако математическая формулировка задачи в целом остается незамкнутой из-за неопределенности начальных и граничных условий однозначности [1].

Для определения граничных условий и параметров потоков можно вести натурные эксперименты, используя современную точную аппаратуру (тепловизионные камеры). Подобие и возможность переноса результатов с модели на природу является одним из основных вопросов, возникающих при проведении экспериментальных исследований на уменьшенных моделях с водой. Поэтому экспериментальные исследования на стендах с водой дают возможность проанализировать основные черты теплогидравлических процессов, протекающих в реакторе.

Конкретно нами изучалось смешение неизотермических потоков впрыском в объем снизу. Была создана модель кюветы, которая является моделью бака (свободного объема). Далее производилась съемка тепловизионной камерой этой кюветы, получен большой объем экспериментальных данных (термограммы).

При обработке термограмм исследовались максимальная, минимальная, средняя температуры по области смешения потоков, а также на линии, проходящей через центр ядра потока. Были определены границы смешения (координаты вдоль осей x и y потока). Получены соответствующие графики зависимости от времени смешения. Из графиков видно, что зависимость температур от времени смешения подчиняется экспоненциальному закону, а изменение области смешения имеет максимумы, что, скорее всего, связано с неустойчивостью потока. Поэтому задачей на будущее будет являться снижение этой неустойчивости и возможности выравнивания поля температур и уменьшения их градиентов.

Библиографический список

1. Ковальногов, Н.Н. Прикладная механика жидкости и газа / Н.Н. Ковальногов.- Ульяновск УлГТУ, 2010. - 219 с.

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАСЫПНОГО СЛОЯ ИЗ ФРАГМЕНТОВ РАЗРУШЕННОЙ АКТИВНОЙ ЗОНЫ МЕДИЦИНСКОГО РЕАКТОРА «МАРС»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Радиационные методы лечения онкологических заболеваний включают в себя нейтронную и нейтронозахватную терапии. Возникла необходимость создания специализированных медицинских реакторов с их размещением в онкологических клиниках.

Реакторная установка «МАРС» предназначена для лечения в госпитально-стационарном режиме онкологических больных методом нейтрон-захватной терапии. Реактор представляет собой цилиндрический объем, в котором размещены топливо и теплоноситель – обычная вода. Активная зона окружена отражателем из оксида бериллия с одним открытым торцом для вывода пучка нейтронов через систему фильтров [1].

При размещении реактора в клинике возникает комплексное требование по обеспечению высочайшего уровня безопасности и минимального влияния на окружающую среду и человека. В частности, реактивная авария должна исключаться за счет запаса реактивности, меньшей, чем доля запаздывающих нейтронов, а возможность простого управления реактором реализуется благодаря минимальному изменению технологических параметров реактора при выводе на мощность.

Неоспоримое преимущество по требованиям безопасности имеет урановое топливо. В ранних исследованиях по медицинскому реактору с америциевым топливом это обстоятельство во внимание не принималось. Более привлекательным по плотности потока эпитепловых нейтронов выглядит вариант с вертикальным расположением твэлов со следующими характеристиками: в центре твэлов размещен замедлитель ZrH_{1.85}, а снаружи находится слой U-Zr-Nb топлива (обогащение по ²³⁵U 20%), оболочка твэла – алюминиевый сплав САВ-2, внешний диаметр твэла 0,84 см, высота 11 см [2].

Анализ безопасности реактора включает в себя рассмотрение запроектных, сопровождающихся при множественных отказах тяжелыми повреждениями в активной зоне с расплавлением материалов. Для заключения о возможности удержания радиоактивных фрагментов разрушенной активной зоны внутри реакторного корпуса в маловероятном случае тяжелой аварии требуется рассмотрение их термического состояния в объеме теплоносителя на днище корпуса [3].

Задача данной работы - разработка расчетной программы и выполнение численных экспериментов с целью определения максимальных температур в насыпном слое, которые сопоставляются с температурой кипения топлива, в результате чего формируется заключение о безопасности реактора.

Библиографический список

- 1. Левченко, В.А.** Белугин В.А. и др., Основные характеристики америциевого реактора для нейтронной терапии. Реактор «Марс» / Известия вузов. Ядерная энергетика. - 2003. - №3. – С. 72-82.
- 2. Левченко, А.В.** Баршевцев В.А., Казанский Ю.А. Выбор топливной композиции для специализированного медицинского реактора / Известия вузов. Ядерная энергетика. - 2009. - №3. С. 113-119.
- 3. Власичев, Г.Н.** Анализ безопасности ЯЭУ: Метод. указания, ч.2 / НГТУ; Н.Новгород, 2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ ЖИДКОСТИ НА ПОКАЗАНИЯ РЕФЛЕКС-РАДАРНОГО УРОВНЕМЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рефлекс-радарный уровнемер - это устройство, которое используется для определения уровня жидкостей, обладающих диэлектрической проницаемостью.

Принцип измерения рефлекс-радарного (Time Domain Reflectometry) уровнемера основан на технологии рефлектометрии интервала времени (TDR). Устройство передает электромагнитные импульсы малой мощности по гибкому волноводу через равные интервалы времени. Эти импульсы перемещаются по волноводу со скоростью, сопоставимой со скоростью света.

Достигнув поверхности измеряемой жидкости (если волновод сухой, то его конца), импульсы отражаются обратно к источнику, при этом интенсивность отражения зависит от диэлектрической проницаемости жидкости. Прибор измеряет время между моментами отправки и принятия импульсного сигнала, затем из времени прохождения сигнала можно определить уровень жидкости в какой-либо емкости.

Для проведения опытов по определению влияния диэлектрической проницаемости жидкости на показания уровнемера была построена опытная установка. Установка состоит из емкости с жидкостью, вертикальной трубы (в которую помещен уровнемер), насоса, магнитного клапана (нормально закрытого), а также соединительных трубок. Управление установкой производится с пульта управления. При нажатии кнопки «заполнение» открывается магнитный клапан и включается насос; вертикальная труба заполняется жидкостью. При нажатии кнопки «спуск» открывается только магнитный клапан и жидкость спускается самотеком в емкость.

В ходе работы проводится два опыта:

- исследование показаний уровнемера в зависимости от уровня жидкости;
- исследование показаний уровнемера для жидкостей с разными диэлектрическими проницаемостями (бензин, дизельное топливо).
- В первом опыте труба с прибором заполняется на три отметки:
- сухой волновод (в вертикальной трубе нет жидкости);
- волновод погружен в воду на половину;
- волновод полностью погружен в воду.
- По результатам опыта фиксируются три показания уровнемера:
- большая длительность прохождения сигнала – волновод сухой;
- средняя длительность – волновод погружен в воду на половину длины;
- малая длительность – волновод полностью погружен в воду.

Разность длительности сигналов между сухим волноводом и волноводом, погруженным на половину, равна разности длительности сигналов между волноводом, погруженным на половину и полностью. Из этого можно сделать выводы, что показания уровнемера линейно зависят от уровня жидкости в вертикальной трубе (емкость, в которую помещен волновод с жидкостью).

При проведении опыта с двумя разными жидкостями по графикам можно сказать, что амплитуда отраженного сигнала зависит от диэлектрической проницаемости, чем выше проницаемость жидкости, тем выше амплитуда отраженного сигнала. Таким образом, зная температуру жидкости, по амплитуде отраженного сигнала можно определить диэлектрическую проницаемость жидкости и саму исследуемую жидкость (в некоторых пределах).

ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ КАК СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При разработке долгосрочных программ развития энергетики возникает необходимость поиска возможных путей развития научно-технического прогресса в области инновационных технологий генерирования энергии.

Одним из них является использование управляемого термоядерного синтеза как способа получения энергии. Это направление привлекает внимание, так как обусловлено высокой энергоемкостью синтезного топлива при неограниченном ресурсном обеспечении. Кроме этого, вероятность взрыва, связанного с увеличением мощности реакции, сводится к минимуму, вырабатываются радиоактивные отходы с коротким периодом полураспада по сравнению с радиоактивными отходами ядерных энергетических реакторов.

Получение данного вида энергии возможно за счет работы термоядерных реакторов на управляемом термоядерном синтезе, происходящем в высокотемпературной плазме и представляющем собой синтез более тяжелых атомных ядер из более легких.

Реализация управляемого термоядерного синтеза в земных условиях затруднительна. Для этого необходимо создать установку, в которой нагретую до нескольких миллионов градусов плазму, представляющую собой ядерное горючее, нужно удерживать в состоянии с высокой плотностью. Известные на данный момент материалы не могут быть использованы для удержания плазмы в замкнутых объемах, так как они будут испаряться.

На данном этапе развития технологий существует два способа удержания высокотемпературной плазмы - магнитное и инерционное удержание. Магнитное удержание основывается на использовании магнитных полей с целью удержания плазмы в замкнутых объемах. Такой способ реализован в тороидальных камерах с магнитными катушками, представляющими собой установку тороидальной формы для магнитного удержания плазмы, с целью достижения условий протекания термоядерного синтеза. Способ инерционного удержания осуществляется одновременным воздействием на маленький дейтерий-тритиевый шарик с нескольких направлений очень интенсивных лазеров или электронных пучков. Вследствие такого воздействия шарик передается огромное количество энергии, которое мгновенно сжимает, нагревает и превращает его в кусок высокотемпературной плазмы. То есть в этом методе используется инерционность вещества.

В заключение стоит сказать, что освоение термоядерного синтеза может многократно увеличить ресурсную базу ядерной энергетики. Связано это с тем, что источником энергии служит вода, в которой пусть в малых количествах содержится основа синтезного топлива – дейтерий, обладающий огромным потенциалом. Однако использование термоядерной энергетики в промышленных целях не имеет смысла, так как существующие на данный момент способы запуска ядерного синтеза дают на выходе энергии меньше, чем затрачено при пуске.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОСИФОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Испарительные термосифоны находят применение в теплотехнике как надежные и простые аппараты транспортировки тепловой энергии.

Одной из основных задач теплофизики является нахождение оптимальных способов передачи тепла, способы улучшения теплоэффективности установки. Мы начали изучение теплопереноса в термосифонах, потому что они обеспечивают высокий уровень эквивалентной теплопроводности [1].

Использование термосифонов как в промышленности, так и в ЖКХ может быть весьма эффективным. На многих промышленных предприятиях значительное количество теплоты технологических процессов с достаточно высокой температурой выбрасывается в окружающую среду. Из-за агрессивности и загрязненности многих источников теплоты. При использовании традиционных теплообменных аппаратов (например, для ее непосредственной передачи потребителю) возникает ряд проблем, связанных с надежностью и безопасностью. В то же время термосифоны, как показали результаты их применения в таких условиях, являются достаточно эффективными. В ЖКХ термосифоны как высокоэффективные теплопередающие устройства могут широко использоваться как для непосредственного переноса теплоты от источников с соответствующей температурой в систему теплоснабжения, так и для переноса теплоты от низкопотенциальных источников к установкам, догревающим теплоноситель до необходимой температуры [2].

Конструкция термосифонов представлена на рис.1 и рис.2. В трубу помещается небольшое количество воды, затем из трубы откачивается воздух, она плотно закрывается. Нижний конец трубы нагревается, что вызывает испарение жидкости и движение пара к холодному концу трубы, где он конденсируется. Конденсат под действием гравитационных сил возвращается к горячему концу. Так как скрытая теплота парообразования велика, то даже при очень малой разности температур между концами термосифона он может передавать значительное количество теплоты. Таким образом, подобная конструкция имеет высокую эффективную теплопроводность.

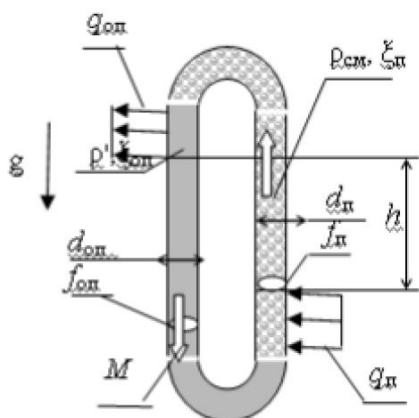


Рис. 1. Схема торообразного испарительного термосифона

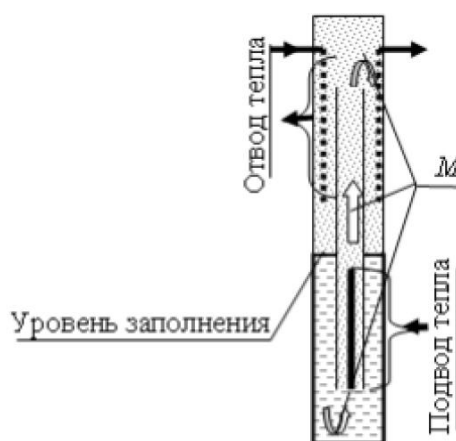


Рис. 2. Испарительный термосифон с циркуляционной вставкой

Особенности течения парожидкостной смеси в контурах естественной циркуляции испарительных термосифонов определяют наличие оптимальных и предельных режимов транспорта тепла и естественных ограничений на интенсивность теплопередачи. Это

обусловлено геометрией контура циркуляции, величиной передаваемой мощности, степенью заполнения и взаимодействием потоков теплоносителя внутреннего объема аппарата, а также теплофизическими свойствами теплоносителя в состоянии насыщения.

Задачей данной работы является разработка расчетной программы и выполнение экспериментов с целью определения характеристик термосифона при различных мощностях, уровне заполнения рабочего тела, вида рабочего тела. В результате формируется заключение об эффективности термосифона.

Библиографический список

- 1. Лапшин, Р.М.** О предельной мощности испарительных термосифонов/ Труды НГТУ. - 2010. - №4. – С.132-137.
- 2. П.Д.Дан, Д.А.Рей** Перевод с английского Ю. А. Зейгарника Тепловые трубы/ МОСКВА ЭНЕРГИЯ-1979-С.15-16

УДК 621.039.58

СЫНГАЕВСКАЯ А.А.², БЕРБЕРОВА М.А.¹, ИСЛАМОВ Р.Т.¹

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРЕССА НА ВЕРОЯТНОСТЬ ОШИБОК ПЕРСОНАЛА В РАМКАХ АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ПЕРСОНАЛА

АНО Международный Центр по ядерной безопасности¹,
Московский физико-технический институт (ГУ)²

Анализ надежности персонала – это одна из задач, изучаемых в рамках вероятностного анализа безопасности. Персонал – неотъемлемая часть любой АЭС, при этом самая незащищенная его часть. Вследствие аварий возникает возможность не только отказа оборудования, но и нанесения ущерба персоналу, жителям вблизи АЭС и экологии.

Подходы к расчету вероятности ошибок персонала хотя и учитывают человеческий фактор, но не психофизиологические особенности персонала. Авария в результате каких бы действий/ошибок не возникала - всегда внешний раздражитель для оператора. В стрессовой ситуации (особенно если имеет место угроза жизни, а времени на вмешательство мало) оператор будет действовать более эмоционально, что может сильно повлиять на совершение ошибок при проведении послеаварийных действий. В зависимости от вероятных последствий аварии и времени на вмешательство персонал будет подвергаться различным уровням стресса, что напрямую повлияет на выполнение действий персонала по устранению неполадок при возникновении аварийной ситуации. Исследование касается ситуаций, в которых оператору необходимо произвести ручное вмешательство.

Сценарии вмешательства персонала состоят из обнаружения, диагностики аварии, выборе корректных послеаварийных действий и их исполнения. На каждом из этих этапов оператор может совершить ошибки. Такие сценарии описаны в документах АЭС и исследуются уже продолжительное время в рамках анализа надежности персонала.

ГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА α -n ИСТОЧНИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эксперименты с нейтронами в условиях Института ядерной энергетики и технической физики реализовать на практике не представляется возможным, потому разработка расчетно-графического метода исследования ядерных реакций, заменяющего натурные эксперименты, является весьма актуальным.

В работе моделируется нейтронный источник при облучении ${}^9_4\text{Be}$ α -частицами от ${}^{239}_{94}\text{Pu}$ ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} = {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$. Для нахождения энергии получившихся нейтронов используется метод импульсных диаграмм [1].

Целями работы являются: определение типов ядерных реакций по фотографиям треков частиц, снятых в камере Вильсона; определение импульса, угла вылета и энергии нейтрона в ядерной реакции ${}^4_2\text{He} + {}^9_4\text{Be} = {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$; расчет спектра получаемых нейтронов; изучение угловой диаграммы полученных нейтронов и ядер углерода.

Нейтроны – нейтральные элементарные частицы. Их треки зарегистрировать, к примеру, в камере Вильсона невозможно. Поэтому в данной задаче необходимо определить траекторию нейтронов и ширину спектра по трекам ядер ${}^{12}_6\text{C}$ и ${}^4_2\text{He}$. Сначала определим энергию ядерной реакции и соотношения для энергии и импульса α -частицы и продуктами ядерной реакции. Энергия альфа-частицы $T_\alpha = 5,0$ МэВ. Найдем углы вылета, кинетическую энергию нейтронов, а также импульс, используя законы сохранения энергии и импульса в лабораторной системе координат.

$$\vec{P}_\alpha = \vec{P}_C + \vec{P}_n;$$

$$T_n = \frac{m_\alpha \cdot m_n \cdot T_\alpha}{(m_C + m_n)^2} \cdot \left[\cos \theta_n \pm \sqrt{\cos^2 \theta_n + \frac{(m_C + m_n)((m_C - m_n) \cdot T_\alpha + m_n Q)}{m_\alpha \cdot m_n \cdot T_\alpha}} \right]^2.$$

При определении кинетической энергии ядер углерода T_C в предыдущей формуле необходимо заменить индексы n на C, а угол θ_n на α_C .

Из анализа выражения для ${}^{12}_6\text{C}$ находим максимальный угол, под которым будут вылетать ядра ${}^{12}_6\text{C} \sim 44^\circ$. Используя метод импульсных диаграмм определим энергию, импульсы и ширину спектра полученных нейтронов. $\Delta T_n = 4$ МэВ.

Данный метод решения ядерных реакций является широко распространенным, доступным для понимания, достаточно простым и наглядным при использовании для решения ядерных реакций.

Библиографический список

1. Ландау, Л.Д. Квантовая механика. М:Физматлит, 2004
2. Мухин, К.Н. Ядерная физика. М: Атомиздат, 1982.
3. Кадилин, В.В. Рябева Е.В., Самосадный В.Т. Прикладная нейтронная физика. М.: НИЯУ МИФИ, 2011.

ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ С ПОМОЩЬЮ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время используются несколько вариантов измерения уровня жидкостей: поплавочные системы, использование резистивных элементов, ультразвуковой и емкостной методы. Существует метод, основанный на рефлектометрии интервала времени (Time Domain Reflectometry), который будет описан в данной работе.

Первые работы по применению TDR метода для анализа уровней жидкостей относятся к 60-м годам XX в. В качестве измерительного зонда простейшего уровнемера использовалась коаксиальная или двухпроводная линия передачи с воздушным заполнением, которая погружалась в исследуемую среду и позволяла определить границу раздела фаз по задержке сигнала.

Принцип работы устройства заключается в следующем: в волновод посылается короткий зондирующий импульс малой мощности, который распространяется по нему приблизительно со скоростью света. При достижении поверхности жидкости часть энергии отражается обратно, и интенсивность отражения зависит от диэлектрической проницаемости жидкости. Далее измеряется промежуток времени между отправленным и принятым импульсами.

Измерение интервала времени методом TDR осуществляется посредством модуля измерения времени заряда СТМУ (Charge Time Measurement Unit). Его задача - измерить время между отправкой и отразившимся от жидкости импульсом. Модуль СТМУ производит заряд конденсатора малым постоянным током, а затем замер результирующего напряжения. Исходя из измеренной разности напряжения можно посчитать время между отправленным и принятым импульсами. Модуль СТМУ позволяет точно измерять промежутки времени вне зависимости от частоты процессора, поэтому точность измерений будет значительно выше из-за отсутствия дискретности счета таймера процессора.

Использование TDR метода для измерения уровня жидкости имеет некоторые преимущества: отсутствие подвижных систем (в отличие от поплавочных систем), высокая коррозионная стойкость (если сравнивать с ультразвуковыми методами измерения), не зависит от типа жидкости (как зависят емкостные методы), по амплитуде отраженного сигнала возможно отличить тип жидкости.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ И ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЕКТА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИМПУЛЬСНОГО РЕАКТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Импульсный ядерный реактор – это физическая установка, генерирующая мощные короткие нейтронные вспышки. Общей особенностью импульсных реакторов является создание на короткий промежуток времени условий для развития цепной реакции деления на быстрых нейтронах. Импульсные реакторы при значительно меньшей мощности (от нескольких киловатт до 2 МВт) в сравнении с энергетическими установками позволяют генерировать большие потоки нейтронов за короткий промежуток времени (длительность импульсов может варьироваться от 10 до 250 мкс), что полезно в испытании материалов и

приборов, исследовании структур и характеристик веществ.

При многократно меньшей проектной мощности моделируются условия, близкие к условиям стационарных установок для проведения нейтронно-физических исследований. Импульсные реакторы чрезвычайно полезны в проведении ряда научных экспериментов. Подобный тип реакторов применяется для испытаний элементов ядерных энергетических установок, испытания материалов и изучения их свойств при радиационном воздействии, испытания приборов, фундаментальных исследованиях в области ядерной физики и элементарных частиц.

На сегодняшний день импульсные реакторы различаются формой и материалами активной зоны, принципом работы, формой и характером нейтронного импульса. Выделяют несколько типов импульсных установок, которые можно разделить по способу инициирования и гашения импульсов на три категории:

- аperiodические (импульсные реакторы самогасящегося действия), импульс развивается в результате быстрого увеличения реактивности, а затем потом гасится за счет большого отрицательного температурного коэффициента реактивности;
- периодические, в которых многократно повторяющиеся импульсы делений формируются посредством внешнего модулятора реактивности;
- бустеры, действие которых основывается на размножении нейтронов независимого источника в подкритической среде.

В качестве примеров успешной реализации импульсных реакторов выступают серийные проекты многоцелевых реакторов TRIGA и отечественные модели ИБР, БАРС, ИГР, ВИР. Различные характеристики и формы исполнения импульсных реакторов позволяют подробнее изучить основные принципы и закономерности, проанализировать достоинства и недостатки конструкций, а также надежность и пользу данных типов реакторов. Развитие технологии импульсных реакторов способствует развитию смежных отраслей науки. Распространение импульсных реакторов при создании бюджетных проектов малой мощности позволит расширить опытные возможности по проведению экспериментов, послужит источником получения навыков обеспечения безопасности и эксплуатации реальных ядерных установок.

Важнейшими характеристиками импульсных ядерных реакторов являются параметры нейтронных импульсов: величина нейтронного потока, его равномерность в доступном для исследований объеме, длительность вспышки. С увеличением нейтронного потока и уменьшением продолжительности импульса возрастает качество проводимых исследовательских работ, но добиться одновременно лучших параметров во время проектирования не представляется возможным, поэтому приходится находить компромисс. В зависимости от типа установки изменяется и пространство в реакторе, которое доступно для размещения изучаемых образцов. На вид проводимых исследований влияет также периодичность импульсов, длительность пауз между вспышками, что тоже связывается с особенностью конструкции установки. В итоге определяющим фактором при выборе параметров установки становится разнообразие планируемых к проведению работ на импульсном реакторе.

Библиографический список

1. Лукин, А.В. Физика импульсных ядерных реакторов, Снежинск: РФЯЦ – ВНИИТФ, 2006. 528 с.
2. Шабалин, Е.П. Импульсные реакторы на быстрых нейтронах, М.: Атомиздат, 1976. 248 с.

ПРОВЕРКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДНОЙ ОБЛАСТИ КРИВЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ГЛАДКИХ ТРУБАХ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проектирование и постройка как стационарных, так и транспортных энергетических установок достаточно сложная комплексная задача. При проектировании трубопроводов, включающих в себя такие элементы, как парогенераторы или реакторы, одним из важнейших аспектов является определение гидравлического сопротивления, ограничивающего долю скоростного напора, затрачиваемого на преодоление местных сопротивлений. Вполне естественно, что для получения подобных данных в случае проектирования сложных циркуляционных трактов (рис. 1) приходится (в дополнение к расчетному определению искомых величин) строить дорогостоящие масштабные макеты, учитывающие близкое расположение местных сопротивлений друг к другу, их взаимное влияние, сложный характер процессов течения жидкости и проводить на них большое количество экспериментов по проливке. В том числе и по этой причине при проектировании нового оборудования сталкиваются с большими финансовыми затратами и затратами времени. Актуальность нашего исследования связана с попыткой минимизировать затраты времени и средств при проектировании новых циркуляционных трактов путем прогнозирования кривой гидравлического сопротивления.

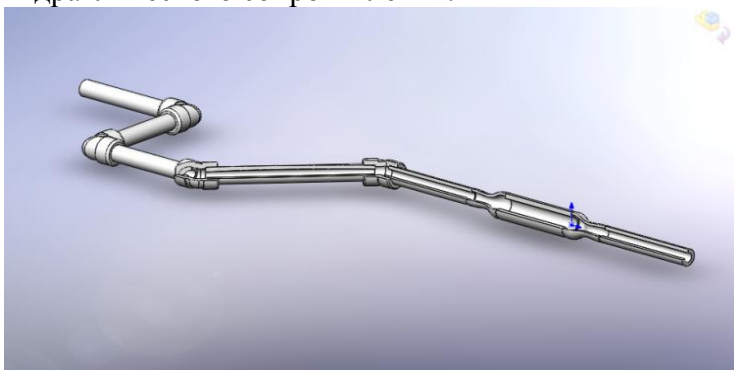


Рис. 1. Исследуемый участок циркуляционного тракта

Известна методика прогнозирования кривой гидравлического сопротивления в области, соответствующей переходному режиму течения по углу наклона кривой в области малых чисел Рейнольдса. Предлагаемая методика прогнозирования основана на трансформации результатов экспериментальных исследований и теоретических данных,

полученных при рассмотрении течения теплоносителя в циркуляционных системах различной конструкции. В процессе обработки ряда экспериментальных данных по проливке циркуляционных трактов была выявлена обобщенная зависимость, позволяющая прогнозировать влияние гидравлических сопротивлений на течение теплоносителя в переходной от ламинарного к турбулентному режиму течения жидкости области кривой гидравлического сопротивления.

Для получения большего количества экспериментальных данных и проверки этой обобщенной зависимости нами был спроектирован и собран участок циркуляционного тракта, содержащий несколько различных местных сопротивлений. Данный участок присоединяется к экспериментальному стенду ЭМЖ-09-14ЛР-01. Проведя серию экспериментов по проливке данного участка циркуляционного тракта при числах Рейнольдса от 800 до 20000, мы получили необходимые экспериментальные данные для уточнения и проверки предполагаемой зависимости. Данное исследование позволит сделать вывод о возможности использования указанной методики прогнозирования для более сложных систем трубопроводов и для использования ее при проектировании циркуляционных трактов произвольной конструкции.

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ВИЗУАЛИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ДАННЫХ В ММ ДЛЯ АНАЛИЗА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В АКТИВНОЙ ЗОНЕ

АО «ОКБМ Африкантов»

При моделировании таких сложных объектов, как активная зона реакторной установки, встает проблема обработки больших массивов данных для верификации созданных математических моделей на экспериментальных данных. При наличии в модели активной зоны порядка 700-800 расчетных каналов, необходимо обрабатывать, как минимум, четыре параметра для каждого канала: температура теплоносителя на входе и на выходе в канал, расход теплоносителя через канал и энерговыделение в канале. Таким образом, чтобы следить за динамикой переходных процессов в активной зоне в ассиметричных режимах работы реакторной установки, необходимо отслеживать изменения порядка 3000 параметров, представленных в текстовом виде.

Для более эффективной работы с большим количеством данных и облегчения отладки математических моделей были созданы универсальные средства визуализации.

В состав средств визуализации входят:

- - картограмма;
- - детекторы прямого заряда;
- - приложение для оценки перекоса нейтронного поля.

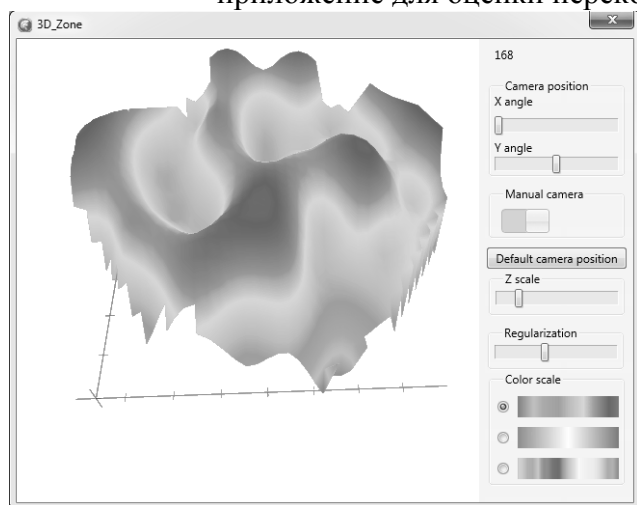


Рис. 1. Интерфейс приложения для оценки перекоса нейтронного поля

цвету показан перепад энерговыделения относительно минимального/максимального значения в этом канале.

Приложение для оценки перекоса нейтронного поля (рис. 1) было создано для отображения динамики состояния поля на выходе из активной зоны в виде 3D модели в ассиметричных режимах работы реакторной установки или при движении органов регулирования. Приложение может быть подсоединено к модели активной зоны в процессе расчета, и может отображать экспериментальные данные, накопленные в файлах.

Теплогидравлические и нейтронно-физические расчеты модели активной зоны выполняются в ПК SimInTech с интегрированным расчетным кодом RASNAP. Описанные средства визуализации также выполнены в среде SimInTech, а приложение для оценки перекоса нейтронного поля имеет интерфейс для прямого обмена данными с расчетным кодом RASNAP. Это позволяет использовать разработанные средства визуализации для работы с моделями активных зон различных реакторных установок.

**ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА
ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ РЕШЕТКИ
НА ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ
В ТОПЛИВНОЙ СБОРКЕ ТВС-КВАДРАТ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На протяжении нескольких лет важной и актуальной исследовательской задачей атомной энергетики является исследование структуры турбулентного потока и особенностей перемешивания теплоносителя в топливных сборках ядерных реакторов. Основным вопросом к рассмотрению обозначен выбор конструкции перемешивающих решеток, снабженных турбулизирующими элементами, которые обеспечивают снижение неравномерности теплогидравлических характеристик потока и повышение запаса до кризиса теплоотдачи. Однако наличие завихрителей приводит к повышению гидравлического сопротивления сборки, поэтому особое внимание следует уделить выбору оптимальных параметров дефлекторов.

В настоящее время для решения широкого круга прикладных задач проектирования объектов атомной энергетики активно используются программы трехмерного теплогидравлического расчета (CFD), позволяющие помочь конструкторам оптимизировать форму перемешивающих решеток ТВС еще до изготовления и тем самым сократить объем экспериментальных исследований. Однако при оценке эффективности той или иной конструкции решетки необходимо разработать подход к выбору критериев оптимизации с учетом возможностей программ численного моделирования, а также рассмотреть различные фрагменты ТВС, условия охлаждения в которых могут отличаться от стандартных (регулярных) областей из-за особенностей конструкции.

В докладе представлен краткий обзор критериев для количественной оценки эффективности перемешивающих решеток, приведены результаты численного моделирования теплогидравлических процессов в потоке теплоносителя для стандартной ячейки тепловыделяющей сборки реактора PWR и для ячейки ТВС в области направляющего канала. Получены численные значения критериев, характеризующих эффективность перемешивания для решеток с дефлекторами различной геометрической формы, а также проведено сравнение результатов указанных критериев для двух фрагментов топливной сборки.

Библиографический список

1. Добров, А.А. Мартынова К.А., Фадеева Ю.А., Хробостов А.Е. Применение современных CFD-кодов для моделирования теплогидравлических процессов в ТВС-КВАДРАТ реактора PWR / А.А. Добров [и др.] // Труды НГТУ – 2016. №3(114). - С. 55-63
2. Применение CFD кода для анализа эффективности смесительных дефлекторов решеток ТВС / А.С. Носков, А.А. Фальков, Д.Л. Шипов // Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР: сб. докладов МНТК2013 – Подольск, 2013.

ОСНОВНЫЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО ВЫБОРУ МЕТОДА ОБОГАЩЕНИЯ УРАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В наиболее распространенных современных ядерных реакторах делящимся изотопом является уран-235, с экономической и технологической точки зрения его доля от общего количества топлива должна составлять 3-5%. Однако, в природном уране необходимого изотопа содержится всего 0,711%. Поэтому необходимо искусственно повысить содержание этого изотопа в уране, иначе говоря, обогатить уран по делящемуся изотопу.

Большинство методов обогащения основано на различной массе атомов разных изотопов: уран-235 легче 238-го, так как в составе его ядра содержится меньшее количество нейтронов. Это проявляется в разной инерции атомов, то есть при движении изотопов по дуге, тяжелые будут стремиться двигаться по большему радиусу, чем легкие. На данном принципе построены аэродинамический и электромагнитный методы обогащения, а также метод центрифугирования газа.

Метод газового центрифугирования основан на разном поведении частиц в центробежном поле: если газообразную смесь изотопов пропускать через множество отдельных газовых центрифуг, собранных в каскад, то вследствие высокой скорости вращения ротора и осевой циркуляции газа внутри него произойдет разделение легких и тяжелых изотопов на слои, где их и можно будет собрать. Основным плюсом использования газового центрифугирования как метода обогащения урана состоит в зависимости коэффициента разделения от абсолютной разницы в массе, а не от отношения масс. Недостатком данного метода является необходимость обеспечения очень больших угловых скоростей порядка 60000 об/мин. Однако на сегодняшний день метод газового центрифугирования представляет собой самый экономичный и распространенный способ разделения изотопов.

Метод электромагнитного разделения основан на том, что два иона различной массы, имеющие равную энергию, под воздействием магнитного поля, перпендикулярного направлению их движения, будут фокусироваться в разных точках пространства. Данный метод обладает высокой степенью разделения. Это была исторически первая техника, способная к производству оружейного урана. Значительный недостаток рассмотренного метода – низкая производительность.

Принцип действия аэродинамической сепарации заключается в создании вихревых потоков газа, подаваемого под давлением. В образованных потоках происходит разделение на зоны большей концентрации легких и тяжелых изотопов урана. Сложность технологии изготовления форсунок и поддержание урана в газообразном состоянии являются главными недостатками описанного метода, которые сопровождаются значительными энергозатратами.

На данном этапе развития технологий наиболее распространенным методом обогащения является газочентрифужный. За счет эффективного использования в качестве сырья не только UF₆ природного изотопного состава, но и отвалного материала с меньшим содержанием ²³⁵U делает этот метод наиболее экономически выгодным. Поэтому, в частности, отвал считается ценным сырьем для использования в будущем.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ В КОСМОСЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Еще на заре космической эры ядерная энергия рассматривалась как основной источник для долговременных и энергоемких космических операций: создание баз на Луне и межпланетных полетов, единственный источник энергии в дальнем космосе. История практической реализации проектов по использованию ядерной энергии в космосе показывает, что это дорогостоящий и небезопасный процесс. В настоящее время в России и США ведется разработка и создание космических ядерных энергетических установок следующего поколения. Ранее созданные в СССР установки «Бук» и «Тополь» имели недостаточный уровень мощности и низкий ресурс работы, также неудачными были попытки использования в космосе термоэлектрических реакторов-преобразователей (установки «Ромашка» и «SNAP-10A»). Применение ядерных энергоустановок в космосе на данный момент предусматривает их использование только в том случае, если невозможно решить поставленную задачу с помощью других источников энергии. Основным из таких источников является солнечная энергия и ее использование с помощью солнечных панелей и батарей. За последнее время мощность и КПД этих установок возросли и достигли уровней порядка 20 кВт.

Эксперты считают, что для полетов в дальний космос использованию ЯЭУ практически нет альтернативы. Для проектов, подобных экспедиции на Марс, преимущество использования ядерной энергетики не вызывает сомнений. Причем ЯЭУ может служить как источником энергии для жизнеобеспечения экипажа и питания аппаратуры, так и средством, обеспечивающим движение, в том числе, с помощью ядерного ракетного двигателя. В соответствии с современными представлениями это должен быть транспортно-энергетический модуль, гарантирующий вывод аппарата на определенную орбиту и возможность ее смены. Такая двухрежимная установка с уровнем мощности порядка 100 кВт даст возможность вывести космический корабль на рабочую орбиту.

Наряду со всеми плюсами, использование ядерной энергии в космосе имеет ряд недостатков. Жесткие требования к массе на космических кораблях не позволяют установить достаточную противорадиационную защиту. Вследствие чего ионизирующее излучение из активной зоны, которое нельзя ни экранировать, ни использовать, исключает применение реакторов на пилотируемых кораблях. Также пока ограничен срок службы реактора. Теоретически извлечение отработанного горючего и перезаправка на орбите возможны, но они потребуют больших затрат. И наконец, третья проблема - утилизация оборудования и топлива. Несмотря на все плюсы и минусы, следует отметить, что при должном финансировании и внимании общественности и ученых к технологии использования ядерной энергии в космосе, человечество уже в ближайшем будущем способно подойти к промышленному освоению космоса, пилотируемым полетам на Марс и Венеру, а также к исследованию дальних планет. По экспертным оценкам «время в пути» до Марса при использовании ядерной энергоустановки мегаваттного класса составляет менее 5 ч.

ОЦЕНКА ЛОКАЛЬНЫХ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗМЕЕВИКОВОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ CFD-КОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание современных высокотехнологичных энергетических установок во многом связано с повышением эффективности теплообменных аппаратов (ТА). Снижение массогабаритных характеристик при одновременном увеличении производительности теплообменников приводит к повышению их теплонапряженности. При проектировании таких ТА возникает необходимость оценки локальных теплогидравлических характеристик, напрямую связанных с технико-экономическими и ресурсными характеристиками установки в целом.

В современных условиях значимый экономический эффект при создании высоконапряженных теплообменников может быть достигнут с применением трехмерных CFD (computational fluid dynamics) кодов для супер-ЭВМ. Данный подход позволяет снизить издержки, связанные с необходимостью натурных испытаний и получать приемлемые в инженерной практике интегральные и локальные теплогидравлические характеристики вновь проектируемого оборудования. Однако применение CFD-кодов имеет ряд недостатков, связанных с необходимостью:

- подготовки высококвалифицированных специалистов для работы с программными средствами;
- создания банка экспериментальных данных для проведения процедуры верификации программных средств на предмет решения задач, не имеющих надежных аналитических решений;
- непосредственного осуществления процедуры верификации.

Настоящая работа посвящена расчету и проектированию теплообменника с применением трехмерного теплогидравлического расчетного кода ANSYS CFX.

При сравнительном анализе различных конструктивных решений теплообменника был выбран аппарат с теплообменной поверхностью змеевиком типа. На основании требуемых параметров теплоносителя был проведен конструктивный расчет аппарата по существующим обобщенным зависимостям. В результате расчета были определены размеры поверхности теплообмена и проходного сечения теплоносителя.

Разработка расчетной модели для проведения численного исследования основывалась на применении структурированной гексаэдрической и автоматически сгенерированной тетраэдрической сеток. Граничные условия задавались на соответствующих поверхностях геометрической модели, исходя из режимных параметров теплоносителя. Для проведения расчета была выбрана реализованная в ANSYS CFX модель турбулентности Рейнольдсовых напряжений.

В результате численного моделирования были определены локальные и интегральные теплогидравлические характеристики теплообменного аппарата, подтверждено соответствие проектируемого теплообменника техническому заданию.

На основании проведенных расчетов был изготовлен ТА, который в настоящее время используется в составе системы технической охлаждающей воды и экстренного расхолаживания теплофизического стенда ФТ-80 ИЯЭиТФ.

Приведенные в настоящей работе результаты расчетно-экспериментального исследования теплогидравлических характеристик змеевиком теплообменника, а также опыт создания расчетной модели могут быть использованы для верификации расчетных модулей при проектировании ТА подобного типа.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ СПУТНЫХ ПОТОКОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В КВАДРАТНОМ КАНАЛЕ МЕТОДАМИ КОНТАКТНОЙ ТЕРМОМЕТРИИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНДУКТОМЕТРИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В процессе работы реакторных установок могут возникать процессы смешения теплоносителя с различными физическими параметрами. Влияние пульсационных процессов на конструктивные материалы учитывается как при оценке остаточного ресурса установки, так и решении вопроса о продлении эксплуатации.

В качестве тестовой задачи по расчету интенсивности пульсаций параметров теплоносителя можно рассмотреть движение спутных потоков теплоносителя в квадратном канале. На базе лаборатории «Реакторная гидродинамика» кафедры АТС НГТУ им. Р. Е. Алексеева был спроектирован исследовательский стенд для постановки тестовых экспериментов по смешению спутных потоков воды.

Экспериментальная модель представляет собой канал квадратного поперечного сечения. Выбор квадратной формы канала обусловлен возможностью получения четкой границы раздела потоков, на которой исследуется процесс смешения. Кроме того, появляется возможность получить устойчивые картины осредненного и мгновенного значений полей температуры и концентрации, а также проследить развитие смешения спутных потоков по длине канала путем измерения температуры и концентрации в нескольких сечениях при различных режимах течения.

При этом сбор данных о процессе смешения производился двумя методами: контактной термометрии и матричной кондуктометрии. Использование термопар позволяет регистрировать возникновение пульсаций температуры теплоносителя. Для получения картины пульсаций в целом по сечению канала используется метод пространственной кондуктометрии с использованием сетчатого датчика.

Блок термопар, имеющий конфигурацию сетки, и сетчатый датчик установлены в одном сечении, это позволяет провести следующие серии экспериментов:

- смешение спутных неизотермических потоков;
- смешение изотермических потоков с различной концентрацией электрически контрастной примеси.

Проведение ряда испытаний для различных режимов течения позволило получить картины изменения удельной электропроводимости и температуры в сечениях установки. Также были экспериментально получены и подтверждены картины перемешивания потоков теплоносителя при турбулентном и ламинарном режимах течения.

Сравнение данных экспериментов со спутными неизотермическими потоками и изотермическими потоками с различной концентрацией электрически контрастной примеси показало, что средние уровни безразмерной концентрации находятся внутри диапазона безразмерных уровней температуры. Количественные расхождения в результатах по осредненным картинам смешения находятся в пределах 10 – 15%.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е Алексеева

На настоящем этапе развития энергетики повышение КПД тепловых установок путем совершенствования тепловой схемы, повышения начальных параметров пара, повышения КПД турбины практически исчерпаны. Выходом из данной ситуации остается повышение КПД теплообменного оборудования. Интенсификация теплообмена - один из эффективных способов повышения КПД как теплообменного оборудования, так и тепловой установки в целом.

Необходимо определить наиболее эффективный интенсификатор теплоотдачи при однофазном течении жидкости в каналах.

Будут проанализированы пять интенсификаторов, которые наиболее перспективным для промышленного применения: спиральная навивка, локально-спиральная навивка, спиральная накатка, кольцевая накатка, ленточный завихритель. Эффективность интенсификаторов оценивается с помощью таких характеристик, как гидравлическое сопротивление и число Нуссельта. Гидравлическое сопротивление - это потери удельной энергии, которая переходит в тепло, в гладких трубах эти потери обусловлены вязким трением. При использовании интенсификаторов появляются так называемые локальные сопротивления, повышающие гидравлическое сопротивление. Число Нуссельта характеризует теплообмен на границе стенка-жидкость, при использовании интенсификаторов частично разрушается вязкий подслои, в котором теплопередача осуществлялась теплопроводностью, в связи с этим теплообмен улучшается.

В ходе работы были построены зависимости: гидравлического сопротивления труб с интенсификаторами, по отношению к гладкой трубе, от Числа Рельнольдса в диапазоне $(10^4 - 8 \cdot 10^4)Re$, а также число Нуссельта для труб с интенсификаторами, по отношению к гладкой трубе, от числа Рельнольдса в диапазоне $(10^4 - 8 \cdot 10^4)Re$.

- спиральная навивка: при увеличении гидравлического сопротивления на 50%, число Нуссельта увеличилось на 47%, зависимость постоянна в диапазоне $(10^4 - 8 \cdot 10^4)Re$;
- локальная спиральная навивка: при увеличении гидравлического сопротивления на 36%, число Нуссельта увеличилось на 43% зависимость постоянна в диапазоне $(10^4 - 8 \cdot 10^4)Re$;
- спиральная накатка: при увеличении гидравлического сопротивления на 38% в диапазоне $(10^4 - 8 \cdot 10^4)Re$, число Нуссельта увеличилось на 42% при $Re=10^4$, затем плавно спадают до 10% при $Re=8 \cdot 10^4$;
- кольцевая накатка: при увеличении гидравлического сопротивления на 92% при $Re=10^4$ затем по экспоненте спадает до 66%, число Нуссельта увеличилось на 65% в диапазоне $(10^4 - 8 \cdot 10^4)Re$;
- ленточный завихритель: при увеличении гидравлического сопротивления на 40% при $Re=10^4$ затем плавно уменьшается до 32% при $Re=8 \cdot 10^4$, число Нуссельта увеличилось на 64% при $Re=10^4$, затем плавно снижалось до 45% при $Re=8 \cdot 10^4$.

В результате анализа характеристик можно сделать вывод о перспективности ленточных завихрителей, которые дают наибольший выигрыш в теплопередаче при небольшом увеличении гидравлического сопротивления; неплохой результат показала локальная спиральная навивка.

УДК 621.372.831

ГАРАНИН С.М., ДАНИЛОВ И.Н.

МЕТОД ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРЕХМЕРНО-НЕРЕГУЛЯРНЫХ ВОЛНОВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ КАНОНИЧЕСКИХ СЕЧЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной технике СВЧ и КВЧ диапазонов широко применяются различные устройства, построенные на основе отрезков нерегулярных экранированных волноводов. В качестве согласующих элементов между отдельными участками тракта применяются плавные волноводные переходы.

Существует немало различных электродинамических методов расчета характеристик передачи указанных структур (методов решения дифракционных задач: метод частичных областей, метод поперечных сечений и др.). Однако, как правило, при решении дифракционных задач ставятся определенные ограничения, в частности, на вид функции продольного сечения плавного перехода, а также на соосность соединяемых направляющих структур. Кроме того, временные затраты на решение указанных дифракционных задач иногда оказываются столь велики, что не позволяют в полной мере исследовать влияние всех параметров СВЧ устройства на результаты расчета его характеристик. В связи с этим актуально развитие как традиционных, так и новых, электродинамически обоснованных методов численно-аналитического решения задачи по расчету характеристик СВЧ устройств, построенных на базе трехмерно-нерегулярных волноводов.

Необходимость использования трехмерно-нерегулярных участков волноводного тракта в виде плавных переходов между экранированными волноводами, имеющими смещенные друг относительно друга оси симметрии, является очевидной. Компактность подобных переходов позволяет использовать их в летательных аппаратах, подвижных радиолокационных комплексах, где имеются жесткие ограничения массо-габаритных показателей радиотехнических систем бортовой аппаратуры связи и систем навигации. Кроме того, переходы, соединяющие несоосноориентированные регулярные волноводы, используются в измерительных СВЧ схемах, поскольку измерительные комплексы и приборы имеют фланцы со стандартными поперечными размерами волноводов.

Проектирование волноводных переходов и расчет характеристик их передачи в настоящее время осуществляется при помощи различных пакетов прикладных программ, например: CST Studio Suite, ANSYS HFSS и др. Их использование не дает четкого представления о работе алгоритмов, заложенных в основу этих программ, в результате чего не позволяет производить целенаправленную оптимизацию характеристик. Данный факт приводит к отсутствию понимания физических процессов в рассматриваемом устройстве и появлению различных трудностей в достижении оптимального результата. В связи с этим актуальным является вопрос создания универсальных алгоритмов расчета характеристик передачи волноводных переходов, и в качестве их реализации – разработка отечественного программного продукта.

В данной работе представлено решение дифракционных задач методом интегральных уравнений, основанных на лемме Лоренца. Произведен расчет характеристик передачи

различных волноводных переходов, согласующих экранированные волноводы прямоугольных поперечных сечений.

Развиваемый метод, основанный на интегральном соотношении Лоренца, позволяет существенно сократить затраты машинного времени на получение численных результатов, упростить запись алгоритмов расчета характеристик передачи плавных волноводных переходов.

УДК 551.46

ГРЕЧКО Д.А., КОВРИЛИН Д.А.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ КАК МАССИВ НЕРАСТЯЖИМЫХ СТРУН, ОБРАЗУЮЩИХ В ПОПЕРЕЧНОМ СЕЧЕНИИ ДВУМЕРНУЮ ТРИАНГУЛЯРНУЮ РЕШЕТКУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Методики акустической диагностики скелетных мышц, причисляемых к так называемым «soft solid» - материалам, основаны, прежде всего, на том, что скорость распространения в них сдвиговых волн на три порядка ниже характерной скорости продольных волн. Кроме этого, скелетные мышцы обладают сильной анизотропией упругих и диссипативных свойств, которые, в свою очередь, существенно изменяются в зависимости от состояния самой мышцы. Эти свойства используются при измерении характерных параметров скелетных мышц, что способствует извлечению важной диагностической информации о функциональном состоянии мышц и их патологий в медицинской практике.

В реальных экспериментах обычно изучается отклик динамической системы на заданный внешний монохроматический сигнал. Спектр такого отклика на сигнал достаточно высокой интенсивности может казаться слишком сложным для того, чтобы распознать структуру объекта из-за нелинейных процессов. Поэтому важно указать те частотные диапазоны, в которых динамика системы является наиболее простой и предсказуемой. Хорошей теоретической моделью скелетных мышц является стопка упругих пластинок, скрепляемых между собою прослойками желатина. Однако в настоящей работе скелетные мышцы смоделированы как массив параллельно упорядоченных филаментов или нерастяжимых упругих струн. В поперечном сечении эти струны образуют упругую двумерную триангулярную решетку, форма которой стабилизирована так называемыми М-мостиками. Изучены резонансные свойства указанной системы. Предложена структурная схема для параметрической идентификации по данным волновых испытаний в скелетных мышцах.

УДК 621.317

ГУНБИНА А.А., ПАНКРАТОВ А.Л., ГОРДЕЕВА А.В.,
ЗБРОЖЕК В.О., ШАМПОРОВ В.А., РЕВИН Л.С., КУЗЬМИН Л.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЕМНОЙ МАТРИЦЫ НА ОСНОВЕ БОЛОМЕТРОВ НА ХОЛОДНЫХ ЭЛЕКТРОНАХ ДЛЯ МИССИИ OLIMPO

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эксперимент OLIMPO - это 2,6-метровый телескоп на воздушном шаре для изучения свойств и эволюции Вселенной на частотах 150, 220, 345 и 480 ГГц. Для реализации эксперимента необходимы сверхчувствительные детекторы. Боллометры на холодных

электронах (БХЭ) являются перспективными детекторами для космологических приложений, так как обладают всеми качествами, необходимыми для выполнения поставленных задач: высокая чувствительность к терагерцовому излучению и устойчивость к воздействию космических лучей.

В настоящей работе была смоделирована, изготовлена и измерена приемная матрица на основе БХЭ с центральной частотой 345 ГГц для миссии OLIMPO. Требования, предъявляемые к образцу: центральная частота 345 ГГц, поглощаемая мощность в полосе частот 330-360 ГГц – не менее 50% на первой моде для каждой из поляризаций, собственный шум приемной системы должен быть меньше фотонной компоненты.

Моделирование приемной матрицы проводилось в программе CST STUDIO SUITE. Чтобы задать болометр, использовали сосредоточенный элемент (емкость СИН-перехода) и дискретный порт (сопротивление абсорбера). Для задания внешнего сигнала использовали волноводный порт. Процент поглощаемой мощности определяли следующим образом: интегрировали в полосе 330-360 ГГц поглощаемую мощность всех дискретных портов и нормировали на значение входного сигнала (0,5 Вт, задается автоматически программой). Для оптимизации приемной системы изменяли многие параметры: количество антенн, размеры антенн, емкость СИН-переходов, сопротивление абсорбера, расстояние между антеннами, толщина подложки и различные варианты разводки. Для изготовления были выбраны варианты, когда элементы матрицы соединены в два и четыре параллельных ряда, размеры антенны 36×130 мкм, сопротивление абсорбера 40 Ом, емкость СИН переходов 25 фФ.

При изготовлении чипов с приемной матрицей, в качестве подложки использовали неоксидированный кремний толщиной 380 мкм. Над приемной матрицей кремний вытравливали до 127 мкм (половина длины волны в кремнии). БХЭ изготавливаются электронно-лучевой литографией и технологией теневого напыления.

При измерениях образец помещали в криостат Oxford Instruments Triton 200 и закрепляли на 10 мК плите криостата. Измерения проводили при следующих температурах плиты: 10, 50, 100, 200 и 300 мК. В качестве источника электромагнитного излучения использовали черное тело (ЧТ), которое представляет собой медный конус с нанесенным внутри поглощающим чернотельным покрытием. Нагревали ЧТ от 2,7 до 46 К. Цель эксперимента – исследовать отклики и шумы приемной системы на излучение ЧТ. Основные измерения проводились при температуре плиты 300 мК. Также были проведены измерения, когда в качестве источника излучения использовали лампу обратной волны.

Обработав результаты измерений, можем сказать, что данный образец удовлетворяет техническим требованиям. Эффективность поглощения изготовленного образца составляет 50%, мощность, эквивалентная шуму (МЭШ), при поглощенной мощности 30 пВт составляет 3×10^{-16} ВтГц^{-1/2}, а максимальная вольт-ваттная чувствительность при этой нагрузке $S_v = 5 \times 10^7$ В/Вт. Следующий шаг – изготовление полной приемной системы, состоящей из 23 пикселей, холдера для измерения этой системы и проведение нового цикла экспериментальных исследований.

РАСЧЕТ АНТЕННЫ КАССЕГРЕНА ДЛЯ СИСТЕМЫ СВЯЗИ НА 210 ГГц

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Потребности современного общества таковы, что объем передаваемой по системам связи информации удваивается каждые 18 месяцев, а скорость передачи данных, необходимая в данное время, стремится к 100 Гбит/с и более.

Удовлетворение таких запросов связывают с освоением терагерцового диапазона частот, которое открывает возможность создания локальных систем беспроводной связи с высокой скоростью передачи данных.

Как показывают расчеты, для беспроводной системы связи терагерцового диапазона требуются антенны с узкой диаграммой направленности (ДН) и коэффициентом усиления (КУ) не менее 40 дБ.

Анализ существующих конструкций рассматриваемого диапазона показал, что оптимальным решением является антенна Кассегрена, обладающая, высоким коэффициентом усиления и очень узкой диаграммой направленности. Преимуществом этой конструкции является небольшая длина питающей фидерной линии, обеспечивающая минимальные потери энергии, допуск по размещению облучателя, простота конструкции, что делает ее экономически более выгодной по сравнению со многими другими типами.

Антенна состоит из рупорного облучателя, вспомогательного зеркала - субрефлектора в виде гиперboloида вращения, и основного зеркала в виде параболоида вращения. Преимуществом антенны является небольшой размер, простота конструкции. Антенна Кассегрена моделировалась в пакете программ CST Microwave Studio.

Расчет электрических параметров антенны Кассегрена в программе CST Microwave Studio очень ресурсоемкая задача. Поэтому для экономии вычислительных ресурсов и времени используют методы геометрической и физической оптики, реализуемые в данном пакете программ.

В качестве облучателя для антенной системы был выбран пирамидальный рупор, питаемый прямоугольным волноводом сечением 2,4x1,2 мм. Расчет рупора проводился в частотной области с использованием программы CST Microwave Studio. Геометрические размеры этого облучателя подбирались исходя из условия оптимальности. Площадь апертуры составила 70 мм². Коэффициент усиления облучателя составляет 20 дБ, уровень боковых лепестков 10 дБ. Рупор имеет гладкие стенки и достаточно прост в изготовлении. Его широко используют в многолучевых антеннах телекоммуникационных систем.

Для расчета геометрических параметров антенны Кассегрена используем метод геометрической оптики. Для обеспечения высокого КУ антенны диаметр основного зеркала выбираем $D_m = 170\lambda$. Исходя из рассчитанной ДН рупорного облучателя диаметр вспомогательного выбираем $D_s = 17\lambda$, а расстояние от основного зеркала до точки фокуса $f_m = 58\lambda$ ($\lambda = 1,5$ мм - длина волны).

Для получения требуемого КУ проводим параметрическую оптимизацию антенны. Коэффициент усиления оптимизированной антенны составляет 45 дБ при ширине главного лепестка ДН 0,6 градуса, уровень боковых лепестков 50 дБ. Параметр S_{11} составляет примерно 9 дБ. В рабочей полосе частот 200-220 ГГц коэффициент усиления антенны слабо меняется и остается практически постоянным.

Более того, разработанный алгоритм расчета параметров антенны позволяет рассчитать технические неточности при изготовлении и настройке антенны.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОФОТОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ АФАР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
ОКБМ Африкантов²

В настоящее время динамично развиваются радиолокационные комплексы, основанные на применении активных фазированных антенных решеток (АФАР). Наряду с повышением энергетического потенциала за счет совершенствования элементной базы [1] современные АФАР развиваются в направлении создания антенных решеток с многоканальной пространственной обработкой принимаемых сигналов. В решении задачи улучшения радиолокационных комплексов с АФАР ведущую роль играет применение современных технологий, включая развивающееся направление радиофотоники. Применение в антенных устройствах технологий радиофотоники позволяет повысить рабочую полосу частот, стабильность основных параметров, помехозащищенность и улучшить массогабаритные характеристики.

Наиболее перспективной концепцией построений АФАР является блочно-модульная конструкция, которая дает широкие возможности по управлению формой диаграммы направленности. Технологии радиофотоники могут вводиться поэтапно – на уровне подрешеток, приемно-передающих модулей и приемно-передающих каналов. В любом варианте ближайшими, наиболее подготовленными к практической реализации являются подсистемы распределения и съема аналоговых СВЧ управляющих и контрольных сигналов на основе волоконно-оптической линии связи. Основным элементом любого радиофотонного устройства является волоконный световод. При распространении оптических импульсов по волоконному световоду имеет место дисперсия групповых скоростей. Ее влияние зависит от самого волокна, от несущей частоты, ширины спектра передаваемого сигнала. Так, различные спектральные компоненты широкополосных и сверхширокополосных импульсов будут иметь различную задержку из-за частотной зависимости коэффициента дисперсии. Необходимо знать, как влияет дисперсия на сверхширокополосные импульсы для выявления наиболее оптимальных параметров радиофотонных устройств и передаваемых сигналов.

На базе теории распространения сигналов по волоконному световоду, изложенной в [2], была составлена программа расчета влияния дисперсии на распространение широкополосных и сверхширокополосных импульсов. Представлены спектры и формы сигналов на выходе ВОЛС при различных формах сигналов на входе линии.

1. Ненартович Н.Э. Из практики разработки активных фазированных антенных решеток / Н.Э. Ненартович, М.Б. Митяшев, Вестник МГТУ МИРЭА, 2014. №3, Вып. 4, с. 173-188.

2. Агравал, Г. Нелинейная волоконная оптика / Г. Агравал, / под ред. П.В. Мамышева. – М.: Мир, 1996. – 323 с.

ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ГЕНЕРАТОРА Г4-207

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Измерительные генераторы сигналов применяются в качестве источников колебаний, могут быть использованы в составе автоматизированных измерительных систем, а также в качестве свип-генераторов при панорамных измерениях параметров цепей.

Одним из таких приборов является серийно выпускаемый отечественной промышленностью генератор сигналов Г4-207. Основными недостатками данного прибора являются низкая стабильность частоты и высокая погрешность установки частоты. Эти недостатки могут быть устранены стабилизацией частоты генератора с помощью кольца фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) [1].

Система ФАПЧ может быть выполнена с целочисленным или дробно-переменным коэффициентом деления частоты. В случае ФАПЧ с целочисленным коэффициентом деления возникает противоречие между требованием иметь малый шаг сетки частот Δf для уменьшения погрешности установки частоты и длительностью процесса ее установления τ , обратно пропорциональной шагу. Кроме того, при уменьшении Δf затрудняется фильтрация ближайших к несущей частоте паразитных дискретных компонент спектра. Для разрешения этого противоречия используется более сложная схема делителя частоты в кольце – делитель с дробно-переменным коэффициентом деления.

В настоящее время существует широкий выбор микросхем фазовой автоподстройки частоты, включающих в себя все основные элементы кольца ФАПЧ [2]. Наиболее подходящей из них в рассматриваемом случае является микросхема ADF4159. ADF4159 – это синтезатор частот с дробным коэффициентом деления и функцией модуляции, который обладает полосой 13 ГГц и обеспечивает разрешение установки частоты менее 1 Гц. Генератор Г4-207 имеет дополнительный выход, частота сигнала которого равна половине частоты основного сигнала.

Амплитудно-частотная характеристика цепи управления постоянна в диапазоне частот до 200 кГц, что позволяет не учитывать ее при частоте среза петлевого фильтра порядка 20 кГц.

Для обеспечения малого времени установления частоты генератора частота сравнения выбрана равной 1 МГц. В качестве ФНЧ взят активный пропорционально-интегрирующий ФНЧ с частотой среза 20 кГц, позволяющий улучшить фильтрацию шумов и паразитных составляющих спектра.

Полученные в результате моделирования характеристики синхронизированного генератора показывают, что при частотах отстройки от несущей менее 10 кГц фазовые шумы определяются опорным кварцевым генератором, а при частотах более 100 кГц совпадают с шумами «свободного» (несинхронизированного) генератора. Время установления частоты составляет менее 100 мкс.

Таким образом, предлагаемая система синхронизации генератора сигналов Г4-207 существенно понижает его фазовые шумы вблизи несущей частоты, на несколько порядков уменьшает погрешность установки и нестабильность частоты выходного сигнала генератора. При этом синхронизация осуществляется внешним устройством и не требует изменения схемы генератора.

Библиографический список

1. Белов, Л.А. Синтезаторы частот и сигналов. –М.: САЙНС ПРЕСС, 2002. – 80 с.
2. РАДИОКОМП – радиокomпоненты мировых производителей. <http://www.radiocomp.ru>

ЛОБИН С.Г., БИРЮКОВ В.В., ГРАЧЕВ В.А., РАЕВСКИЙ А.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ УМНОЖИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ СВЧ РАДИОСИГНАЛОВ НА ДВА, ВЫПОЛНЕННОГО НА БАЗЕ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА ИНТЕНСИВНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большой интерес представляет такая задачи радиоэлектроники, как разработка и изготовление источников СВЧ-колебаний (обладающих наилучшими характеристиками), которые применяются в спутниковой связи, информационно-измерительных системах, радиоастрономических исследованиях. Получить такие высокочастотные колебания можно, применяя сигналы опорных автогенераторов с последующим их преобразованием: умножением по частоте и усилением по мощности. Умножителями частоты называются устройства, обеспечивающие кратное увеличение частоты входного сигнала. Важным качеством таких устройств является постоянство относительной нестабильности частоты колебаний при умножении. Наиболее широкое применение в настоящее время находят умножители частоты, выполненные на основе диодов, поскольку они обладают невысоким уровнем шумов при достаточно хорошем быстродействии. Но существует и множество других типов умножителей частоты.

Весьма перспективными, а главное принципиально новыми являются умножители частоты, построенные с использованием волоконно-оптической линии задержки (ВОЛЗ) с внешним электрооптическим модулятором (ЭОМ). В таких устройствах эффективное умножение частоты реализуется при определенном положении рабочей точки на модуляционной характеристике (МХ) модулятора. Поэтому важной и основной задачей при рассмотрении умножителей частоты на базе ЭОМ представляется экспериментальное исследование МХ используемого модулятора, причем осуществить это исследование можно с помощью двух подходов: прямого и косвенного. В случае прямого измерения определяют уровень оптической мощности на выходе ЭОМ при изменении напряжения смещения, поданного на модулятор. Второй подход заключается в анализе уровня первой гармоники в выходном спектре ВОЛЗ, также при изменении напряжения смещения, поданного на модулятор.

С помощью обоих методов были определены полуволновое напряжение смещения модулятора и участки с максимальной нелинейностью характеристики, кроме того установлено, что исследуемый модулятор имеет встроенный сдвиг фаз. Именно участок с максимальной нелинейностью МХ и используется для умножения частоты входного высокочастотного сигнала на два. Подав на порт смещения модулятора напряжение, необходимое для вывода рабочей точки на нелинейный участок характеристики, была снята зависимость уровня мощности первых двух гармоник от мощности входного ВЧ-сигнала и показано, что таким образом осуществляется двукратное умножение частоты входного сигнала. С ростом мощности модулирующего сигнала вторая гармоника возрастает линейно, а первая подавлена и находится на уровне шумов измерительного устройства, но при этом наблюдается дрейф рабочей точки модулятора. Также продемонстрировано, как меняется оптическая мощность на выходе модулятора при изменении мощности модулирующего сигнала. Уровни первых двух гармоник и коэффициент преобразования во вторую гармонику рассчитаны теоретически при изменениях одного и фиксации двух из трех параметров: напряжения смещения, уровня мощности модулирующего сигнала, уровня мощности оптического излучения. Теоретически и экспериментально определен коэффициент передачи рассматриваемой ВОЛЗ.

БЛОК СИНТЕЗИРОВАННЫХ ГЕТЕРОДИНОВ РАДИОМЕТРА С ДВОЙНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ЧАСТОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разрабатываемый блок предназначен для приемного аппаратного комплекса для радиоастрономических наблюдений на телескопе с двухзеркальной системой облучения Грегори. Приемник предусматривает возможность одновременного наблюдения пространственно разнесенных близких точек семью лучами с пересечением их диаграмм направленности на уровне -6 дБ (± 3 дБ). При этом обеспечивается режим приема сигнала с круговой поляризацией в двух ортогональных поляризационных каналах.

Необходимо обеспечить выходной сигнал на уровне 0 дБм на промежуточной частоте, которая для приемника с двойным преобразованием частоты (второй гетеродин 26 ГГц) лежит в диапазоне 4-6 ГГц. Гетеродины должны синхронизироваться системой ФАПЧ по предоставляемому заказчиком опорному генератору с частотой 5 МГц и уровнем 0 дБм.

Приемник построен по схеме с двойным преобразованием частоты. Частота гетеродина 1~52-60 ГГц. Частота гетеродина 2-26 ГГц. Выход промежуточных частот: 4-6 ГГц с максимальным уровнем выходного сигнала 0 дБм. Поскольку один гетеродин – на фиксированную частоту, а шаг перестройки частоты второго – достаточно велик, система ФАПЧ может быть выполнена с целочисленным коэффициентом деления частоты.

В настоящее время существует широкий выбор микросхем фазовой автоподстройки частоты, включающих в себя все основные элементы кольца ФАПЧ [2]. Наиболее подходящей из них в рассматриваемом случае является микросхема ADF4159. ADF4159 – это синтезатор частот с целочисленным и дробным коэффициентами деления и функцией модуляции, который обладает полосой 13 ГГц и обеспечивает разрешение установки частоты менее 1 Гц. Синтезатор включает в себя: малошумящий цифровой фазочастотный детектор, прецизионную схему накачки заряда, программируемый делитель опорной частоты, программируемый делитель с дробным коэффициентом деления.

Для обеспечения малого времени установления частоты гетеродинов, частоты сравнения в обоих кольцах выбраны равными 1 МГц. В качестве ФНЧ взяты активные пропорционально-интегрирующие ФНЧ с частотами среза 20 кГц, что позволяет улучшить фильтрацию шумов и паразитных составляющих спектра выходных сигналов гетеродинов.

Для реализации предъявляемых к блоку требований по фазовым шумам целесообразно использовать задающие генераторы сравнительно низких частот с последующим умножением частоты.

Таким образом, удовлетворены требования, предъявляемые к сигналам гетеродинов.

Библиографический список

1. Белов, Л.А. Синтезаторы частот и сигналов. –М.: САЙНС ПРЕСС, 2002. – 80 с.
2. РАДИОКОМП – радиокомпоненты мировых производителей. <http://www.radiocomp.ru>

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСТРОЙСТВ СВЧ ДИАПАЗОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние десятилетия достаточно активно происходит внедрение приборов и устройств, работающих в СВЧ диапазоне. Если изначально такая техника ограничивалась применением только в отрасли радиолокации, то теперь она используется и в других областях радиоэлектроники (телевидение, телеметрия, радиосвязь). При этом важным моментом является выработка критериев, предъявляемых устройству. Для массового производства важны простота изготовления устройств, малые затраты, миниатюризация, обеспечение характеристик на должном уровне. В данной работе представлены результаты проектирования широкополосных устройств СВЧ диапазона: делитель мощности и согласующие переходы с использованием современного средства моделирования CST Microwave Studio.

Делитель мощности – многополюсник, позволяющий в заданном соотношении поделить сигнал между выходными каналами. Стремление к уменьшению габаритных размеров привело к широкому внедрению устройств на основе микрополосковых линий (МПЛ). Разнообразие вариантов исполнения двухканального кольцевого делителя мощности с омической нагрузкой, который называется мостом Уилкинсона, позволяет решить достаточно широкий спектр поставленных задач. В частности, его можно использовать при построении трехканального делителя мощности. Исполнение такого устройства возможно в однослойном и многослойном исполнении. В рассматриваемом диапазоне частот (3150..4050 МГц) однослойное исполнение позволяет достичь характеристик делителя на высоком уровне в широком диапазоне частот: различие коэффициентов передач для выходных каналов меньше 1 дБ, КСВн меньше 1,2, развязка больше 25 дБ. Помимо однослойных структур, используются также многослойные керамические платы, например, LTCC-технология (Low Temperature Co-fired Ceramics - низкотемпературная керамика) - одно из перспективных направлений в построении СВЧ техники. Проектирование такого устройства сопряжено с рядом трудностей, но позволяет достичь меньших его размеров. Площадь, занимаемая делителем по LTCC-технологии, более чем в 7 раз меньше площади, однослойной структуры.

Делитель мощности достаточно широко применяемое устройство, которое используется в многокомпонентных схемах. Возникает задача широкополосного согласования при необходимости соединения линий передач с различными формами и размерами поперечных сечений. В работе рассмотрены и сопоставлены различные варианты исполнения - ступенчатые трансформаторы с чебышевской и максимально плоской частотными характеристиками, плавные переходы. Согласование проводилось для MPL с сопротивлениями на 50 и 100 Ом в диапазоне частот 3100..4100 МГц. Произведена оценка переходов по двум критериям: длина перехода и коэффициент отражения. Более сложной задачей синтеза широкополосного соединения является соединение двух коаксиальных линий на 50 и 100 Ом. В рассматриваемом диапазоне частот 5...15 ГГц эффективность согласования зависит от скорости изменения волнового сопротивления вдоль линии. Чем медленнее изменяется волновое сопротивление, тем шире полоса согласования и больше длина перехода. Применение того или иного согласующего перехода зависит от того, какой критерий является наиболее приоритетным в данном случае длина перехода или обеспечение низкого значения КСВн.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДИОДНОГО УТРОИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ 40-60 ГГц

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из проблем проектирования СВЧ- и КВЧ-устройств на нелинейных элементах является отсутствие эффективных методик автоматизированного расчета на базе САПР, объединяющих электродинамические методы анализа волноведущих структур и расчет характеристик нелинейных полупроводниковых элементов. Несмотря на обилие различных методов анализа нелинейных СВЧ-устройств, задача их проектирования достаточно сложна и важную роль в ней играют экспериментальные исследования и практическая «доводка» реализованной схемы.

В настоящей работе предпринята попытка разработки методики расчета и проектирования волноводного широкополосного диодного утроителя частоты 40-60 ГГц. Задачей расчета являлось определение потенциальных возможностей совершенствования технических характеристик (в первую очередь эффективности преобразования) ранее экспериментально разработанной модели волноводного утроителя частоты.

Схематически утроитель – это широкополосный тракт с парой антипараллельно включенных диодов. Диоды включены через резистивно-емкостные цепи для реализации оптимального автосмещения при максимальном уровне мощности входного сигнала 100 мВт.

Конструктивно утроитель выполнен в виде последовательно соединенных волновода размерами $3,775 \times 2,388$ мм и микрополосковой линии с щелевым резонатором. Основа конструкции – две скрепленные экранами платы. На одной плате расположена входная микрополосковая линия, на другой – щелевой резонатор. Умножительные диоды, пересекая резонатор по центру, подключены разнополярно к входной МПЛ и противоположной стороне щелевого резонатора. С обратной стороны платы щелевой резонатор пересекает (перпендикулярно) выходная микрополосковая линия, которая соединена с волноводом прямоугольного сечения с помощью П-образного волноводно-микрополоскового перехода Чебышевского типа. Волновод является запредельным для диапазона частот второй гармоники входного сигнала.

При моделировании утроителя использовались продукты компании ANSYS (САПР HFSS и Designer). В программе HFSS решались электродинамические задачи с пространственным распределением полей, а в Designer проводился нелинейный анализ. Связь между программами осуществлялась через сосредоточенные порты.

В программе HFSS была построена и проанализирована 3D модель, соответствующая экспериментально разработанной конструкции. В месте расположения диодов был установлен сосредоточенный порт 2. После этого проведен анализ распределения поля в диапазоне входных частот и анализируемых гармоник и вычислены S-параметры модели утроителя.

В ANSYS Designer была построена схема умножителя с цепями автосмещения и подключена к переданной из HFSS модели. На входной порт 1 подавался сигнал в диапазоне частот 13-20 ГГц мощностью 100 мВт (20 дБм), с выходного порта 3 снимался уровень мощности гармоник (результаты анализа). Порт 2 служит для подключения диодов с цепями автосмещения.

Результатом анализа является рассчитанный уровень мощности гармоник входного сигнала на выходе утроителя частоты при идентичных параметрах диодов и при различной степени неидентичности. Заметим, что в широкополосном утроителе частоты 40-60 ГГц вторая и четвертая гармоники не могут быть отфильтрованы, поскольку находятся в рабочем

диапазоне частот или в непосредственной близости, поэтому требования к неидентичности параметров диодов весьма высоки.

УДК 621.396

ЩАМОВА А.И., ТИМОФЕЕВ Е.П.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОДНОРОДНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время остается актуальной задача контроля электромагнитных излучений и сертификации технических средств по параметрам электромагнитной совместимости (ЭМС). Создание аппаратуры для измерения электромагнитного поля (ЭМП) привело к необходимости разработки методов и средств ее метрологического обеспечения в широком диапазоне частот и уровней напряженности поля.

К наиболее эффективным средствам метрологического обеспечения относятся специализированные измерительные установки на основе экранированных источников однородного (внутри заданного объема) электромагнитного поля (ИО ЭМП).

В данной работе исследуются полеобразующие системы (ПС) на основе экранированной полосковой линии, как наиболее эффективной по совокупности характеристик, таких как: частотный диапазон (широкополосность), объем однородного поля (размер рабочей зоны), диапазон уровней воспроизводимости E - и H -полей.

Существенной проблемой, ограничивающей частотный диапазон работы экранированного ИО ЭМП, являются возникающие резонансы волн высших типов, нарушающие процедуру измерения. В работе показано, что расширение частотного диапазона ИО ЭМП возможно при эффективном подавлении волн высших типов без заметного влияния на основную волну. Такая задача избирательного поглощения только паразитных типов волн и определения места размещения поглощающего материала, его конфигурации и размеров решена на основе анализа структуры основной и высших типов волн. Структура поля основной T -волны такова, что электрическое поле имеет максимальное значение вблизи щели и практически отсутствует в углах экрана. Структура поля волн высших типов имеет более сложный вид. Для них характерны вариации электрического поля на металлических поверхностях, образование петель электрического поля для ряда волн типа- H в углах экрана, увеличивая тем самым концентрацию электрического поля в этих местах. Помещенный в эти углы объемный радиопоглощающий материал (РПМ) квадратного сечения, эффективно взаимодействуя с электрическим полем волн высших типов, поглощает их, практически не влияя на распространение основной T -волны. В результате диапазон одноволновой работы ИО ЭМП значительно расширяется, увеличиваясь, как минимум, в три раза. Экспериментально определено, что при поглотителе с оптимальными размерами затухание основной T -волны увеличивается всего лишь на 5...7 %, в то время как для H -волн высших типов в 10...20 раз, обеспечивая практически их полное подавление.

Таким образом, значительное расширение частотного диапазона работы ИО ЭМП позволило сократить их количество и обеспечить тем самым гарантированное единство и точность воспроизведения параметров однородного ЭМП.

УДК 617

БАСКАКОВ А.К. НОВОЖИЛОВА О.О. МЕЛУЗОВ А.Г.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ИСТОЧНИКА ДЛЯ ТЕРАПИИ БЫСТРЫМИ НЕЙТРОНАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из проблем клинической медицины является борьба с онкологическими заболеваниями. В настоящее время наиболее перспективным направлением представляется нейтронная терапия, обладающая высокой эффективностью благодаря более выраженному разрушительному действию раковых клеток по сравнению с электронами, рентгеновскими и γ -лучениями.

В данной работе будет рассмотрена терапия на быстрых нейтронах. Так как у нейтронов отсутствует электрический заряд, они взаимодействуют, главным образом, с ядрами атомов вещества. В отличие от протонов, которые не могут эффективно взаимодействовать с ядром при малых энергиях из-за кулоновского барьера, нейтроны даже при низких энергиях способны подойти к ядру на расстояние порядка радиуса действия ядерных сил. Вследствие чего быстрые нейтроны при взаимодействии с органическими молекулами облучаемых тканей разрушают их, выбивая из них протоны. Протоны, являясь заряженными частицами, вызывают плотную ионизацию в облучаемых тканях и потому более интенсивную биологическую реакцию по сравнению с излучениями электромагнитной природы.

Для терапии на быстрых нейтронах требуется два компонента: первый – нетоксичный, нерадиоактивный изотоп, обладающий большим сечением поглощения нейтронов, который селективно накапливается или вводится в опухолевые ткани. Второй – пучок плотноионизирующего излучения. В связи с этим возникает объективная необходимость разработки концепции подобного источника. Им может стать изотопный источник, ускоритель заряженных частиц или реактор, в котором протекает цепная реакция. Цель работы - это разработка медицинского реактора как возможного источника нейтронов для использования в сфере ядерной медицины.

ВЗАИМНАЯ ПРИВЯЗКА СИСТЕМ КООРДИНАТ В СИСТЕМЕ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ХИРУРГИЧЕСКИМ ИНСТРУМЕНТОМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРАНСУРЕТРАЛЬНОЙ РЕЗЕКЦИИ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из способов повышения точности манипуляций хирурга при проведении трансуретральной резекции предстательной железы является разработка системы слежения за хирургическим инструментом, основанная на совмещении 3D изображения капсулы предстательной железы с видеоэндоскопическими данными. Для решения поставленной задачи требуется обоснованно задать три системы координат: абсолютную, естественную и динамическую и их взаимную привязку.

Абсолютная система отсчета, связанная с организмом пациента, должна быть привязана к определенной точке пациента так, чтобы относительно нее можно было задать положение предстательной железы. Начало системы отсчета определяется однозначно из томографических изображений, так как тело пациента неподвижно во время обследования и вид проекции строго зафиксирован (рис. 1,а).

Естественная система отсчета, связана с 3D изображением предстательной железы. Начало естественной системы отсчета удобно расположить в области входа уретры в предстательную железу (рис.1,б. Точка А), где наблюдается семенной бугорок. Также используется область входа уретры в мочевой пузырь (рис.1,б. Точка В). Ось, соединяющая точки А и В, служит для представления точек, образующих капсулу предстательной железы, в естественной системе отсчета. В ходе проведения операции положение тела пациента отличается от положения, при котором были получены томографические изображения и сформировано 3D изображение предстательной железы (рис. 1,в). Динамическая система отсчета связана с изображениями, формируемыми телекамерой резектоскопа. При выполнении операции трансуретральной резекции простаты хирург управляет движениями резектоскопа в пределах изображения операционного поля, наблюдаемого на экране монитора. Изображение формируется камерой, оптически связанной с резектоскопом. Вследствие движения резектоскопа наблюдаемая на мониторе сцена носит динамический характер.

Задача взаимной привязки систем координат сводится к решению задачи совмещения двух кватернионных сигналов, задающих точки хирургической капсулы в абсолютной и естественной системе координат соответственно [1, с. 36-52].

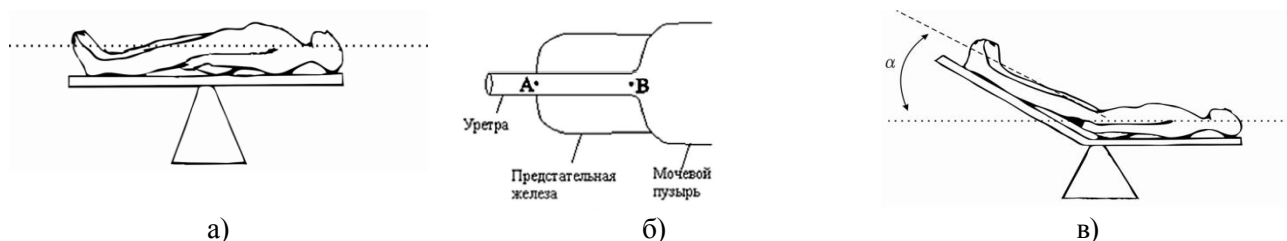


Рис. 1. К заданию абсолютной и естественной систем координат:

а - положение тела пациента при формировании томографических изображений, *б* - контрольные точки естественной системы координат, *в* - положение тела пациента при проведении операции

1. Хафизов, Р.Г Егошин М.А. Методы и алгоритмы информационной поддержки хирурга при проведении трансуретральной резекции предстательной железы. - Йошкар-Ола: Мар-ГТУ, 2011. Деп. в ВИНТИ. 17.01.2012. №10-В 2012, С.126.

**ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
В УСЛОВИЯХ ЛАБОРАТОРИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФГБУ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР»**

Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр

Системы сквозного цифрового проектирования (ССЦП) включают в себя как технологии компьютерного моделирования, так и прототипирования с быстрой реализацией конструкторских и технологических решений. Реализация принципа сквозного проектирования базируется на использовании трехмерных моделей на всех стадиях технологической подготовки, что позволяет исключить ошибки, неизбежно возникающие при переводе информации из одного формата в другой, и снижает влияние человеческого фактора.

В соответствии с современной концепцией ССЦП выполнение всех проектных и технологических работ проводится в едином информационном пространстве. Однако при внедрении сквозного проектирования в клиническую работу лечебного учреждения зачастую возникает дефицит высококвалифицированных специалистов, владеющих технологиями компьютерного моделирования и имеющих медицинское образование. В настоящее время практически все специализированное программное обеспечение, применяемое при конструировании, имеет возможность интеграции с системами САД высокого уровня - Creo Elements/Pro, Siemens NX, CATIA. При использовании их в медицине программы позволяют оптимизировать форму и структуру трехмерных моделей различных анатомических сегментов, произвести их моделирование.

Ключевым этапом в используемой технологии и технологическом оборудовании стало создание трехмерной компьютерной модели будущего изделия. Данный этап позволяет с минимальными затратами на ресурсы и небольшой трудоемкостью процесса создать трехмерную модель изделия, оценить эргономику, провести компьютерный анализ прочностных характеристик, а также при необходимости внести корректирующие изменения в конструкцию, нацеленные на увеличение функциональности рабочей модели [1].

Система сквозного цифрового проектирования в лаборатории аддитивных технологий включает в себя создание по данным КТ, МРТ исследований компьютерного моделирования виртуального трехмерного объекта, проведение его модельных испытаний. По их результатам в интерактивном режиме производится корректировка его формы и структуры. Следующий этап включает в себя разработку модели техпроцесса, которая заключается в подготовке технологической карты, расчете материальных и трудовых затрат, параллельном проектировании сложных и сквозных техпроцессов в реальном времени, добавлении 3D модели в формате x3g в очередь на производство.

После завершения 3D печати опытного образца проводится его испытания. По их результатам создается справочная документация. Применение ССЦП доказало свою эффективность при создании ортезов, индивидуальных стелек, макетов для обучения и предоперационного планирования, костнозамещающих имплантатов и позволило улучшить результаты как оперативного, так и консервативного лечения пациентов, сократить время ожидания операции, повысить эффективность обучения ординаторов по специальности травматология и ортопедия.

1. Чернышов, Е.А. Романов А.Д. Внедрение в учебный процесс подготовки кадров технологий быстрого прототипирования / Е.А. Чернышов, А.Д. Романов // Литейные процессы. - 2012. - № 11. - С. 280-281.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОРТЕЗОВ С ПОМОЩЬЮ 3D ПЕЧАТИ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ СУСТАВОВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр¹,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Травмы верхней конечности достигают 43% случаев среди всех повреждений опорно-двигательного аппарата. Наиболее распространенной локализацией переломов является дистальный метаэпифиз лучевой кости, и более чем у 80% пациентов возможно его консервативное лечение. Однако число неудовлетворительных результатов достигает 53% и обусловлено вторичным смещением в гипсовой повязке, что связано с ее ослаблением после спадения отека. Отрицательными ее свойствами также являются: большой вес, ломкость при эксплуатации, особенно при функциональных нагрузках, загрязнение как снаружи, так и изнутри кожными выделениями, размыкание и потеря необходимых свойств при попадании воды. Одним из эффективных средств иммобилизации при различных патологиях верхних конечностей являются ортезы, однако отсутствуют технологии их создания с изменяемой структурой и формой в зависимости от биометрических параметров пациента и вида патологии. Это ограничивает их применение.

Одной из актуальных проблем в ортопедии является лечение детей с детским церебральным параличом (ДЦП). Данное заболевание достигает 70% в структуре детской инвалидности. В ряде случаев выявилась невозможность применения серийных ортезов для лечения детей с данным заболеванием, включая отсутствие возможности отвести палец, несоответствие размеров ортопедического изделия биометрическим параметрам ребенка. Имеющиеся технологии создания индивидуальных ортезов для детей с ДЦП не обеспечивают необходимой их прочности, особенно в участках повышенной нагрузки.

Использование технологии создания ортезов с применением сквозного цифрового проектирования [1] и 3D печати [2] позволило устранить недостатки, имеющиеся у других иммобилизирующих изделий. Методика включает: измерение биометрических параметров области, необходимой для иммобилизации, создание по этим данным трехмерной модели ортеза и последующее его изготовление на FDM 3D принтере. Особенностью является применение библиотеки стандартных элементов, что позволяет уменьшить нагрузку на персонал при разработке изделия и сократить время проектирования. После 3D печати ортеза проводится термоформовка в результате которой он приобретает форму, соответствующую всем анатомическим особенностям области для иммобилизации конкретного пациента.

Созданные с помощью разработанной технологии ортезы обладают следующими преимуществами: персонафицированность, включая изменяемую структуру и форму в зависимости от биометрических параметров пациента и вида патологии, малый вес, быстрая процедура наложения, влагостойкость, эстетичным вид, возможность теплообмена между поврежденной областью и окружающей средой.

Библиографический список

- 1. Чернышов, Е.А.** Гончаров К.О., Романов А.Д., Кулагин А.Л. Опыт внедрения технологии сквозного цифрового проектирования в рамках научно-исследовательской работы студентов и аспирантов. // Современные наукоемкие технологии. 2014. - № 4. - С. 92-96.
- 2. Карякин, Н.Н.** Горбатов Р.О. Прецизионные персонафицированные направители для эндопротезирования коленного сустава // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. С. 23.

**КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МНОГОФАКТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ
АНАЛИЗА ГЕНОТИПИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ**

АНО Международный Центр по ядерной безопасности¹,
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»²

Разрабатываемая система позволяет определить основные факторы заболевания и вычислить оценки риска его возникновения. Представлена математическая модель, используемая для обработки результатов медицинских исследований, - поиска связанных факторов риска на основе иерархии исследований.

Генетические исследования и изучение процесса передачи наследственной информации в ряде случаев позволяют предупредить возникновение болезней, связанных с генетическими модификациями (полиморфизмами). До последнего времени в наследственной патологии исследовались в основном моногенные заболевания, обусловленные функциями отдельных генов; для их идентификации применяются специальные генетические карты, составленные по результатам анализа проб ДНК. Теперь же внимание акцентируется на многофакторных заболеваниях, зависящих как от значений различных генов, так и от фенотипических признаков.

Отметим, что генетические полиморфизмы могут не только способствовать, но и препятствовать возникновению болезни. Таким образом, в процессе диагностики наследственной предрасположенности к заболеваниям должен осуществляться комплексный анализ генотипа, то есть проверка всех связанных между собой мутаций.

Основная идея представленного проекта заключается в формализации описания генотипа и, как следствие, возможности применения строгих алгоритмов расчета шансов возникновения заболеваний. Для этой цели осуществляется построение иерархии медицинских исследований. Далее статистическими методами выделяются связанные факторы риска заболевания. Полученная таким образом генетическая карта пациента сопоставляется с фенотипическими признаками, после чего выполняется оценка риска заболевания.

На сегодняшний день существует ряд программных средств, позволяющих проводить генетическую диагностику предрасположенности пациента к заболеваниям. Но они имеют ряд существенных ограничений, главным из которых является анализ только генетических факторов. Основное преимущество разрабатываемой системы в учете особенностей фенотипа при расчете степени влияния генотипа на вероятность проявления наследственных патологий.

**ГАЛЛИЕВАЯ МИШЕНЬ В КОНСТРУКЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ЯДЕРНОГО
РЕАКТОРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Последние десятилетия отмечены интенсивным внедрением методов ядерной физики и наукоемких технологий в области, непосредственно связанные с качеством человеческой жизни и, в частности, с развитием совершенно новых отраслей медицины. Использование достижений фундаментальной ядерной науки послужило основой создания совершенно но-

вого направления современной медицины - ядерной медицины. Уникальность методов ядерной медицины состоит в том, что они позволяют диагностировать функциональные отклонения жизнедеятельности органов на самых ранних стадиях болезни, когда человек еще не чувствует симптомы заболевания. Это дает возможность быстрее обнаруживать и лечить большое количество разнообразных заболеваний, существенно экономя средства на лечение.

С самого начала основными источниками получения медицинских радионуклидов являлись реакторы на тепловых нейтронах. Поскольку в последнее десятилетие во многих странах ширится общественное движение за запрет строительства новых реакторов, а также закрытие старых, ученые ведут интенсивный поиск новых методов производства радионуклидов для медицины. В настоящее время на первое место в производстве радионуклидов выходят ускорители заряженных частиц – циклотроны как наиболее безопасные и надежные технологические установки.

Одним из основных компонентов ускорительных установок по получению медицинских радионуклидов являются используемые мишенные вещества и мишенные устройства, которые определяют набор получаемых радиоизотопов, эффективность их получения и чистоту. Поэтому разработка новых мишенных устройств во многом является ключевым фактором для получения широкого набора медицинских радионуклидов.

Мишенное вещество (мишень) ставится на облучение пучком бомбардирующих частиц – протоны, альфа-частицы или тяжелые ионы. В результате ядерных реакций в веществе мишени образуются различные радионуклиды. Для получения максимального количества требуемого радионуклида необходимо иметь определенное мишенное вещество высокой чистоты и определенный тип пучка бомбардирующих частиц высокой интенсивности. После заданного времени облучения мишень направляется в горячую камеру, где радиохимическими методами производится выделение нужного радионуклида.

Набор производимых на циклотронах радионуклидов во много раз шире и разнообразнее, чем получаемых на реакторах. Используя мишени, содержащие уран-238, в реакции деления на протонных пучках можно в большом количестве получать те же радионуклиды, что и на реакторах на тепловых нейтронах. При этом важно подчеркнуть, что только на ускорителях заряженных частиц можно производить радионуклиды, излучающие позитроны и используемые для позитронно-эмиссионной томографии.

Также на циклотронах можно непосредственно получать короткоживущие радиоизотопы, что дает при диагностике и терапии значительное уменьшение дозы радиации, получаемой пациентом.

В настоящее время в России почти все циклотроны, используемые для получения медицинских радионуклидов, имеют низкие энергии бомбардирующих частиц, поэтому набор производимых на них нуклидов достаточно ограничен.

УДК 57.087

УСТИНОВА С.А.¹, МОНИЧ В.А.²

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Нижегородская медицинская академия²

Электроимпедансная томография (ЭИТ) – метод реконструкции изображений внутренней структуры биологических объектов по пространственному распределению удельного электрического сопротивления [1, 2]. Это относительно новый метод медицинской визуализации, который имеет потенциал для того, чтобы обеспечить изображения картины функций мозга. Это быстрый, портативный, безопасный и недорогой метод, но в настоящее время имеет относительно низкое пространственное разрешение.

Чтобы определить проводимость поперечного сечения проводящего объекта, необходимо обладать опорными данными - разностью потенциалов, возникающих на поверхности объекта при инъекции тока. На рис. 1 представлена методика при дипольной инъекции тока. Электроды 1 и 2 – передающая пара, остальные принимающие. Затем электроды 2 и 3 передающая пара, остальные принимающие. Таким образом, перебираются все оставшиеся пары до 16 и 1.

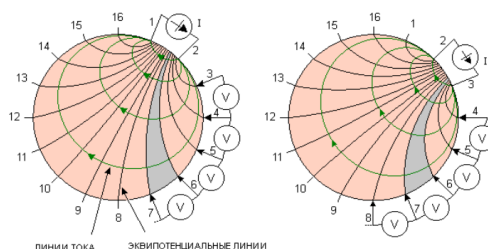


Рис. 1. Дипольная инъекции тока

После получения опорных данных необходимо реконструировать изображение проводимости внутри объекта. Существуют различные методы реконструкции ЭИТ изображения, наиболее распространенный - метод чувствительности.

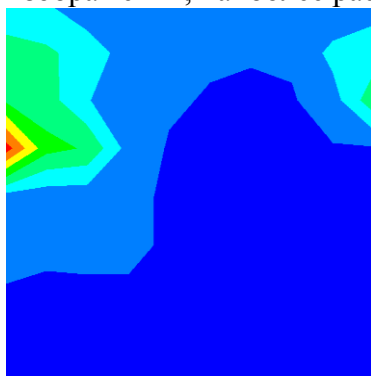


Рис.1. Результат реконструкции изображения поперечного сечения модели мозга человека с патологиями в височной области

Для нахождения проводимости по методу чувствительности необходимо решить две задачи: прямую и обратную. Прямая задача – определить величину распределения потенциала, зная пропускаемый ток и величину проводимости. Обратная задача – зная пропускаемый ток и распределение потенциала, определить распределение проводимости.

Для решения прямой и обратной задачи используется метод конечных элементов. Чтобы получить решение по методу конечных элементов область изображения делится на M треугольных элементов с соответствующими N узлами. Затем вычисляется распределение потенциала в каждом узле и с учетом измеренного напряжения по определенному алгоритму находится распределение проводимости.

Результат реконструкции изображения поперечного сечения модели мозга человека с патологиями в височной области показан на рис. 2.

Библиографический список

- 1 **Holder, D.S.** Electrical impedance tomography (EIT) of brain function // Brain Topogr. 1992. V. 5. № 2. P. 87–93.
- 2 **Kotre, C.J.** Electrical impedance tomography // Br. J. Radiol. 1997. V. 70. Spec. No. P. S200–S205.
- 3 **Корженевский, А.В.** Корниенко В.Н., Культиасов М.Ю., Культиасов Ю.С., Черепенин В.А. «Электроимпедансный томограф для медицинских приложений» // ПТЭ, 1997, N 3, с. 133-140
- 4 **Wang, M.** «Inverse solutions for electrical impedance tomography on conjugate gradients methods», Measurement Science and Technology.

УДК 577.346

БОГАТКОВА Е.И.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФРАГМЕНТОВ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК КАК ВОЗМОЖНЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важную роль в анализе биологического эффекта ионизирующего излучения (ИИ) играют исследования молекулярно-генетических механизмов индивидуальной радиочувствительности организма к воздействию ИИ различных типов, поскольку основной молекулярной мишенью действия ИИ является молекула ДНК. Ионизирующее излучение относится к одному из наиболее повреждающих ДНК-агентов, приводящее к ослаблению и разрыву химических связей в молекуле ДНК, появлению двунитевых, однострунчатых (ОР, ДР) разрывов, мисмэтчи, делеций и повреждений азотистых оснований нуклеотидов. Результатом действия ИИ является повышение уровня апоптоза клеток у облученного организма и увеличение пула внеклеточной ДНК (вкДНК) в плазме крови. Известно, что в плазме крови людей, подвергавшихся воздействию ИИ, содержится повышенное количество отдельных конкретных фрагментов вкДНК по сравнению с их содержанием в составе геномной ДНК [1].

В настоящей работе в качестве маркера возникновения повреждений ДНК под действием ИИ использовались не только общее содержание вкДНК, но и фрагменты вкДНК с определенными нуклеотидными последовательностями, которые будут устойчивы к возникновению ДР:

1) фрагмент транскрибируемой области рибосомного гена 28SРНК (рДНК), обладающий высоким содержанием CpG-динуклеотидов (69%), устойчивостью к метилированию цитозиновых оснований и наличием мотивов PuPuCpGPyPu;

2) субфрагмент сателлита 3 (Sat3), представляющий собой транскрипционно неактивный (молчащий) тандемный повтор AT-богатой последовательности простого мотива АТТССА, расположенный на одной хромосоме человека в прицентромерном бэнде 1q12 [2];

3) фрагмент теломерной ДНК (телДНК), являющийся одним из важнейших факторов биологического старения, молекулярным показателем которого является сокращение длины теломеры и выход телДНК в цитоплазму клетки [3].

Определение содержания повторяющихся ДНК-последовательностей проводили методом нерадиоактивной количественной гибридизации выделенных образцов ДНК плазмы и лейкоцитов биотинилированными ДНК-зондами, специфическими для изучаемых повторяющихся последовательностей генома.

Библиографический список

1. I.B. Korzeneva et al. Human circulating plasma DNA significantly decreases while lymphocyte DNA damage increases under chronic occupational exposure to low-dose gamma-neutron and tritium β -radiation / Mutation Research 791–792 (2016) 49-60.

2. David, N. Cooper Nature encyclopedia of the human genome. London, New York and Tokyo. Nature Publishing group, 2003. Vol. 1. P. 551-559.
3. Иванов, В.И. Генетика. Учебник для вузов. Под ред. академика РАН В.И. Иванова. М.: ИКЦ «Академкнига». 2006 г. 638 с.

УДК 634.74

БУСАРОВА Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА РАЗМНОЖЕНИЕ ЖИМОЛОСТИ IN VITRO

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В последние годы возникает большой интерес к культуре жимолости. Основной из традиционных способов вегетативного размножения жимолости - зеленое черенкование. Данный способ дает возможность получить около 100 растений с одного маточного растения, что не позволяет размножать данную культуру в промышленных масштабах. Технология клонального микроразмножения позволяет за год получать более тысячи растений в год из одной введенной в культуру меристемы, что в сотни раз больше, чем при использовании традиционных методов вегетативного размножения [1]. Однако в настоящее время данная технология требует разработки приемов, позволяющих увеличить коэффициент размножения эксплантов.

Цель данной работы - изучение особенностей размножения и совершенствование технологии клонального микроразмножения жимолости съедобной путем подбора питательных сред. Исследовались три сорта жимолости: «Морена», «Снегирь», «Сувенир». Для выращивания были выбраны питательные среды MS [Murashige, Skoog, 1962], WPM [Jones & al., 1976] и Андерсона [Anderson, 1980] с сахарозой, агар-агаром, физиологически активными веществами с добавлением 6-бензиламинопурина (БАП) в концентрации 1,5 мг/л. Питательная среда MS отличается высоким содержанием азотосодержащих солей, в то время как содержание минеральных солей в средах Андерсона и WPM весьма низкое.

Растения культивировали в течении четырех месяцев с пересадкой на свежие питательные среды каждые 30 дней. Исследовались изменение длины растений с момента пересадки и при достижении 30-дневного возраста растений, кратность размножения. При культивировании эксплантов поддерживали температуру 18-25°C, 16-часовой фотопериод и освещенность 2500-3500 люкс. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сорт	Средний прирост длины на средах, мм			Кратность размножения на средах		
	MS	WPM	A	MS	WPM	A
«Сувенир»	5,04	3,87	3,28	1,83	2,05	2,0
«Снегирь»	1,5	1,89	1,23	0,8	1,8	1,85
«Морена»	3,4	4,68	3,0	1,83	1,93	2,0

Выявлено, что на среде Андерсона кратность размножения сорта «Снегирь» выше, чем на среде MS. Это связано с тем, что растения погибли на среде MS на первом пассаже. Для сорта «Сувенир» и «Морена» минеральный состав не оказал заметного влияния на КР. Прирост побегов для сортов «Снегирь» и «Морена» оказались выше на среде WPM, а для сорта «Сувенир» - на среде MS.

1. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнологии на их основе [Текст]: Учеб. пособие / Р.Г. Бутенко. - М.ФБК-ПРЕСС, 1990. - 160 с. [73 с].

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ КУРИНОГО ПОМЕТА НА МЕТАНООБРАЗОВАНИЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹,
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского²

Ежегодный объем птичьего помета, образующегося на птицеводческих хозяйствах Нижегородской области, составляет 200 тыс. т, а в целом по стране – не менее 10 млн т. Утилизация данного типа отходов превратилась в трудноразрешимую проблему, поскольку требует больших материально-технических и денежных средств, а также значительных площадей сельхозугодий. Одним из путей рациональной утилизации птичьего (в частности куриного) помета является его анаэробное сбраживание, которое обеспечивает обеззараживание помета и сохранение его как важнейшего органического удобрения при одновременном получении такого возобновляемого источника энергии как биогаз [1].

Основными факторами, определяющими скорость разложения органических веществ микроорганизмами в процессе метаногенеза, являются: влажность, температура, уровень рН, соотношение углерода и азота в перерабатываемом сырье, буферные свойства среды, наличие ингибиторов, возраст субстрата. Процесс образования и выделения биогаза происходит только при наличии влажной среды, поскольку метанообразующие бактерии способны перерабатывать вещества только в растворенном виде. Минимальное содержание воды в субстрате для осуществления процесса анаэробного сбраживания составляет 50 % [2].

Целью данной работы является изучение влияния влажности субстрата на метанообразование в процессе анаэробного сбраживания. В эксперименте были поставлены реакторы со следующими значениями влажности куриного помета: 80, 84, 88, 92%. Температура, при которой велась ферментация, составляла 52°C, что является верхней границей оптимума термофильного режима. Анаэробное сбраживание проводилось в течение 50 дней. Состав выделившегося газа исследовался методом газовой хроматографии. Начало образования метана наблюдали на четвертые сутки во всех представленных реакторах. Самое высокое содержание CH_4 по отношению к CO_2 в составе биогаза было отмечено на 21 сутки в реакторах с влажностью 88% (62,66% метана и 31,18% углекислого газа) и 92% (62,86% и 30% соответственно). Таким образом выход биогаза и доля метана в нем прямо пропорциональны увеличению влажности сбраживаемого субстрата.

Библиографический список

1. **Титова, В.И.** Седов Л.К., Дабахова Е.В. Индустриальное птицеводство и экология - опыт сосуществования. Нижний Новгород, 2004. 251 с.
2. **Шевелуха, В.С.** Калашникова Е.А., Кочиева Е.З. Сельскохозяйственная биотехнология. М.: Высшая школа, 2008. 710 с.

РАЗРАБОТКА ШКОЛЬНОГО МЕНЮ

Дзержинский техникум бизнеса и технологий

Цель исследования: доказать необходимость рационального питания для школьников и разработать собственное меню для учащихся разных возрастных групп.

Задачи:

1. Проанализировать научную информацию по данной теме;
2. Провести анкетирование школьников;
3. Разработать собственное меню для учащихся разных возрастных групп.

Улучшение структуры питания школьников невозможно без использования основных принципов науки о рациональном питании, основанных на удовлетворении потребности человека в основных пищевых веществах (нутриентах), поступающих в составе пищевых продуктов. В отличие от взрослого организма, для которого калорийность пищевого рациона должна соответствовать его энергетическим затратам, растущему детскому организму основные пищевые вещества необходимы не только для снабжения энергией, но и для построения органов и тканей. В соответствии с этим питание учащихся должно быть сбалансировано по содержанию физиологически функциональных нутриентов (белков, жиров и углеводов).

В ходе работы проведено исследование на базе СОШ № 18 г. Дзержинска – тестирование учащихся разных возрастных групп по вопросу о питании в школе. В результате получены следующие выводы: питание учащихся производится в основном в младших классах, так как с 1 по 4-й класс у детей предусмотрена группа продленного дня. Учащиеся старших классов предпочитают питаться в буфете или не питаться совсем по ряду причин: не вкусно; недостаточно ассортимента; не устраивают продукты и т.д. В основном учащиеся хотели бы улучшить качество блюд, разнообразить технологию их приготовления и расширить ассортимент продукции.

На основании результатов тестирования учащихся с целью увеличения количества желающих питаться в школьной столовой было разработано цикличное десятидневное меню, сбалансированное по содержанию физиологически функциональных нутриентов в соответствии с возрастом учащихся.

КОЛЕСНИКОВА А.А., КОМОВА Е.П.**ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
РАЗМНОЖЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ IN VITRO**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из главных факторов, гарантирующих достижение потенциально возможного урожая картофеля в любых почвенно-климатических условиях является высококачественный, свободный от вирусной и бактериальной инфекции посадочный материал. Растения, содержащие патологии различного происхождения, в своем урожае образуют клубни низкого качества, а также существенно снижают урожайность. В таком материале количество крахмала может уменьшиться от 3 до 5%, а содержание витаминов – в 2 или 3 раза.

Здоровый посадочный материал картофеля является важным фактором производства. Разработанные в 60-х годах XX столетия биотехнологические методы оздоровления карто-

феля с применением меристемной культуры, продуктивные способы культивирования и клонального микроразмножения позволяют ускорить процесс размножения новых сортов картофеля более чем в два раза и оздоровить при необходимости те сорта, которые находятся продолжительное время в производстве [1].

Главная задача размножения исходного материала состоит в том, чтобы получить высокий коэффициент без повторного заражения. Черенкование растений в пробирках (in vitro) является одним из наиболее эффективных и надежных методов, позволяющих использовать зимние время для размножения оздоровленных растений картофеля.

Лимитирующими факторами в увеличении коэффициента размножения в условиях in vitro являются: генотип, состав питательной среды и условия выращивания [2].

Цель исследования - определение оптимальной концентрации минеральной части питательной среды для массового размножения микрорастений в культуре in vitro. Микрочеренкование осуществляли на питательную среду Мурасиге-Скуга (твердую и жидкую). Исследование проводилось для сорта картофеля Red Scarlett.

Основная задача подобрать питательную среду без нарушений в генетической или метаболической областях, которая обеспечивала бы высокий коэффициент размножения, т.е. максимальный выход растений из микрочеренков в минимальные сроки.

Учитывалось общее развитие растений и продуктивность (высота растений и количество междоузлий, количество, длина и масса корней).

Как показали результаты исследований развитие микрорастений различно в зависимости от состава питательной среды.

Библиографический список

1. Биотехнология в селекции и семеноводстве картофеля / С. А. Банадысев, Г. А. Яковлева, И. А. Родькина и др. // Сельскохозяйственная биотехнология: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – Горки, 2002.
2. **Семенечин, С.А.** Совершенствование состава питательной среды при ускоренном размножении оздоровленного материала картофеля in vitro / С. А. Семенечин // 14-я Коми респ. Молодежная научная конференция: тез. докл. Т.2: Актуальные проблемы биологии и экологии. – Сыктывкар, 2000.

УДК 664.65

ЛЕБЕДЕВА Н.В., КОМОВА Е.П.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ЙОДХИТОЗАНА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Известно, что недостаточное поступление йода в организм человека приводит к нарушениям структуры и функций щитовидной железы, неадекватной продукции тиреоидных гормонов и возникновению не только эндемического зоба, но и заболеваний, связанных с нарушением функционирования различных органов и систем, дисбалансу иммунной системы [1].

Основной метод профилактики йоддефицитных заболеваний – йодирование продуктов питания, в частности хлеба и хлебобулочных изделий. Целью работы является разработка технологии производства пшеничного хлеба с использованием «Йодхитозана».

Во всем мире для йодирования хлеба используют соль, обогащенную йодидом калия. Другим неорганическим носителем йода является йодат калия (KJO₃). Однако постоянное употребление неорганических форм йода, например, йодированной соли может привести к развитию зубных трансформаций в виде узловых форм зоба, гипертиреоза и

злокачественных новообразований щитовидной железы [2]. В последние годы активно проводится разработка способов получения органических соединений йода с белками, аминокислотами и полисахаридами. Но следует знать, что длительное применение йода, связанного с белком, несущим в себе свойства аллергена, будет сенсibilизировать соответствующие системы и у практически здоровых людей, вызывая иммунологические нарушения [3].

С целью усовершенствования технологии производства йодированного хлеба предлагается ввести в состав пшеничного хлеба «Йодхитозан». Вводить добавку следует с раствором соли в количестве 0,05% к массе муки. Применение «Йодхитозана» позволяет получить продукт, употребление которого обеспечивает 30% суточной потребности в йоде. Введение добавки улучшает потребительские свойства хлеба – увеличивает пористость и удельный объем и снижает кислотность, а также увеличивает срок его хранения.

Предлагаемая добавка содержит стабильные формы йода с высокой константой устойчивости, обеспечивает пролонгированные тканевые эффекты стромотропного микроэлемента. Ингредиенты «Йодхитозана» наделены широким спектром биологических эффектов, а также не оказывают побочного и сенсibilизирующего воздействия на организм при неограниченно длительном применении [4].

Таким образом, введение добавки «Йодхитозан» в состав пшеничного хлеба позволит получить продукт функционального назначения, предназначенный для массовой профилактики йоддефицита, с улучшенными потребительскими свойствами.

Библиографический список

- 1. Максютлов, Р.Р.** Разработка технологии и товароведная йодобогатенных кумысных напитков с инулином : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Максютлов Руслан Ринатович. – М., 2014. – 136 с.
- 2. Терпугова, О.В.** Эндокринологические аспекты проблемы дисэлементозов и других пищевых дисбалансов: Учебное пособие. Ярославль: Александр Рутман, 2001. – С.37 – 38.
- 3. Пат. 2265377** Российская Федерация, МПК А 23 L 1/30, 1/304. Биологически активная добавка к пище для профилактики йодной недостаточности и способы ее получения [Текст] / А.Н. Мамцев и др.; заявитель и патентообладатель А.Н. Мамцев и др. – №2004122332/13: заяв. 20.07.2004; опубл. 10.12.2005. – Бюл. №34. – 5 с.
- 4. Пат. № 2474123** Российская Федерация, МПК А 21 D 8/02, 2/00. Способ производства йодированного хлеба / А.Н. Мамцев, Е.Е. Пономарев, Козлов, Л.Ф. Пономарева, М.В. патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Технопарк МГУТУ». – опубл. 10.02.2013, Бюл. №4. – 7 с.

УДК 615.012

ЛОГУНОВ А.О.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАПСУЛИРОВАННОГО БАКТИСТАТИНА 0,5 Г

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

«Бактистатин» используется в качестве биологически активной добавки к пище как источник биологически активных метаболитов пробиотических микроорганизмов, дополнительный источник витамина Е, содержащий цеолит. Он применяется в комплексной терапии в качестве средства, способствующего нормализации микрофлоры кишечника и улучшающего функциональное состояние желудочно-кишечного тракта [1, с. 66].

«Бактистатин» состоит из трех взаимоусиливающих компонентов и представляет собой смесь стерилизованной культуральной жидкости *Bacillus subtilis* 3, цеолита и гидролизата соевой муки.

Bacillus subtilis 3 (200мг) обладает бактерицидным и бактериостатическим действием, продуцирует лизоцим, липазу, амилазу и протеолитические ферменты, которые способствуют очищению воспалительных очагов от некротизированных тканей.

Цеолит (195 мг) участвует в селективном ионном обмене, регулируя негативное влияние на содержание ионов алюминия, синергически взаимодействуя с магнием и фтором за счет входящих в состав цеолита.

Гидролизат соевой муки (100 мг) является источником хорошо усвояемого растительного белка и аминокислот, создает благоприятные условия для увеличения количества бифидобактерий. Назначается взрослым по 1-2 капсулы 2 раза в день во время еды. Противопоказаний не выявлено [2, с. 32].

БАДы имеют важное преимущество перед лекарствами: последние иногда могут вызывать изменения, не свойственные здоровому организму, а БАДы регулируют работу организма в пределах нормы, так как представляют собой натуральные или идентичные натуральным вещества [3, с. 85].

Производство желатиновых капсул - технологический процесс, состоящий из следующих стадий:

1. приготовление желатиновой массы;
2. изготовление (формование) желатиновых оболочек;
3. наполнение капсул;
4. их обработка;
5. контроль качества (стандартизация).

Существующая технология пробиотиков «Бактистатин» усовершенствована введением в аппаратно-технологическую линию сушилки-гранулятора 524Р-АК, обеспечивающей одностадийное обезвоживание, иммобилизацию и гранулирование препарата «Бактистатин» с производительностью 10 кг/ч [4, с. 325].

Таким образом, при добавлении сушилки-гранулятора, объединяются три стадии, что уменьшает время изготовления препарата, увеличивая производительность линии в 5 раз.

Библиографический список

1. **Бондаренко, В.М.** Грачева Н.М., Мацулевич Т.В., Воробьев А.А. / Микроэкологические изменения кишечника и их коррекция с помощью лечебно-профилактических препаратов // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колонопроктологии.-2003.-Приложение №20.-С.66.
2. **Запруднов, А.М.** Мазанкова Л.Н. / Микробная флора кишечника и пробиотики // Методическое пособие.-М., 2001.-32С.
3. **Драчева, Л.В.** «Правильное питание, пищевые и биологически активные добавки»// Пищевая промышленность 2001. №6. с.85.
4. **Меньшутина, Н.В.** Инновационные технологии и оборудование фармацевтического производства, том 1/Н.В Меньшутина, Ю.В. Мишина, С.В. Алвес -М.: БИНОМ, 2012- с. 325.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕФОРМАЛЬНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ
В ИЗУЧЕНИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЙОДНИТРОТЕТРАЗОЛИЯ ХЛОРИДА
СУСПЕНЗИЕЙ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТОК**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Соли тетразолия, в частности, йоднитротетразолия хлорид (2-(4-йодфенил)-3-(4-нитрофенил)-5-фенил-2Н-тетразолия хлорид, ИНТ) нашли широкое применение в изучении живых объектов из-за своей способности восстанавливаться одноступенчато до окрашенных продуктов моноформазапов [1].

Ранее нами было установлено, что восстановление ИНТ суспензией ряда бактерий в физиологическом растворе при его начальной концентрации, соизмеримой с клеточной концентрацией метаболитов, подчиняется простым уравнениям кинетики первого или нулевого порядков в зависимости от природы бактерий.

При исследовании температурной зависимости получены низкие значения предэкспоненциального множителя уравнения Аррениуса, что является нетипичным для химической реакции [2,3]. Было выдвинуто предположение о значительной роли в этом процессе диффузии ИНТ к сайтам восстановления.

В настоящей работе дифференциальным методом показано, что начальная скорость восстановления ИНТ линейно зависит от начальной концентрации субстрата в случае грамотрицательной бактерии *Escherichia coli*. Грамположительная бактерия *Bacillus subtilis* характеризуется более сложной зависимостью $V_0 = f([\text{ИНТ}]_0)$, на которой четко выделяется два линейных участка с точкой излома в области относительно высоких концентраций ($15 \cdot 10^{-5}$ М) ИНТ.

Исходя из полученных данных, можно считать, что начальная скорость восстановления ИНТ пропорциональна скорости транспорта ИНТ в клетку и в обоих случаях линейно зависит от градиента концентрации в соответствии с первым законом Фика. Однако у грамположительной бактерии в области высоких концентраций субстрата, имеющего положительный заряд, транспорт облегчается электростатическим эффектом отрицательно заряженных компонентов клеточной стенки.

Библиографический список

1. Seidler, E. The Tetrazolium-Fornazan System: Design and Histochemistry / E. Seidler – ISBN 3-437-11366-6. New York: G.Fischer. Stuttgart. 1991. 79 p.
2. Радостин, С.Ю. Восстановление иоднитротетразолия клетками бактерий как метод оценки их коррозионной активности / С.Ю. Радостин, А.А.Калинина, А.С. Македошин, Т.Н. Соколова, О.В.Кузина, В.Р.Карташов // Коррозия: материалы, защита -2015. - № 11. -С.45-48.
3. Радостин, С.Ю. Кинетика восстановления иоднитротетразолия хлорида в индуцированной биотрансформации кислорода в коррозионно-активные формы: Автореферат канд. хим. наук. - Н.Новгород, 2015. - 24 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЙОДКАЗЕИНА В ПРОИЗВОДСТВЕ МАЙОНЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

По данным исследований Министерства здравоохранения Российской Федерации более 50 млн жителей России проживают на территории, где йод является следовым компонентом почвы, поэтому в малых количествах присутствует в пище, вследствие чего заболевания щитовидной железы, обусловленные йоддефицитом, являются наиболее часто встречающимися поражениями эндокринной системы. Так, в Нижегородской области частота зоба у обследованных детей колеблется от 14 до 29 % [1].

Регулирование йодного обмена в организме – достаточно сложный биохимический процесс. Различают две формы йода, поступающего в организм – минеральную и органическую. Наряду с традиционным использованием йодированной соли для профилактики йоддефицитных состояний, все шире используются добавки, включающие в себя органические формы йода. Йодказеин - препарат йода, связанного с природным белком молока. Данная добавка применяется для обогащения пищевых продуктов функционального назначения, среди которых молоко и молочные продукты, хлеб, майонезы и соусы [2].

В работе предлагается использовать добавку «Йодказеина» при производстве майонеза «Провансаль» при частичной замене яичного порошка. При анализе органолептических показателей установлено, что наиболее приемлемым является введение 1,5% йодказеина от массы яичного порошка. Йодированная пищевая добавка вносится вместе с водорастворимыми компонентами майонеза и не требует установки дополнительного оборудования. Введение добавки позволяет обеспечить до 50% суточной потребности в йоде, но при этом не приводит к существенному удорожанию продукта, не усложняет производственный процесс, не нарушает реологических свойств и вкусовых качеств продукта [3].

Библиографический список

- 1. Дедов, И.И.** Мельниченко Г.А., Трошина Е.А., Платонова Н.М., Абдулхабирова Ф.М., Шатнюк Л.Н., Апанасенко Б.П., Кавтарадзе С.Р., Арбузова М.И., Джатоева Ф.А.. Дефицит йода – угроза здоровью и развитию детей России//Национальный доклад – М., 2006. 124 с.
- 2.** Применение йодказеина для предупреждения йоддефицитных заболеваний в качестве средства популяционной, групповой и индивидуальной профилактики йодной недостаточности: Методические рекомендации. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.
- 3. Головкин, Н.П.** Серик М. Л., Головкин Т. Н., Бакиров М.П. Исследование технологических и потребительских характеристик эмульсионных соусов обогащенных йодом // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Х.: Технологический центр, 2013. № 20. 23 с.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА НЕФТЕХИМИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленности являются одними из крупнейших загрязнителей окружающей среды. Предприятия данной отрасли оказывают негативное влияние на экологическую обстановку во многих регионах России, загрязняя атмосферный воздух, водные объекты, почву. По объемам сброса сточных вод эти предприятия - крупнейшие источники загрязнения водных объектов. Для решения проблемы предотвращения загрязнения водных объектов необходимо создавать на предприятиях канализацию раздельной очистки, проходящую последовательно механическую, физико-химическую и биологическую очистку сточных вод [1].

Одним из наиболее перспективных и развивающихся направлений является биологическая очистка. Процесс биологической очистки основан на способности микроорганизмов использовать растворенные органические вещества сточных вод для питания в процессе жизнедеятельности. Часть органических веществ превращается в воду, диоксид углерода, нитрит- и сульфатионы, часть идет на образование биомассы. Биологическая очистка - основной метод обработки городских сточных вод. [2].

В нефтехимическом производстве весьма распространенным видом загрязнений выступал фенол. Наиболее эффективным способом его удаления служила биологическая очистка, эффективность которой достигает 80-90%. В связи с этим в данной работе предложено рассмотреть биологический метод очистки промышленных сточных вод как наиболее действенный метод очистки от органических соединений, в том числе фенолов, и некоторых неорганических соединений (сероводорода, сульфидов, аммиака, нитритов и др.) [3].

Библиографический список

- 1. Абдрахимов, Ю.Р.** Шарафутдинова Г.М., Хангильдин Р.И., Хангильдина А.Р. Анализ химико-технологических водных систем нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.- Уфимский государственный нефтяной технический университет, г.Уфа e-mail: pbot@mail.ru
- 2.** Биологическая очистка городских сточных вод: Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2002, - 127 с.
- 3. Порущий, Г.В.** Биохимическая очистка сточных вод органических производств. – М.: «Химия», 1995, - 256с.

ПРОИЗВОДСТВО ГЛАЗНОЙ МАЗИ «МОКСИФЛОКСАЦИН»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Фторхинолоны применяются в офтальмологии с начала 1990-х годов. В настоящее время врачи выбирают именно эту группу антибактериальных препаратов, учитывая широкий спектр действия и хорошую переносимость. Фторхинолоны первых трех поколений действуют только на ДНК-гиразу многих грамотрицательных бактерий или топоизомеразу многих грамположительных бактерий. Такая селективность действия приводит к

повышению резистентности к их воздействию. Характерная для фторхинолонов IV поколения (моксифлоксацин) метокси-группа (OCH₂) позволяет связываться с обоими видами ферментов, дополнительно усиливая бактерицидный эффект [1].

В настоящее время на основании некоторых фторхинолонов разработаны глазные формы только в виде глазных капель. Недостатком глазных капель является короткий период терапевтического действия. Частые инсталляции водного раствора смывают слезную жидкость, содержащую лизоцим, и тем самым создают условия для возникновения инфекции [2]. Для увеличения срока годности мази предлагается добавить в состав консервант из смеси нипагина и нипазола, в отличие от многих, традиционно используемых консервантов он обладает малой токсичностью, низкой стоимостью, а также хорошими фунгицидными и бактерицидными свойствами [2].

В описанной технологии предлагается использование модернизированной диспергирующей и гомогенизирующей установки, позволяющей сократить количество, используемого в традиционных технологиях оборудования и операций, а именно: дополнительное диспергирование мази (в конструкцию установки входит проточный диспергатор, действующий по системе ротор-статор), приготовление концентрата действующего вещества и консерванта с частью основы (подача сухих и жидких компонентов непосредственно в камеру диспергирования позволяет избежать образования комков во время смешивания сухой фракции с жидкой и гарантирует быстрое и качественное перемешивание).

Библиографический список

1. Сайдашева, Э.И. Буяновская С.В., Ковшов Ф.В., Гудимова И.В., Фанта Е.А., Четверня Л.Н., Дубок Н.П. Современные фторхинолоны в терапии бактериальных инфекций глаз у детей раннего возраста // Российская педиатрическая офтальмология, №1, 2015 – с. 23.
2. Анисимов, А.Н. Карипова Р.М., Газизова Н.Г., Хуснутдинова Р.Ф., Нигматуллина Р.И., Ханнанов Т.Ш., Степанова Н.В. // Патент RU2531937C2

УДК 628.35

ПЕРМИНОВА А.В.

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время более чем 30-летний опыт реализации технологий удаления биогенных элементов как в нашей стране, так и за рубежом позволяет говорить о возможности достижения стабильного качества очистки в соответствии даже с жесткими Российскими нормами. Отработаны различные схемы очистки сточных вод от азота и фосфора и их выбор для конкретных условий определяется динамикой качественных и количественных характеристик сточных вод, а также предполагаемым уровнем эксплуатации [1].

Традиционная механобиологическая очистка городских сточных вод позволяет изъять из воды основную массу органических загрязняющих веществ, но не может обеспечить достаточную глубину удаления соединений азота и фосфора. В ходе очистки протекают процессы аммонификации и последующей нитрификации, гидролиз соединений фосфора [2]. При этом часть азота и фосфора выводится с биомассой активного ила, некоторая часть малорастворимых соединений фосфора осаждается в первичных отстойниках. Содержание аммонийного азота и фосфора в очищенной воде на 20–40% меньше, чем в воде, поступающей на очистку [3].

Нами предлагается использовать для эффективного удаления биогенных элементов биологическая очистка городских сточных вод, основанная на чередовании аэробных, анаэробных и аноксидных зон, что способствует формированию новых биоценозов активного ила. Реализация схем биологического удаления фосфора позволяет исключить или существенно снизить (при реализации биолого-химического удаления фосфора) затраты на реагенты.

Сооружения биологической очистки сточных вод от азота и фосфора более чувствительны к колебаниям поступающих загрязнений, чем аэротенки, работающие только на окисление органических загрязнений. В связи с этим выбор значений качественных показателей сточных вод из массива реальных данных, которые закладываются в расчет сооружений, является одним из определяющих факторов корректности полученных результатов [2].

Это доказывает возможность достижения стабильного качества очищенных вод на уровне ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения. Данная реконструкция может рассматриваться как возможность минимизировать экологические платежи и выполнить современные требования законодательство РФ.

Библиографический список

1. **Жмур, Н. С.** Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
2. Химический анализ производственных сточных вод / Ю. Ю. Лурье [и др.]. – М.: Химия, 1974. – 336 с.
3. **Данилович, Д.А.** Дайнеко Ф. А., Мухин В.А. и др. Удаление биогенных элементов / Водоснабжение и сантехника. 1998. № 9

УДК 615.012

ПУЖАЕВА Е.А.

ПРОИЗВОДСТВО «АНАЛЬГИН» СУППОЗИТОРИЕВ РЕКТАЛЬНЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Легкая и умеренная боль, лихорадка при простудных заболеваниях - наиболее частые причины применения ненаркотических анальгетиков. По данным независимых исследований, потребление этих средств неуклонно растет как в России, так и за рубежом. В России объем продаж анальгетиков превышает 30% от числа всех препаратов на фармацевтическом рынке, причем наибольшим спросом пользуется метамизол натрия (анальгин) и препараты на его основе [1, с. 5].

На всех этапах развития фармацевтической технологии научный поиск был направлен на разработку детских лекарственных форм, в том числе и жаропонижающих и обезболивающих средств, при назначении которых обеспечивалось бы минимальное травмирование психики ребенка. В связи с этим возрос интерес к ректальным лекарственным формам в которых сочетаются выгодные особенности перорального и парентерального способов назначения лекарств, что позволяет избежать аллергических реакций и соматических осложнений, решается проблема неприятного вкуса и запаха лекарств [2, с. 2].

В данной работе предлагается модернизация технологического процесса - автоматизирование технологической линии по производству «Анальгин» суппозиторий 250 мг за счет введения автоматической линии по расфасовке суппозиторий Sarong SAAS-15AP, что обеспечивает высокую гигиеничность готового продукта и увеличение производительности производства.

Для улучшения консистенции суппозиторной массы и более равномерного распределения в ней активного компонента предлагается ввести гомогенизатор с тремя мешалками.

Библиографический список

- 1. Макарьянц, М.Л.** Принципы клинической оценки эффективности и безопасности анальгетиков, разрешенных к отпуску без рецепта, у пациентов с высоким риском осложнений: автореферат дис. д.мед.н. / М. Л. Макарьянц – Москва, 2007 - 197 с.;
- 2. Абрамович, Р.А.** Создание и исследование суппозиториев для детей с глицирамом, антраценнином, экстрактом алоэ сухим : автореферат дис.кандидата фармац. наук / Р.А. Абрамович – М: НИИ фармации, 1994.- 23 с.

УДК 637.146

РЯБОВА Д.Т.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСУШЕННОГО ЭКСТРАКТА КОРНЯ СОЛОДКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕФИРА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Институтом питания РАМН неоднократно озвучивалась нарастающая проблема нарушений микронутриентного пищевого статуса человека. Установленный дефицит ингредиентов нарастает и представляет определенную опасность для здоровья. У россиян таковыми являются минеральные вещества (кальций, магний).

В качестве функциональных добавок, наделяющих готовый продукт выраженными антирадикальными, иммунокорректирующими, адаптационными, антиоксидантными свойствами и для профилактики минеральной недостаточности производят продукты питания с экстрактом корня солодки (лакрицей). Экстракт корня солодки в качестве пищевого применяют для таких пищевых продуктов, как молочные продукты, ликероводочные изделия, хлебобулочные и кондитерские изделия [1].

Нами предлагается использовать высушенный экстракт корня солодки в производстве кефира, так как именно высушивание экстракта обеспечивает минимальные потери свойств исходного сырья и высокий уровень физико-химических и органолептических показателей.

Содержащаяся в солодке глицирризиновая кислота напоминает по своему строению гормон корневого слоя надпочечников – кортизон. Глицирризиновая кислота защищает кортизон организма от разрушений. Благодаря сложному сочетанию глицирризиновой и глициретовой кислот солодка нашла применение в качестве антиаллергического, противовоспалительного, бактерицидного средства. Терапевтический эффект корня солодки можно заметить и по его спазмолитическому воздействию, по расслаблению гладких мускул, снижению секреции пищеварительной железы, стимулированию выработки желудочного секрета. Его можно использовать как обволакивающее, желче- или мочегонное средство. Таким образом, положительное влияние на организм человека солодки после регулярного приема в рациональных количествах в составе кефира очевидно. Это особенно важно для жителей городов с неблагоприятной экологической обстановкой.

Порошок из корня солодки используется в качестве питательной среды для более интенсивного развития микроорганизмов кефирной закваски. Интенсификация процесса и увеличение кислотности свидетельствуют о положительном влиянии солодки на процесс сквашивания. При анализе показателей установлено, что оптимальное количество добавки для приготовления кефира стабильного качества составляет в среднем 0,2% к массе молока.

Предложенный способ производства позволяет сократить время приготовления кефира (на стадии сквашивания молока) на 2,5-3 часа при стабильном нарастании кислотности до 110°Т [2].

Введение в рецептуру кефира порошка корня солодки не приводит к существенному удорожанию продукта, не усложняет производственный процесс, не нарушает реологических свойств, улучшает органолептические свойства, увеличивает стабильность и срок хранения готового продукта.

Библиографический список

1. **Коновалов, А. В.** Малюкова М. А.. Производство функциональных продуктов питания на основе экстракта корня солодки // Вестник МичГАУ, № 6, 2014. – 37 – 40 с.
2. Способ ускоренного производства кефира : пат. 2429702 Рос. Федерация : МПК А23С 9/127 / Кириева Т. В., Бронникова В. В., Шакун Е. О., Фокин И. И.; заявитель и патенто-обладатель Москва. – № 2010111045/10 ; заявл. 24.03.2010 ; опубл. 27.09.2011 Бюл. №27.

УДК 637.146

САМАРА М.Б., КУЗИНА О.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЫКВЕННОГО ПОРОШКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Йогурт - легко усваиваемый кисломолочный продукт, не вызывающий аллергию. Молочнокислые живые организмы, содержащиеся в йогурте, регулируют и нормализуют работу желудочно-кишечного тракта. При ежедневном употреблении йогурта организм начинает интенсивную выработку интерферона, что помогает в борьбе с различного рода вирусами и бактериями [1].

Массовые исследования населения России, регулярно проводимые Институтом питания РАМН в различных регионах страны, говорят о несбалансированности питания практически всех групп населения, то есть дефиците витаминов С, группы В и β – каротина. За счет этого снижается производительность трудоспособного населения, разрушается кишечная микрофлора и устойчивость иммунитета, снижается продолжительность жизни людей.

В связи с этим нашей основной задачей стала разработка нового кисломолочного продукта с улучшением пищевой ценности, повышением профилактических свойств за счет введения пектиносодержащих наполнителей и пищевых волокон. Проводя анализ патентов молочной промышленности был выбран наполнитель, в качестве которого используется тыквенное пюре, полученное предварительным смешиванием тыквенного порошка с подогретым до 40 – 60°С обезжиренным молоком соотношении 1:12 – 1:15 [2].

Тыква - ценный диетический продукт. По концентрации углеводов, витаминов и минеральных солей она превосходит многие овощи [3]. Тыква содержит в себе соли калия, кальция, магния, сахара, β – каротин, белок, клетчатку, а также пищевые волокна – не перевариваемые в тонком кишечнике некрахмальные полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины, гумми, слизи и неуглеводное соединение лигнин).

Вносимое нами предложение позволяет расширить ассортимент продуктов, относящихся к классу «здоровых», так как является функциональным продуктом с высоким содержанием железа, пищевых волокон, пектиновых веществ. За счет повышенного содержания в йогурте β – каротина продукт имеет приятный желто-оранжевый цвет. Продукт обладает пищевой и биологической ценностью, высокими органолептическими, профилактическими, радиопротекторными свойствами. Он способствует нормализации кишечного микробиоценоза, стимулирует иммунную систему организма [2].

Библиографический список

1. **Тамим А.Й.**, Робинсон Р.К. Йогурт и другие кисломолочные продукты; Перев. с англ. под ред. Л.А. Забодаловой / А.Й. Тамим – Спб.: Профессия, 2003. – 661 с.
2. Пат. 2348161 Российская Федерация: МПК А 23 С 9/123. Способ производства йогурта / И.В. Краюшкина, Э.П. Шалапугина, Н.Э. Шалапугина, В.Я. Матвиевский; заявитель и патентообладатель Министерство сельского хозяйства РФ Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – № 2007123876/13; заяв. 25.06.2007; опубл. 10.03.2009 Бюл. №7. – 6 с.
3. **Скрипников Ю.Г.**, Винницкая В.Ю.. Технологические особенности производства тыквенного пюре / Достижения науки и техники АПК, Бюл. №8, 2008. – 50 – 51 с.

УДК 637.344.6

СЕЛЯНИНА А.Р., СОКОЛОВА Т.Н.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЛИВОЧНОГО СЫРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема дефицита молочного сырья в России и повышения эффективности молочной промышленности может быть решена благодаря использованию молочной сыворотки, ресурсы которой в нашей стране превышают 3,5 млн тонн в год. Переработка молочной сыворотки в России, несмотря на многочисленные разработки в этой области, сдерживается по ряду причин, в числе которых недостаточность информации о преимуществах продуктов из сыворотки и рекламы здорового образа жизни, а также либерализм экологической службы относительно сброса сыворотки в сточные воды. Совокупный вред экологии, наносимый сбросом 1 т молочной сыворотки, оценивается более чем в 1 млн руб. [1].

Сывороточные белки имеют высокую питательную ценность, их аминокислотный состав близок к профилю идеальной композиции для питания человека [2]. Молочная сыворотка, являясь побочным продуктом при производстве сыров, творога и казеина, относится к ценному пищевому сырью, из которого возможно получение целой гаммы диетически полноценных молочных продуктов и полуфабрикатов, в том числе сливочного сыра, обеспечивающих поддержание и реабилитацию пищевого статуса здоровых и больных людей [3].

Существует несколько способов обработки сыворотки при производстве сливочного сыра. Например, высушивание сывороточных белков и дальнейшее объединение получившегося полуфабриката с сыром; способ нагревания изолята сывороточного белка в две стадии при поддержании определенного уровня рН для получения полимеризованного сывороточного белка. Однако эти способы не получили практического применения либо из-за неудовлетворительного качества продукта, либо низкой рентабельности производства.

В настоящей работе предлагается технология переработки сыворотки в концентрат сывороточных белков с дальнейшей полимеризацией посредством единичной контролируемой тепловой обработки. Это должно уменьшить такие дефекты, как разделение фаз в процессе обработки, и в случае сливочного сыра может обеспечить получение более гладкого продукта с ярко выраженным сливочным вкусом. Использование полимеризованных сывороточных белков из концентрата также значительно повышает твердость сливочно-сырного продукта и его качество в целом [2].

Библиографический список

- 1. Артюхова, С.И.** Макшеев, А.А., Гаврилова, Ю.А. Молочная сыворотка в функциональных продуктах // Молочная промышленность. – 2008. – №12. – с.63
- 2.** Сливочный сыр, полученный из полимеров сывороточных белков: пат. 2352129 Рос Федерация: МПК А23С19/068 / Линдстром, Т. Р., Меринг, А. Д., Хадсон Х. М.; заявитель и патентообладатель КРАФТ ФУДЗ ХОЛДИНГС, ИНК. (US). – №2004138760/13; заявл. 29.12.2004; опубл. 10.06.2006
- 3.** Промышленная переработка вторичного молочного сырья / Храмов А.Г., Василин С.В. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 100 с.

УДК 579.64, 543.95

СКОПИНОВА Д.А., МИХЕЕВА Э.Р.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ КОНСКОГО НАВОЗА АНАЭРОБНЫМ СБРАЖИВАНИЕМ В ТЕРМОФИЛЬНОМ РЕЖИМЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время одной из серьезных проблем экологии является утилизация отходов животноводства. В частности, навоз и помет содержат огромное количество микроорганизмов (бактерий, вирусов, глистов, их яиц и прочих паразитов), семян различных сорных растений, антибиотиков и т.д. Поэтому обеззараживание навоза с целью предотвращения загрязнения окружающей среды и его дальнейшего использования в качестве удобрения является важной задачей.

Целью работы является исследование процесса обеззараживания конского навоза путем его анаэробного сбраживания в термофильном режиме.

Для достижения поставленной цели были изучены следующие характеристики исходного и ферментированного конского навоза: ХПК (бихроматный способ) [1], КОЕ и наличие кишечной палочки. Для определения КОЕ делали посев разведения 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} исходного и ферментированного навоза на мясо-пептонный агар [2]. Для определения наличия кишечной палочки делали посев таких же разведений на среду Кесслера с последующим пересевом на среду Эндо для выделения кишечной палочки.

Исходная влажность конского навоза составила 71,9%. Анаэробное сбраживание конского навоза осуществляли в стеклянных реакторах объемом 200 мл, в которых влажность навоза была увеличена до 80 и 84%, в термофильном режиме (52°C) в течение 45 суток. Все результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

	ХПК, мг/л	КОЕ, кл/мл	Наличие кишечной палочки
Исходный навоз с влажностью 71,9%	900	$103,3 \cdot 10^6$	присутствует
Навоз с влажностью 80% после 45 суток ферментации	300	0	отсутствует
Навоз с влажностью 84% после 45 суток ферментации	500	0	отсутствует

Вывод: исследовали процесс обеззараживания конского навоза путем его анаэробного сбраживания в термофильном режиме. Снижение ХПК показывает уменьшение в исследуемом навозе органических соединений за счет действия анаэробных микроорганизмов. Уменьшение КОЕ и отсутствие кишечной палочки свидетельствует о том, что процесс анаэробного сбраживания конского навоза обеспечивает его обеззараживание.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ТАБЛЕТОК ДЛЯ РАССАСЫВАНИЯ «ГРАММИДИН»

Нижегородский государственный технически университет им. Р.Е. Алексеева

«Грамицидин С» - полипептидный антибиотик тиротрициновой группы, отличающийся высокой антибиотической активностью в отношении грамположительных и некоторых грамотрицательных бактерий. Важными преимуществами данного антибиотика являются: широкий антимикробный спектр действия; химическая структура, благодаря которой микроорганизмы не проявляют устойчивость к данному антибиотику; механизм действия, направленный на разрушение клеточной мембраны микроорганизмов [1, с. 194].

«Грамицидин С» уже не одно десятилетие успешно используется для лечения заболеваний горла и полости рта, поэтому в 2004 г. фармацевтическая компания разработала новую лекарственную форму – таблетки для рассасывания, содержащие 3 мг активного вещества под торговым названием «Граммидин» [2, с. 285].

Технология производства таблеток включает в себя три основные стадии: подготовка сырья, получение массы для таблетирования и таблетирование [3, с. 55].

В современной технологии производства таблеток «Граммидин» для получения массы для таблетирования используют ротогранулятор «Zanchetta ROTO P 600». Процесс грануляции в данном аппарате длится около 12 часов.

Применяя аппарат СГ-100 для грануляции в псевдооживленном слое, время грануляции уменьшается в 14 раз (50 мин), при этом обеспечиваются более высокие показатели качества гранул.

Таким образом, при замене ротогранултора можно добиться сокращения производственного цикла в 14 раз, обеспечивая при этом высокую производительность линии и качество получаемой продукции.

Библиографический список

- 1. Егоров, Н. С.** Основные учения об антибиотиках: Учебник. 6-е изд., перераб. и доп. / Н.С. Егоров – М.: Издательство МГУ; Наука, 2004 – 528 с.;
- 2. Овчинников, Ю. А.** Биоорганическая химия / Ю.А. Овчинников – М.: Просвещение, 1987 – 815 с.;
- 3. Меньшутина, Н. В.** Инновационные технологии и оборудование фармацевтического производства, том 1/Н.В Меньшутина, Ю.В. Мишина, С. В. Алвес–М.: БИНОМ, 2012– с. 328.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВИРУСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕПАРАТОВ КРОВИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Современный прогресс в производстве препаратов иммуноглобулинов человека обусловлен не только улучшением их эффективности и расширением показаний к применению в клинической практике, но и достижениями, связанными с обеспечением качества и безопасности. Это обусловлено тем, что для их производства используется биологический материал, потенциально содержащий возбудителей гемотрансмиссивных инфекций. Основными вирусными контаминантами, ассоциированными с препаратами иммуноглобулинов человека, являются вирус иммунодефицита человека 1 и 2 типов, вирусы гепатита В, С, А, парвовирус В19 [1].

Согласно общей стратегии, рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения, вирусная безопасность препаратов иммуноглобулинов человека обеспечивается тремя составляющими: отбором и обследованием доноров, скринингом плазмы для фракционирования, включением не менее двух стадий инактивации и/или элиминации вирусов в технологию производства.

Отбор доноров осуществляется в соответствии с Международной программой качества плазмы (IQPP). Потенциальный донор должен получить статус квалифицированного, обязывающий его пройти два отдельных медицинских обследования и лабораторный контроль на отсутствие антител к основным гемотрансмиссивным инфекциям (вирусу иммунодефицита человека, вирусу гепатитов В и С) [2].

Количество вируса зависит от числа зараженных доноров, кровь которых использована при пулировании исходной плазмы, а также концентрации патогенна в поступившем материале. Методы скрининга не являются надежными для обнаружения инфекций ниже определенного уровня. Ошибки в процессе скрининга вполне объяснимы большим объемом донорского материала, так как данный процесс ограничен только определенным набором вирусов, на который нацелено исследование. Поэтому инактивация и удаление вирусов позволяют избежать последствий случайных ошибок в идентификации рисков [3].

Современные технологии фракционирования белков плазмы крови человека сочетают очистку протеинов с инактивацией и удалением вирусов. Преципитация с помощью этанола – наиболее широко используемый метод фракционирования плазмы. Помимо того, что этанол выступает в качестве преципитанта, он также обладает дезинфицирующими свойствами, которые, однако, наиболее выражены при положительных температурах [4]. Поиск и совершенствование методов инактивации и удаления вирусов основывался на использовании как физических факторов, так и химических реагентов. Внедрение в производство таких методов, как пастеризация, энзимный протеолиз при низких значениях рН, обработка β-пропиолактоном в сочетании с ультрафиолетовым облучением, значительно повысило вирусную безопасность препаратов иммуноглобулинов. В то же время, эти методы имели ряд технологических недостатков, оказывали влияние на качество и эффективность конечного продукта и требовали доработки. Поэтому дальнейшее совершенствование технологии производства препаратов иммуноглобулина было направлено на повышение вирусной безопасности препаратов при сохранении иммунобиологических свойств и соответственно высокой терапевтической эффективности.

На сегодняшний день при производстве современных препаратов иммуноглобулинов человека используют такие методы инактивации и элиминации вирусов, как сольвент-детергентный метод, метод обработки октановой (каприловой) кислотой и ацетатом кальция,

метод инкубирования при низких значениях рН, пастеризация и метод нанофльтрации [5]. Данные методы успешно применимы и используются в различных технологиях производства того или иного препарата.

Библиографический список

1. Committee for medicinal products for human use (CHMP) EMA/CHMP/BWP/706271/2010 Guideline on plasma-derived medicinal products. 21 July 2011. [Электронный ресурс] URL: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Scientific_guideline/2011/07/WC500109627.pdf
2. Guidelines on viral inactivation and removal procedures intended to assure the viral safety of human blood plasma products. WHO Technical Report, Series № 924, 2004
3. **Конюхов, А.В.** Астахов А.В., Баргновскис Э., Русанов В.М. Качество и безопасность – основа эффективности производства препаратов крови. – М.: Медпрактика-М, 2010. – С. 125
4. **Dichtelmüller, H.O.** Biersert L., Fabbizzi F., Falbo A., Flechsig E., Gröner A., et al. Contribution to safety of immunoglobulin and albumin from virus partitioning and inactivation by cold ethanol fractionation a data collection from PPTA member companies // Transfusion. – 2011. – Vol. 51. – P. 1412–1430
5. **Bertolini, J.** Goss N., Curling J. Production of plasma proteins for therapeutic use. – N.J.: John Wiley & Sons, – 2013. – P. 363–364.

Химия, химические технологии и нанотехнологии

УДК 665.637.735

АРИФУЛЛИН И.Р., ОРЕХОВ Д.В., АНТОНОВ А.А., СЕМЕНОВА Ю.И.

ПРИСАДКИ НА ОСНОВЕ МЕТОКСИОЛИГО (ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ) (МЕТ) АКРИЛАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ

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

Одним из способов повышения эффективности процесса растворной депарафинизации масел является введение специальных присадок (модификаторов структуры кристаллов). Участвуя в процессе кристаллизации *n*-парафинов, такие добавки изменяют структуру и размеры кристаллов, что значительно увеличивает скорость фильтрации, повышает выход депарафинированного масла и уменьшает содержание масла в парафиновой лепешке (гаче), что приводит к сокращению энергозатрат. Наиболее часто в качестве присадок такого типа предлагаются полиалкил(мет)акрилаты с алкильными группами C₁₂ и выше.

В данной работе был синтезирован образец сополимера метоксиолиго (этиленгликоль) акрилата $\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{CH}_3$ (степень оксиэтилирования $n=17$) [МОЭГА–17] с высшими алкилакрилатами (АА). Эффективность полученной присадки сравнивалась с зарубежной поли(мет)акриловой присадкой Viscoplex 9-303, широко применяемой за рубежом в качестве добавки для интенсификации процесса депарафинизации. Тестовые испытания полученного образца присадки проводились на рафинате средневязкой масляной фракции производства ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез» (СВФЛ). В табл.1 представлены данные по эффективности испытанной присадки при депарафинизации СВФЛ (концентрация присадок во всех опытах составляла 0,1 % масс.).

Таблица 1
Влияние введения присадок на показатели депарафинизации масляных рафинатов СВФЛ

Присадка	ОСФ*	Выход масла, %	ИВ масла	Тз масла, °С	Тпл гача, °С	Содержание масла в гаче, %
Без присадки	1,0	72,4	99,6	-15	47,7	37,2
«Viscoplex 9-303», M _w =264000	2,9	75,8	101,2	-17	48,2	29,2
СПЛ АА16-20:МОЭГА-17 (80:20), M _w =12000	4,1	79,5	103,1	-17	50,6	16,7

* Относительная скорость фильтрации.

Проведенные испытания показали высокую эффективность синтезированного образца. Введение небольших количеств такой присадки позволяет значительно повысить выход целевого продукта (депарафинированного масла) без ухудшения его качества, увеличить производительность процесса (за счет резкого повышения скорости фильтрации), снизить энергетические затраты на отпарку остаточных масел из отделенной парафиновой лепешки.

МЕМБРАННЫЙ КАСКАД ТИПА «НЕПРЕРЫВНАЯ МЕМБРАННАЯ КОЛОННА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мембранное газоразделение привлекает все большее внимание в области производства высокочистых газов при разработке непрерывных безотходных технологий, способных обеспечивать маломасштабное получение газов высокой чистоты в месте их непосредственного использования. Известно, что эффективность разделения одноступенчатых мембранных процессов ограничена селективностью мембраны при заданном отношении давлений, следовательно, продукт высокой чистоты может быть получен только с помощью многоступенчатых систем. В свою очередь, это приводит к необходимости построения сложных материалоемких конфигураций и высоким капитальным затратам, что делает процесс мембранного разделения неконкурентоспособным. Иной подход к увеличению эффективности разделения может состоять в построении однокомпрессорного мембранного каскада, схожего по принципу работы с ректификационной колонной.

В настоящей работе предложена оригинальная конфигурация мобильного высокоэффективного мембранного газоразделительного аппарата. Так как эффективность разделения одноступенчатых мембранных процессов ограничена селективностью мембраны из-за отсутствия высокоселективных полимерных материалов и мембран на их основе, а разработка многоступенчатых систем подразумевает необходимость построения сложных материалоемких конфигураций и высоким капитальным затратам, в данной работе рассматривается газоразделение в однокомпрессорном многоступенчатом мембранном каскаде нового типа - «непрерывная мембранная колонна» (по аналогии с ректификационной колонной).

В рамках проекта была разработана экспериментальная установка для тестирования нескольких конфигураций каскадов и оптимизации производительности разделения. Таким образом, была оценена эффективность разделения газовых смесей в однокомпрессорном многоступенчатом мембранном каскаде, являющемся прототипом противоточной ректификационной колонны, выполнено численное моделирование и экспериментальная проверка эффективности работы нескольких вариантов конфигурации непрерывной мембранной колонны с одним и двумя компрессорами.

Показано, что одно-, двух- и трехступенчатые конфигурации являются более эффективными, чем отдельный мембранный модуль. Проведен параметрический анализ различных вариантов каскада для оценки влияния параметров работы на эффективность разделения, в том числе отношения давлений и степени отбора. Экспериментальная оценка эффективности разделения проведена на примере очистки различных газов с содержанием легкопроникающего примесного компонента менее 1%. В качестве мембраны использовали коммерчески доступные варианты газоразделительных полимерных мембран на основе ПДМС. Предлагаемая новая конфигурация обладает низкой материал- и энергоемкостью и будет позволять получать поток моносилана или его смеси требуемого состава и качества непосредственно у потребителя в установке получения полупроводниковых структур.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 15-19-10057) гранта Президента Российской Федерации (МД-5414.2016.8) и Российского фонда фундаментальных исследований (16-38-60174 мол_а_дк и 15-08-05494).

**РАСТВОРИМОСТЬ H₂S И CO₂ В ИОННЫХ ЖИДКОСТЯХ
НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ИМИДАЗОЛА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных технологий очистки природного газа от кислых примесей является абсорбционная очистка с использованием растворов первичных или вторичных аминов. Аминные системы успешно используются для поглощения кислых газов уже в течение нескольких десятилетий и в настоящее время занимают значительную долю рынка систем очистки природного газа. Одним из альтернативных абсорбентов могут служить ионные жидкости (ИЖ), представляющие собой соли органических катионов и неорганических или органических анионов, находящиеся при комнатной температуре в жидком состоянии. Интерес по отношению к данному классу соединений обусловлен высокой растворимостью некоторых газов в ИЖ вследствие физической сорбции или благодаря специфическим межмолекулярным взаимодействиям молекул сорбата с абсорбентом (химическая сорбция) в сочетании с термической стабильностью и нелетучестью. Направленное регулирование сорбционных свойств ИЖ достигается изменением химической структуры катионов и анионов.

В качестве абсорбента кислых газов использовали ионные жидкости: 1-бутил-3-метил имидазолия тетрафторборат bmim[BF₄] (“Sigma Aldrich”, ≥97%), 1-бутил-3-метил имидазолия бис(2-этилгексил)сульфосукцинат (bmim[doc]) был синтезирован реакцией анионного обмена, между 1-бутил-3-метил имидазолия хлоридом и бис(2-этилгексил)сульфосукцинатом натрия в среде органического растворителя.

Измерение растворимости газов проводилось при помощи объемного метода – наиболее распространенного метода исследования сорбционных свойств ИЖ по отношению к газам. Измерения растворимости газов проводились при различных температурах в интервале 303,15 - 333,15 К). Для удобства сравнительного анализа, константы Генри для bmim[BF₄] и bmim[doc] сведены в табл. 1.

Таблица 1
Константы Генри для CO₂ и H₂S

ИЖ	Н, бар							
	303 К		313 К		323 К		333 К	
	CO ₂	H ₂ S	CO ₂	H ₂ S	CO ₂	H ₂ S	CO ₂	H ₂ S
bmim[BF ₄]	60	15,5	68	19,1	75	23,4	81	28,5
bmim[doc]	9,79	2,91	11,39	3,46	12,75	4,09	13,65	4,54

Из табл. 1 следует, что растворимость диоксида углерода в bmim[doc] приблизительно в 6 раз превышает таковую в bmim[BF₄], а сорбционная способность bmim[doc] по отношению к сероводороду примерно в 5 раз выше, чем у bmim[BF₄]. По сравнению с bmim[BF₄], bmim[doc], способна растворить большее количество H₂S и CO₂, что связано с анионом - [doc] который приводит к увеличению свободного объема в ИЖ. Таким образом, введение стерических фрагментов с полярными функциональными группами в структуре аниона может быть одним из подходов к разработке селективного абсорбента для системы H₂S / CO₂.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РНФ № 15-19-10057.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИСИЛАЗАНА ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время полимерные соединения кремния широко применяются в науке, технике и быту. Особое значение приобрел новый класс полимерных соединений кремния – полисилазаны. Это связано с наличием у этих соединений ряда уникальных свойств, таких как: высокая твердость, превосходящая твердость кварца; жаростойкость, позволяющая выдерживать температуру до 1800°C; прекрасная герметизирующая способность; высокая химическая и физическая стойкость; диэлектрические свойства, не уступающие кварцу. Полисилазаны в основном применяются для создания нанопокровов. Этому способствует адгезия полисилазанов к различным материалам, гидрофильность свыше 10^0 , возможность создания ультратонкого прозрачного покрытия толщиной от десятка нанометров до микрометров. Покрытия обладают всеми свойствами полисилазанов, а в нанометровом исполнении еще и обладают высокой эластичностью, что предотвращает отслаивание покрытия при деформации.

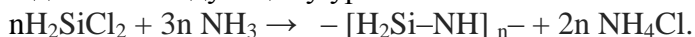
Водонепроницаемость, твердость и отличная электрическая изоляция позволяют использовать полисилазан в качестве водозащитных и диэлектрических покрытий в электронике. Его используют в таких фирмах, как Toshiba, Sony, Apple, Intel, Samsung др.

В настоящее время также ведутся разработки в области получения высокочистой нанокерамики с использованием полисилазана в качестве прекурсора.

Несмотря на высокий спрос на полисилазаны, в России они не производятся, а импорт затруднен, поскольку они относятся к продуктам двойного назначения.

В настоящей работе рассмотрен наиболее ценный из полисилазанов – неорганический полисилазан или пергидрополисилазан (PHPS), с общей формулой $-\text{[H}_2\text{Si-NH]}_n-$.

Разработана методика синтеза полисилазана по реакции поликонденсации аммиака и дихлорсилана в среде пиридина и в атмосфере сухого азота при температуре минус 30 – минус 20°C. Реакция проходила по следующему уравнению:



Реакция протекала в две стадии. На первой стадии был осуществлен синтез аддукта ($\text{SiH}_2\text{Cl}_2\text{Py}$). Промежуточный синтез аддукта необходим для снижения химической активности дихлорсилана и предотвращения протекания побочных реакций с аммиаком до образования нитрида кремния. На второй стадии к аддукту добавляли обезвоженный аммиак.

Были выявлены оптимальные количественные соотношения реагентов и условия проведения реакции, которые позволяли получить максимальный выход продукта (75-80%) при минимальном расходе реагентов и за минимальное время синтеза.

После отстаивания и фильтрации через фильтр Шотта получали раствор полисилазана в пиридине. Этот раствор непригоден для практического применения из-за высокой гидрофильности пиридина. Попадание атмосферной влаги в пиридиновый раствор приводило к гидролизу полисилазана, выделению аммиака и выпадению осадка мелкодисперсного диоксида кремния.

В связи с этим была разработана методика замены растворителя пиридина на гидрофобный дибутиловый эфир и доведения концентрации полисилазана до 20% масс. Установлено, что в дибутиловом эфире раствор полисилазана не изменяется при хранении на воздухе вплоть до полного испарения эфира.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «ЭФФЕКТА ЛОТОСА» В МЕДИЦИНЕ

Нижегородская государственная медицинская академия

Цветы лотоса завораживают целые поколения людей своей красотой. О них часто упоминают в легендах и сказаниях. Такое пристальное внимание к лотосу обусловлено его неординарным свойством оставаться чистым, несмотря на то, что он растет в медленно текущих или стоячих водах. Феномен крайне низкой смачиваемости поверхности, который можно наблюдать на листьях и лепестках некоторых растений, назвали эффектом лотоса [1].

Использование в исследованиях электронного микроскопа позволило профессору Бартлотту (1990 г.) объяснить эффект лотоса и запатентовать идею создания поверхностей на его основе. Дальнейшее развитие этой тематики выявило, что листья и цветки некоторых растений выделяют воскоподобное вещество кутин, которое представляет собой смесь высших жирных кислот и их эфиров, образующих нанорельеф на поверхности в виде «шипов». Исследователи обнаружили, что площадь контакта с загрязнителями максимально снижена, так как поверхность высоко гидрофобна и капли влаги скатываются с нее, унося за собой инородные частицы [2].

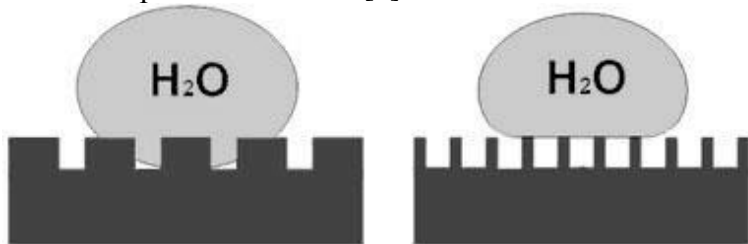


Рис.1. Эффект лотоса

методик, как нанесение суспензий наночастиц с морфологией, которая препятствует образованию агломератов; создание рельефа лазерным лучом; придание формы и микрорельефа гравировкой; анодное окисление алюминия с последующим покрытием специальными веществами и некоторых других.

На основе эффекта лотоса создают покрытия для автомобильной и авиационной промышленности, строительства, текстильной и стекольной отраслей, а также оптики. Это облегчает и удешевляет обслуживание объектов с таким покрытием. Гидрофобные покрытия не требуют особого ухода, специальной очистки и применения дезинфицирующих средств, что позволяет сократить материальные затраты и увеличить время эксплуатации объекта, предохраняя поверхности от загрязнений неорганического и биологического происхождения. Это особенно важно для обеспечения чистоты и стерильности помещений в медицинских учреждениях. Нанесение нанопокрытий на ткани не нарушает их воздухопроницаемости, но значительно облегчает удаление загрязнений. Обработка нанопокрытиями изделий медицинского назначения и медицинской техники открывает широкие перспективы применения эффекта лотоса в медицине.

Библиографический список

- 1. Колобова, Л.В.** Ляшевич Н.С., Роднова А.А. Смачивание - явление, возникающее вследствие взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердых тел [Текст]//Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых/ АмГПУ - Комсомольск-на-Амуре, 2016, №1 с.88-92
- 2. Першина, А.С.** Пономаренко А.М. Покрытия для фасадов зданий с эффектом лотоса.// Традиции и инновации в строительстве и архитектуре/ Самарский государственный архитектурно-строительный университет (Самара) 2013. С. 348-349.

ПОВЕДЕНИЕ НИКЕЛЯ ПРИ КОНТАКТНОЙ КОРРОЗИИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

При получении щелочи мембранным электролизом наблюдается проблема выхода из строя титановой, а затем никелевой чаш автономной ячейки из-за коррозии. При повреждении титановой чаши анолит попадает между чашами, и становится возможным протекание контактной коррозии.

Термодинамически титан весьма нестабилен, потенциалы ионизации атомов титана значительно более отрицательны (-1,630 В), чем стандартный потенциал водородного электрода. Однако титан способен к самопассивации и стоек в растворе анолита. Пассивность титана обусловлена образованием на его поверхности окисной защитной пленки, исключающей контакт между металлом и электролитом.

Стандартный электродный потенциал никеля равен - 0,25 В. Никель также обладает способностью к пассивации, что объясняет его коррозионную устойчивость. Большое влияние на скорость коррозии никеля оказывает присутствие в электролите кислорода, перемешивание, наличие окислителей. Коррозия никеля ускоряется в растворах, содержащих NaClO.

Так как металлы имеют разные стационарные электродные потенциалы в электролите и имеют контакт между собой, возникает контактная коррозия. Никель с более электроотрицательным электродным потенциалом (0,350 В) в данном электролите будет анодом, а титан с более положительным потенциалом (1,334 В) – катодом образующегося макроэлемента. В результате работы такого элемента растворение никеля увеличивается.

Скорость растворения никеля зависит, в первую очередь, от разности потенциалов между анодом и катодом, которая составила 0,984 В, но существенное влияние могут оказать также процессы ионизации кислорода, вторичные процессы, приводящие к образованию труднорастворимых продуктов. Поскольку электродные потенциалы одного и того же металла зависят от состава, температуры, условий аэрации и других характеристик раствора, величина компромиссного потенциала также будет определяться не только природой составляющих ее металлов, но и характеристиками раствора.

Были проведены эксперименты по изучению контактной коррозии пары титан – никель в отсутствие внешней поляризации. В качестве раствора использовался анолит (содержащий NaCl, NaClO, NaClO₃, pH=4,8, E_{red/ox}=1,103 В), взятый из электролизера, эксперименты проводились при 20 - 70 °С.

В исследуемом растворе роль катода выполняет титан, роль анода - никель. Контролирующим является катодный процесс. Степень катодного контроля близка к 100%.

Никель при контакте с титаном мало стоек (П=6,28 мм/год; 9 балл), без контакта с титаном понижено стоек (П=0,83 мм/год; 7 балл). При увеличении температуры раствора с 20 до 70 °С скорость коррозии увеличилась в 6 раз.

Библиографический список

- 1. Фокин, М.Н.** Титан и его сплавы в химической промышленности / М.Н. Фокин – Л., Химия, 1978 г.
- 2. Рыбалка, К.В.** Зависимость коррозионного тока от состава сплава системы титан-никель в растворе NaCl/ К.В. Рыбалка, Л.А. Бекетаева, Н.Г. Буханько, А.Д. Давыдов // Электрохимия – М., Наука, 2014 г. – Т.50, №12. – С. 1284.

ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ В НАШЕЙ ЖИЗНИ

Нижегородский радиотехнический колледж

Актуальность и значимость пищевых добавок в продуктах питания подкреплена открытостью вопроса о степени влияния их на организм человека, в частности на состояние здоровья. История применения пищевых добавок (уксусная и молочная кислоты, поваренная соль, некоторые специи и др.) определена несколькими тысячелетиями.

Как известно, пищевые добавки могут быть как натуральными (природными), так и искусственными веществами или их соединением, специально вводимым в пищевые продукты в процессе технологии изготовления с целью придания пищевым продуктам определенных свойств (например, сохранения их качества). При этом к пищевым добавкам не относят соединения, повышающие пищевую ценность или фармакологическую направленность продуктов питания (например, витамины, минеральные вещества, аминокислоты, пищевые волокна и др.).

Анализ классификации пищевых добавок сформировал следующий «химический ряд»: красители (E100-E182), консерванты (E200-E299), антиокислители (E300-E399), стабилизаторы (E400-E499), эмульгаторы (E500-E599), усилители вкуса и аромата (E600-E699)[1].

Анализ влияния пищевых добавок на организм человека определил отрицательную тенденцию некоторых видов как естественных, так и искусственных добавок. Кроме того, есть определенные противопоказания отдельным группам людей, страдающих теми или иными заболеваниями (многие из которых могут вызывать аллергическую реакцию разной степени тяжести).

По статистическим данным отечественных и зарубежных исследователей доля пищевой аллергии во всем мире возрастает и нет устойчивой тенденции (изменяется по странам в широких пределах от 0,01 до 50%)[2].

Пищевая аллергия развивается уже в детском возрасте. Поэтому при приеме некоторых пищевых продуктов, начиненных пищевыми добавками, нередки случаи анафилаксии. Следовательно, складывается важная социальная и медицинская проблема, поскольку это является частой причиной обращения пациентов за скорой медицинской помощью [3].

Тогда возникает вопрос: «Почему число заболеваний, связанных с потреблением современных продуктов питания, неуклонно растет?» Ответ на данный вопрос можно найти в результате подробного качественного анализа современных достижений химии и биотехнологий, которые получились вследствие активного роста спроса на товары импортного происхождения. Затем существует пища быстрого приготовления, содержащая «максимальную концентрацию» пищевых добавок. Это явление опосредовано современным быстрым темпом жизнедеятельности человека.

Библиографический список

- 1. Габриелян, О.С.** Крупина, Т.С., Учебное пособие. Пищевые добавки. - М.: Издательский дом «Дрофа», 2010;
- 2. Орещенко, А.В.** Берестень, А.Ф., О пищевых добавках и продуктах питания // Пищевая промышленность. - 2013. - №6;
- 3. Поздняковский, В.М.** Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза пищевых продуктов: Учебник. - 3-е изд., испр, и доп. / В.М. Поздняковский. - Новосибирск, 2014. - 555 с..

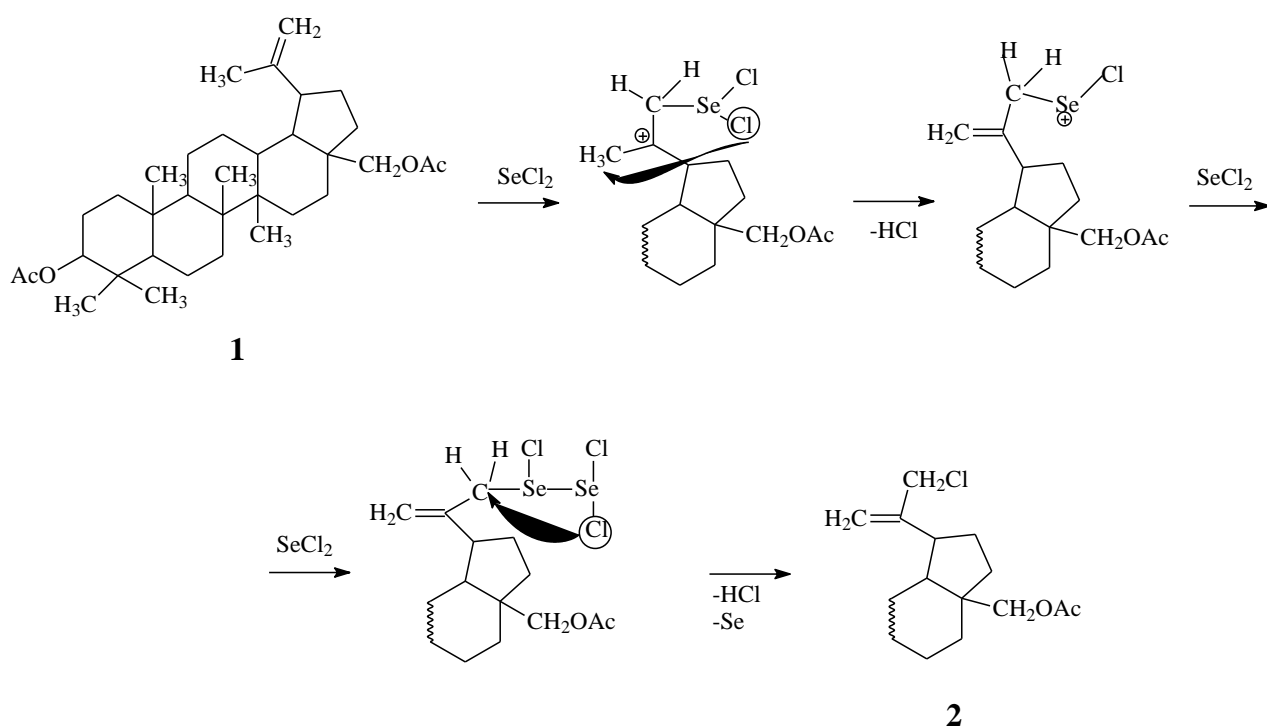
ДОМИНО-РЕАКЦИИ ДИХЛОРИДА СЕЛЕНА С ДИАЦЕТИЛБЕТУЛИНОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Бетулин и ряд его производных являются природными соединениями, обладающими полифункциональной биологической активностью. При этом модификация бетулина и его производных путем введения различных функциональных групп, обладающих определенными биологическими функциями, позволяет увеличить спектр их биоактивности. Одним из эффективных методов целенаправленной функционализации бетулина и его производных является замещение нуклеофугных групп (например, атома галогена) в аллильных производных бетулина [1].

Известно, что дихлорид селена при действии на алкены проявляет свойства аддитивного хлорирующего агента [2].

Нами было установлено, что в реакциях с диацетилбетулином (**1**) дихлорид селена проявляет свойства региоспецифичного реагента аллильного хлорирования, приводящего к продукту аллильного замещения (**2**). При этом продуктов винильного замещения, которые ранее наблюдали при других способах хлорирования диацетилбетулина [2], не обнаружено. На основании результатов квантово-химических расчетов, а также ЯМР-анализа нами предложен следующий механизм данного процесса:



Библиографический список

1. J. Y. Kim. Development of C-20 Modified Betulinic Acid Derivatives as Antitumor Agents / Jin Yung Kim, a Han-Mo Koob and Darrick S. H. L. Kim. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 11 (2001) 2405–2408.
2. Мартынов, А.В. Махаева Н.А., Амосова С.В. *ЖОрХ.* 2012, 48, 1127.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ РАСТВОРА ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ
ХИМИЧЕСКОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В производстве изделий электронной техники широко используются металлизированные керамические основы, подлежащие операциям химического никелирования и золочения для обеспечения проведения сборочных операций. Отсутствие каталитической активности слоев металлизации из меди, вольфрама, молибдена требует проведения палладиевой активации перед операцией химического никелирования. Такая технология связана с затратами драгоценных металлов. Другой метод активации – использование щелочного боргидридного раствора химического никелирования, однако, там нестойки многие слои металлизации.

Нами показано, что прямое химическое никелирование керамических основ со слоем металлизации из меди можно проводить в обычных гипофосфитных растворах химического никелирования, содержащих специальные лиганды для ионов металла основы и имеющие более кислое значение рН. В этих условиях реализуются механизмы каталитического и контактного выделения тонкого слоя никеля, который инициирует последующее химическое никелирование в растворах, где наносится функциональный подслой из сплава никель-фосфор под последующее химическое золочение. Искусственное снижение скорости металлизации в растворе активации позволяет сохранить четкость границ рисунка металлизации и высокую избирательность процесса при последующем химическом никелировании и золочении.

**КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ В РАМКАХ ТЕОРИИ БАЛАНДИНА
ДЛЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ**

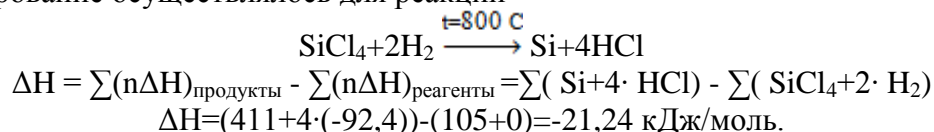
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день существует три главных теории катализа: электронно-химическая, мультиплетная и теория промежуточных поверхностных соединений. На основе этих теорий можно решить проблему подбора катализатора.

Для реакции восстановления тетрахлорида кремния водородом необходимо максимально точно определить катализатор. Мультиплетная теория катализа создает предпосылки для подбора катализаторов реакций на основе строения молекул реагирующих веществ и кристаллических решеток катализаторов.

В работе изучен процесс восстановления тетрахлорида кремния водородом в присутствии катализаторов на основе хлоридов металлов.

Моделирование осуществлялось для реакции



При моделировании были использованы два подхода в рамках теории Баландина:

1. Принцип геометрического соответствия, в котором учитывается структурное расположение молекул реагентов относительно кристаллической решетки катализатора;

2. В рамках принципа энергетического соответствия требуется, чтобы сумма энергий связи реагирующих атомов с катализатором для эндотермической реакции была равна половине суммы энергий реагирующих связей, а энергетический барьер равнялся половине теплового эффекта реакции.

Таким образом, исходя из мультиплетной теории катализа, энергетическое соответствие между катализатором и катализируемой реакцией состоит в том, что энтальпия адсорбции реагентов равна половине энтальпии реакции. В изучаемом процессе, $\Delta H_{\text{х.р.}}^{\circ} = 21,24$ кДж/моль, а энтальпия адсорбции составляет вдвое меньше, что приблизительно соответствует значению 42,48 кДж/моль.

Таблица 1

ΔH° некаталитической реакции	ΔH° в присутствии NiCl ₂ , кДж/моль	ΔH° в присутствии ReCl ₃ , кДж/моль	ΔH° в присутствии MgCl ₂ , кДж/моль	ΔH° в присутствии WCl ₂ , кДж/моль
-21,24	-49,17	-52,52	-32,79	-38,75

В результате моделирования по подбору катализаторов был выявлен ряд активных солей металлов, которые подходят по двум параметрам мультиплетной теории гетерогенного катализа, представленных в табл. 1.

Работа выполнена при финансовой поддержке гос. задания 11/17-01.10.

УДК 547.914.4

КОРОВНИКОВА Ю.С., БОДРИКОВ И.В., ЧИЯНОВ А.А.

ЕНОВЫЕ РЕАКЦИИ БЕТУЛИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ С 4 – ФЕНИЛ – 1,2,4 – ТРИАЗОЛИН – 3,5 – ДИОНОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

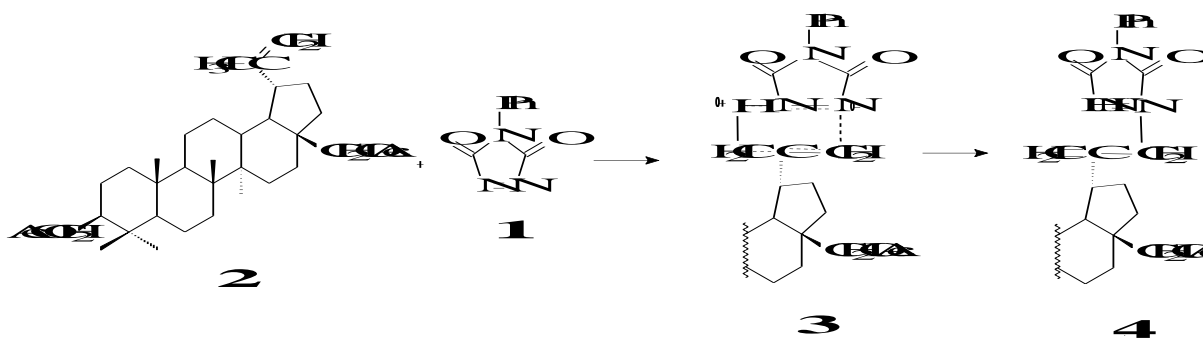
Еновая реакция, открытая Альдером в 1943 г., в последние десятилетия становится особенно востребованной в препаративном синтезе органической химии. Это связано с тем, что реакция обеспечивает введение в молекулы непредельных соединений (енофилы) довольно сложных фрагментов (ены), при этом C = C связь сохраняется в новом положении за счет ее перемещения.

В последнее время бурно развивается направление, связанное с химией пространственно - затрудненных алкенов (ПЗА). Эти непредельные соединения значительно отличаются по реакционной способности и направлениям реагирования, например, при действии электрофилов.

Целью работы явилось построение теоретической модели поведения ПЗА на примере пентациклического тритерпеноида бетулина и его производных с 4 – фенил – 1,2,4 – триазаолин – 3,5 - дионом (PhTAD) (1).

В качестве модельной системы нами был выбран представитель класса ПЗА – бетулин и ряд его производных, поскольку эти природные соединения широкодоступны и обладают биологической активностью. Для предотвращения образования значительного количества продуктов окисления гидроксильных групп в качестве алкена использовался не бетулин, а его производное соединение – диацетилбетулин (ДАБт) (2), гидроксильные группы защищались ацетилированием бетулина уксусной кислотой.

Нами было установлено, что при взаимодействии диацетилбетулина с PhTAD, реализуется еновый механизм реакции.



Образуется интермедиат открытой структуры (3) (sp^2 -гибридное состояние углерода карбокатионного центра), который развивает реакцию по пути неаддитивного направления. Структура продукта (4) была установлена с помощью методов ЯМР-спектроскопии. Были выявлены оптимальные условия, при которых реакция протекает с максимальной конверсией.

В полученном еновом продукте планируется провести элиминирование протона под действием 1,8 – бис(диметиламино)нафталина (протонная губка). В случае успеха будет получен эффективный долгоживущий синтон, который даст возможность получать сложные металлокомплексные полиблочные системы. Поскольку бетулин и его производные относятся к биологически активным природным соединениям, то можно ожидать, что их сочетание станет перспективным направлением формирования биологически активных соединений.

УДК 621.3

КОЧЕТКОВ Р.А., ПЛОТНОВ А.В., ЧЕКМАРЕВ А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРЫ АЗОТА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЕНОК СИЛИЦИДА ТИТАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
 Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова

Пленки силицидов тугоплавких металлов (титан, вольфрам, кобальт) используются для формирования омических контактов и являются обязательным элементом металлоокисел-полупроводник-транзисторов (МОПТ) в сверхбольших интегральных схемах (СБИС). Омическим контактом в полупроводниковой микроэлектронике называется контакт между металлом и полупроводником, характеризующийся линейной симметричной вольтамперной характеристикой. Использование силицидов обусловлено необходимостью снижения сопротивлений затвора, сток/истоковых областей и контактов к ним.

Наиболее широко при изготовлении СБИС с проектными нормами 0,5-0,25 мкм применяется силицид титана ($TiSi_2$), так как он имеет низкое удельное сопротивление, приемлемые для стандартной технологии режимы образования и допускает возможность селективного удаления непрореагировавшего титана. Формирование силицида титана проводится по самосовмещенной или силицидной технологии (salicide – self-aligned silicide), обеспечивающей образование силицида на сток/истоковых областях и затворах в процессе быстрого термического отжига (БТО) пленки титана, покрывающей весь топологический рельеф кремниевой пластины. Процесс БТО проводится в два этапа и обеспечивает образование высокоомной фазы силицида C49 (удельное сопротивление 60-80 мкОм·см) при температурах 620-730 °С (1-й этап) только на кремниевых областях пластины и фазовый переход пленки в низкоомную фазу C54 (удельное сопротивление 15-20 мкОм·см) при температурах 800-950 °С (2-й этап). Проведение процесса БТО в два этапа необходимо для

предотвращения роста силицида на слоях диоксида кремния (SiO_2) по механизму диффузии кремния из диэлектрика.

Процесс БТО проводится, как правило, в атмосфере азота в течение 10-60 с. Внедрение молекул азота между зернами титана в процессе отжига способствует предотвращению образования силицида на диэлектрике, которое происходит по механизму латеральной диффузии кремния из сток/истоковых областей и затворов вдоль поверхности диэлектрических элементов топологии. Поскольку внедрение азота в титан происходит по всей поверхности пленки, то возникает вопрос об оптимальном количестве азота в реакторе, которое обеспечивало бы не только предотвращение латерального роста силицида, но и должное качество (низкое электрическое сопротивление) пленки силицида на областях кремния. В связи с этим становятся актуальными исследования влияния количества азота в реакторе на качество силицида титана. Характеристиками сплошной пленки силицида, отвечающими за ее качество, являются среднее поверхностное сопротивление ($\langle R_s \rangle$) и его стандартное отклонение по поверхности пластины (s).

В настоящей работе проведены исследования влияния расхода азота, температуры и времени отжига в реакторе установки БТО с двухсторонним ламповым нагревом на характеристики сплошного слоя силицида титана. Результаты исследований имеют большое значение для технологии СБИС, поскольку некачественный переходный слой силицида или большой разброс сопротивления слоя по пластине приводят к снижению выхода годных кристаллов СБИС. В результате выполнения настоящей работы получены графические зависимости статистических параметров $\langle R_s \rangle$ и s от расхода азота (при заданных значениях температуры и времени процесса БТО), которые показывают влияние расхода азота на качество силицида.

УДК621.373.826

КУЗНЕЦОВА А.С., МОЧАЛОВ Г.М.

КОНТРОЛЬ СОСТАВА И УТИЛИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА ЭКСИМЕРНОГО ЛАЗЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день лазеры прочно вошли во многие сферы нашей жизни. Среди них эксимерные лазеры нашли широкое применение в науке, технике и в медицине. Мощное ультрафиолетовое излучение этих лазеров позволило использовать их в микроэлектронике, лазерной хирургии и дерматологии.

В эксимерных лазерах активной средой для генерации лазерного излучения являются смеси инертных газов и галогенов. Для достижения необходимой длины волны, лежащей в ультрафиолетовой области, используют различные эксимерные смеси, например, смесь ксенона или криптона с фтором. Концентрация ксенона 10-12 ppm, криптона 1000-20000 ppm, фтора 1000-2300 ppm. В качестве матричного компонента, чаще всего, используют гелий или неон.

В процессе эксплуатации эксимерная смесь деградирует, что сказывается на работе лазера в сторону ее ухудшения. В этом случае эксимерная смесь подлежит замене. При замене смеси в эксимерных лазерах отработанная смесь заменяется новой методом вытеснения путем продувки. При этом дорогостоящие благородные газы (криптон и ксенон), а также токсичный фтор (ПДК=0,0005 мг/л) просто выпускаются в атмосферу. Содержание криптона и ксенона в Земной атмосфере составляет 1,14 и 0,087 ppm соответственно. Такая низкая концентрация обусловила высокую стоимость этих газов. Токсичность фтора делает необходимым его поглощение. В настоящее время фирмы-производители эксимерных смесей предлагают поглощающие патроны для фтора, состав поглотителя в которых

является коммерческой тайной. Однако остальные компоненты эксимерной смеси не поглощаются и уходят в атмосферу.

По нашему мнению, сброс в атмосферу дорогостоящих ксенона и криптона является нецелесообразным, поскольку их регенерация значительно снизит расходы на приготовление эксимерных смесей. При этом существенно снизятся эксплуатационные расходы на использование эксимерных лазеров, и их применение станет еще более широким.

Для каждой модели эксимерного лазера используются смеси газов уникального процентного состава, и чистота компонентов этих смесей не должна быть ниже 99,999 %. В противном случае недостаточная чистота компонентов скажется и на стабильности работы лазера, и на сроке его эксплуатации. В связи с этим актуальным является разработка методик контроля состава эксимерных смесей, а также анализа ее компонентов.

В настоящей работе разработана методика аналитического контроля состава и чистоты компонентов эксимерной смеси. Исследована активность различных адсорбентов к элементному фтору. Разработан оригинальный состав поглотителя для фтора из отработанных эксимерных смесей. Исследована термодинамика адсорбции ксенона и криптона на цеолитах из отработанной эксимерной смеси. Показана возможность улавливания и концентрирования этих компонентов на цеолитах. Разработана комплексная методика, включающая нейтрализацию фтора и улавливание ксенона и криптона из отработанных эксимерных смесей, а также методика регенерации ксенона и криптона из отработанных эксимерных смесей.

УДК 621.355

КУЗЯКИН Н.О., ПЕТРОВА Г.Н.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НИКЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ВЫСОКОПОРИСТЫХ ВОЛОКОННЫХ ОСНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Щелочные аккумуляторы широко распространены, особенно в наиболее ответственных узлах. В качестве положительного электрода в них используется оксидно-никелевый электрод разных конструкций. В настоящее время наиболее перспективной технологией по изготовлению оксидно-никелевого электрода является использование высокопористых основ в качестве каркаса. Однако применение высокопористых основ сопряжено с рядом трудностей. Химическая активация высокопористой основы производится либо электропроводящих полимеров, либо при использовании электропроводящих сульфидов. Далее идет стадия получения функционального никелевого покрытия.

Однако никелирование высокопористых основ отличается от обычного никелирования деталей. Необходимо использовать проточную ячейку запатентованной конструкции для проникновения электролита к внутренним зонам электрода. Также проведена работа по оптимизации электролита никелирования. В качестве базового был взят электролит состава: никель сульфат 140-150 г/л, натрия хлорид 5-10 г/л, борная кислота 25-30 г/л, сульфат натрия 40-50 г/л, сульфат магния 25-30 г/л. По результатам опытов был выявлен оптимальный состав электролита: никель сульфат 100-110 г/л, натрия хлорид 5-10 г/л, борная кислота 25-30 г/л, сульфат натрия 90-100 г/л, 1,4-бутиндиол 3-4 г/л. Снижение содержания соли никеля привело к более равномерному распределению металла по поверхности высокопористой основы. Но для поддержания уровня электропроводности электролита было необходимо увеличить содержания сульфата бария. Введение

блескообразующей добавки 1,4-бутиндиола также привело к улучшению рассеивающей способности электролита.

Оптимальными параметрами проведения процесса будут: температура электролита 30-40 °С, плотность тока 0,9-1,2 А/дм², рН – 4,0-4,5. Результатом оптимизации стало получение электролита с наилучшей рассеивающей способностью.

УДК 621.793.3:669:248

ЛУЧНЕВА С.И., РОГОЖИН В.В.,
ДЕВЯТКИНА Т.И., БОРИСОВА А.Е., ХРУШКОВА С.С.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИИ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для нанесения гальванических покрытий на алюминий и алюминиевые сплавы для обеспечения высокой адгезии необходимо использовать предварительную обработку поверхности. На большинстве предприятий в качестве такой обработки используют цинкатную в щелочных растворах для последующего нанесения металлопокрытий. Однако при такой обработке наблюдается большое количество бракованных изделий из-за плохой адгезии покрытия к основе различных видов сплавов.

Снизить количество брака возможно, используя в качестве подслоя оксидную пленку, которая формируется во время электрохимического анодирования в смеси ортофосфорной и серной кислот с добавлением бифторида аммония. Такая технология используется при меднении алюминия и его сплавов.

В случае никелирования состав электролита для осаждения никеля требуется видоизменить во избежание разрушения оксидной пленки. Особенностью состава электролита является отсутствие в нем хлорид-ионов и кислая среда, так как сформированная оксидная пленка не устойчива к воздействию хлорид-ионов и разрушается в щелочных средах, а в нейтральных и слабокислых бесхлоридных растворах наблюдается пассивация никелевых анодов.

В практике среди кислых бесхлоридных электролитов никелирования известен раствор следующего состава: сульфат никеля 250-300 г/л, серная кислота 50-100 г/л с рН=1-2 и рабочей температурой 60-80°С. При такой высокой температуре отсутствует пассивация анодов, но электролит обладает травящим действием, что говорит о невозможности использования его для электроосаждения никеля на оксидную пленку, сформированную предварительно на алюминии или его сплавах. Поэтому возникла необходимость разработки кислого бесхлоридного состава электролита никелирования, в котором не наблюдается явление пассивации анодов.

Избежать нежелательного явления пассивации никелевых анодов возможно поддержанием рН среды электролита в пределах 2,0-2,5 и температурным режимом работы 40±2°С. При этом количество сульфата никеля в разрабатываемом электролите никелирования должно быть не более 90-100 г/л.

Важным моментом в электролитах никелирования является поддержание рН в узких пределах. С этой целью в состав электролита вводят буферную добавку. В качестве таковой выбрана дикарбоновая кислота в количестве 10-11 г/л, в присутствии которой, благодаря конкурирующей адсорбции двух карбоксильных групп, пассивации поверхности анодов и окисление органической добавки на их поверхности не происходит.

Для последующего получения многослойных декоративных покрытий, например, блестящего никеля и блестящего хрома, никелевый подслоя должен представлять собой гладкую поверхность с элементами блеска. Для придания блеска и увеличения катодной

поляризации конкурирующего процесса выделения водорода в состав электролита необходимо вводить анионактивное или молекулярное вещество в количестве менее 1 г/л.

УДК 776.17 + 541.14

ЛЫСИЧ Д.В.^{1,2}, ЗЕЛЕНЦОВ С.В.¹

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАДИИ «ВЗРЫВА» НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРА РАСТВОРИМОСТИ

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского,¹
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Параметр растворимости δ часто используется для предсказания стадии моделирования растворимости полимера в различных органических растворителях

Были рассчитаны параметры растворимости светочувствительных компонентов, содержащих *орто*-нафтохинондиазидные фрагменты, а также новолачных смол. В качестве модели жидкого фоторезиста использована смесь, состоящая из 9% фенолформальдегидной смолы, 13% *орто*-нафтохинондиазида и 78% диглима [22].

При нанесении фоторезиста на подложку методом центрифугирования диглим испаряется практически полностью, поэтому нанесенная фоторезистная пленка состоит из 38.86% фенолформальдегидной смолы, 56.14% *орто*-нафтохинондиазида и 5% диглима [22], и параметр растворимости пленки фоторезиста (24.4 МДж/м³) существенно больше, чем для жидкого фоторезиста (18.4 МДж/м³).

Во «взрывной» (обратной) фотолитографии удаляются экспонированные участки фоторезиста, а неэкспонированные участки служат основой для удаления слоя, находящегося над фоторезистом [40]. Если во время стадии проявления повредить или растворить полностью неэкспонированные участки фоторезиста, то стадия «взрыва» может быть затруднена или вовсе не произойти. Последнее говорит о том, что очень важно рассчитать параметр растворимости экспонированного и неэкспонированного фоторезиста и определить разницу между этими значениями. В течение «взрывной» (обратной) фотолитографии удаляются неэкспонированные участки служат основой для удаления слоя, нанесенного на фоторезистную маску [38].

При сильном нагреве происходит образование химических сшивок в позитивном фоторезисте, т.е. образуется резол. В нашем случае потеря растворимости фоторезиста осуществляется за счет образования водородных связей. Поскольку водородные связи менее прочные, чем химические, случай резола относится к верхней границе интервала допустимых значений параметра растворимости. С другой стороны, значение параметра растворимости нешитового водородными связями фоторезиста является нижней границей интервала, поэтому реальное значение после термического нанесения целевого слоя (при повышенной температуре подложки) должно находиться между этими двумя величинами. Таким образом, был получен интервал значений параметра растворимости для отбора растворителей, применяемых для «взрывной» (обратной) фотолитографии. Концепцию параметра растворимости можно использовать для подбора оптимального состава растворителя для фоторезистной маски. Для более точного воспроизведения параметров растворимости неэкспонированной и прогретой части фоторезистной маски можно воспользоваться смесями растворителей.

Был рассчитан параметр растворимости инденкарбоновой кислоты (30.3 МДж/м³). Считается, что при экспонировании весь *орто*-нафтохинондиазид превращается в инденкарбоновую кислоту. Параметр растворимости экспонированного фоторезиста равен 26.6 МДж/м³. При экспонировании параметр растворимости фоторезиста увеличивается на 2.2 МДж/м³.

СОПРОТИВЛЕНИЕ КОНТАКТНО-КОРРОЗИОННОГО СЛОЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СВИНЦОВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важной задачей при разработке свинцово-кислотного аккумулятора является выбор сплава для изготовления токоотводов электродов. Состав сплава влияет на эксплуатационные характеристики свинцово-кислотного аккумулятора.

Современные тенденции в производстве свинцово-кислотных аккумуляторов заключаются в использовании малосурьмяных или бессурьмяных сплавов, легированных дополнительными компонентами для улучшения их коррозионных, физико-механических, литейных свойств.

Однако при легировании сплавов возникают такие проблемы, как снижение емкости источников при циклировании или глубоком разряде. Все эти явления объясняются присутствием пассивного слоя на поверхности токоотвода положительного электрода. Контактные коррозионные слои (ККС) обычно имеют многослойную структуру, соответствующую оксидам свинца различной стехиометрии (PbO_x). Сильное влияние характеристик коррозионного слоя на работоспособность свинцового аккумулятора определяется тем, что прохождение тока через этот слой сопряжено со значительными сопротивлениями. Было проведено исследование свойств контактно-коррозионного слоя и оценено влияние добавок олова, кальция, серебра и алюминия на его свойства.

Предварительная подготовка электродов заключалась в поляризации при потенциале 2,15 В и температуре 40°C в течение 90 мин в 4.8М H_2SO_4 . Измерение импеданса проводилось в стандартной трехэлектродной ячейке импедансметром Z-500P, совместимого с персональным компьютером.

Из полученных данных следует, что с увеличением содержания кальция и алюминия в сплаве сопротивление контактно-коррозионного слоя возрастает, а с увеличением содержания олова и серебра - уменьшается. Коррозия решеток положительного электрода служит важнейшей причиной, вызывающей выход из строя аккумуляторов. При заряде свинцово-кислотного аккумулятора на положительном электроде идут анодные процессы, которые характеризуются разрушением токоотвода электрода. Коррозионные испытания электродов проводились в потенциостатических условиях при потенциале 2,15 В, температуре 40°C в течение 2,5 ч в 4.8М H_2SO_4 и характеризовались в виде убыли массы образцов.

Полученные результаты показали, что коррозионные потери массы образцов с увеличением содержания алюминия и серебра увеличиваются, а с увеличением содержания кальция и олова уменьшаются.

Библиографический список

- 1. М.М. Бурашникова, Е.В. Иноземцева, С.Е. Таланов, И.А. Казаринов** «Влияние состава свинцовых сплавов на проводимость коррозионного слоя положительных решеток в свинцово-кислотном аккумуляторе», *Электрохимическая энергетика*. 2009 Т.9, №4. С.209-217
- 2. М.М. Бурашникова, И.В. Зотова, И.А. Казаринов** «Состав и структура пассивирующих слоев на поверхности свинца и многокомпонентных свинцовых сплавов при их анодном окислении в 4.8М растворе серной кислоты», *Электрохимическая энергетика*. 2011.Т.11, № 4. С.213–222

ВЛИЯНИЕ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ АНИОНООБМЕННЫХ СМОЛ НА ИХ КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ В РЕАКЦИИ ДИСПРОПОРЦИО-НИРОВАНИЯ ТРИХЛОРСИЛАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время наиболее энерго- и экономически эффективным методом получения силана и дихлорсилана является каталитическим диспропорционирование трихлорсилана (ТХС). Для этого процесса могут быть использованы различные типы гомо- и гетерогенных катализаторов, таких как: трихлорид алюминия, гетероциклического арены, ациклические нитрилы, анионообменные смолы различных сополимеров и т.д. Главный недостаток использования гомогенных катализаторов в таком процессе являются источниками примесей в продукте реакции. Таким образом, использование органических гомогенных катализаторов, содержащих атом азота в качестве донора электронной пары, вызывает много трудностей, связанных с разделением продуктов реакции из реакционной смеси. Гетерогенные катализаторы на основе сополимера стирола с дивинилбензолом, содержащие в качестве функциональных групп слабо- и сильноосновные аммониевые группы в хлорной форме, которые зарекомендовали себя в современной промышленности, из-за низкой летучести и химической инертности по отношению к воздействию хлорсиланов и высокой каталитической активностью.

Основным недостатком применение таких смол является их температурная устойчивость (не более 100°C), что ограничивает кинетические возможности реакций. В связи были исследованы более термостойкие смолы на основе сополимера 2-метил-5-винилпиридина с дивинилбензолом (2М5ВП/ДВБ).

В работе были синтезированы три образца смол на основе сополимера 2-метил-5-винилпиридина с дивинилбензолом с различной удельной поверхностью 28, 43, 61 м²/г. Величину удельной поверхности варьировали с помощью разного состава растворителя 100/0, 60/40, 40/60 (%v/v, Толуол/Гептан). С увеличением количества порообразователем (гептана) в соотношении Толуол/Гептан в образцах происходит увеличение размера пор и удельной поверхности.

Была изучена кинетика реакции каталитического диспропорционирования ТХС анионообменной смолы на основе 2М5ВП/ДВБ. Образцы анионообменных смол показали каталитическую активность, сопоставимую с известной в литературе, в интервале температур от 60 до 100 °С. Была определена температурная зависимость константы равновесия реакции диспропорционирования трихлорсилана, а также энергия активации: 32 ± 2 кДж/моль (100/0 ((%v/v Тол/Геп)), 27±3 кДж/моль (40/60 ((%v/v Тол/Геп)) и 24±3 кДж/моль (40/60 ((%v/v Тол/Геп)). Увеличение удельной поверхности анионообменных смол, приводит к увеличению степени превращения ТХС с 17 до 21 %, при 150 °С. Было установлено, что повышение температуры реакции до 150 °С благоприятно воздействует на каталитическое диспропорционирование кинетики реакции при использовании всех образцов ионообменных смол на 2М5ВП/ДВБ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-60192 мол_а_дк.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СКОРОСТЬ И ПОЛНОТУ ОЧИСТКИ РАСТВОРА ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

При получении щелочи и хлора мембранным электролизом раствора хлористого натрия существует проблема интенсификации и глубины его очистки.

На существующих хлорных производствах грубую очистку в основном ведут содово-каустическим способом. Но ввиду того, что соль с разных месторождений и даже с одного не имеет постоянного состава, важно разрабатывать технологию очистки с учетом специфики состава сырья и различных условий.

Процесс очистки рассола зависит от температуры, порядка подачи и концентрации реагентов, избытка соды и щелочи, концентрации и соотношения примесных ионов кальция и магния в исходном рассоле. Известно, что осаждение Ca^{2+} и Mg^{2+} предварительно смешанным раствором соды и щелочи обуславливает наибольшую продолжительность периода индукции. Предварительное введение соды сокращает период индукции, однако при этом уменьшаются скорость отстаивания и степень уплотнения шлама, особенно в суспензиях, богатых карбонатом кальция. При предварительной подаче едкого натра сокращается период индукции, увеличивается скорость отстаивания и уплотнения шлама и заметно уменьшается его конечный объем.

Целью работы является определение алгоритма оптимальных действий при очистке рассола для улучшения качества и скорости очистки. Подбор оптимальных условий для очистки сырья позволит снизить затраты на очищающие реагенты, на дальнейшую тонкую очистку, ускорить процесс и снизить стоимость конечного продукта.

В работе исследовалось влияние избытка соды и щелочи и порядок подачи реагентов.

Для очистки использовался рассол, приготовленный на производстве хлора и щелочи из соли двух источников: Белкалий и Бассоль. Используемые растворы соды и щелочи также приготовлены на производстве для максимального приближения к реальным условиям очистки рассола.

Поиск оптимальных соотношений реагентов выполнялся с помощью математического планирования эксперимента. С помощью уравнения регрессии построили график, по которому определили оптимальные значения количества реагентов.

Для определения влияния порядка введения реагентов проводились опыты с прямым порядком введения, который предполагает содово-каустический способ, т.е. сначала соду, затем гидроксид натрия, с обратным порядком введения и одновременное введение. Рассол после обратного введения реагентов начал осветляться быстрее, кроме того, по предварительным данным, чистота рассола при обратном введении выше, чем при прямом и одновременном добавлении.

Библиографический список

1. **Селезнев, А.В.** Производство рассолов. Улучшение экологических показателей технологии/А.В. Селезнев, Р.Г. Мубараков // Экология и промышленность России, июль 2013 г.
2. **Фурман, А.А.** Поваренная соль. Производство и применение в химической промышленности/А.А. Фурман, М.П. Бельды, И.Д. Соколов. – М.:Химия, 1989. – 272 с.
3. **Малакей, З.А.** Экспериментальные исследования по разработке ресурсо-сберегающей технологии очистки рассола из природного гидро-минерального сырья/ Малакей З.А. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 5/5 (41) 2009

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ
ПОЛИ-N-[3-(ДИЭТИЛАМИНО)АЛКИЛ](МЕТ)АКРИЛАМИДОВ**

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

Одно из наиболее перспективных направлений практического применения аминоксодержащих (мет)акриловых полимеров в качестве «умных» материалов связано с тем, что они демонстрируют обратимый фазовый переход при изменении температуры и/или pH водного раствора. В частности, водорастворимые азотсодержащие полимеры, имеющие нижнюю критическую температуру растворения (НКТР), широко исследуются в качестве потенциальных адресных носителей для лекарственных средств и ферментоподобных катализаторов [1].

Были проведены работы по синтезу и исследованию температур фазовых переходов ($T_{фп}$) водных растворов поли-N-[3-(диэтиламино)алкил](мет)акриламидов.

Гомополимеризацию мономеров проводили при температуре 70°C в толуоле в присутствии азобисизобутиронитрил (АИБН) в качестве инициатора с последующим высаждением в гексане.

Для синтезированных образцов были получены зависимости светопропускания растворов от температуры и определены значения $T_{фп}$. В табл. 1 для полимеров представлены значения НКТР при различных концентрациях в воде.

Таблица 1
Значения $T_{фп}$ при различных концентрациях полимеров в воде (С)

Образец	Полимер	С, мас. %				
		0.05	0.1	0.25	0.5	1
I	N-[3-(диэтиламино)-этил] акриламид	42,9	37,9	35,2	33,6	32,2
II	N-[3-(диэтиламино)-этил] метакриламид	51,3	44,9	41,8	39,5	36,5
III	N-[3-(диэтиламино)-пропил] акриламид	44,6	40,5	33,6	31,7	28,1
IV	N-[3-(диэтиламино)-пропил] метакриламид	55,8	46,2	38,9	36	33,2

Для всех полимеров показано, что, начиная с наиболее разбавленных растворов, увеличение концентрации полимера приводит к снижению $T_{фп}$. НКТР увеличивается при переходе от акрилового к метакриловому аналогу. В области концентраций >0,1% $T_{фп}$ закономерно уменьшается с ростом углеводородного фрагмента в прах I-III и II-IV, однако в области меньших концентраций наблюдается обратная зависимость.

Библиографический список

1. Okhapkin, I.M. Water Solutions of Amphiphilic Polymers: Nanostructure Formation and Possibilities for Catalysis / Okhapkin I.M., Malhaeva E.E., Khohlov A.R. - In: Khohlov A.R. (ed.) Conformation-Dependent Design of Sequences in Copolymers I. - Adv. Polym. Sci. – 2006. – V. 195. – P. 177-210.

ИЗУЧЕНИЕ РОСТА ПЛЕНКИ ГАЗОВОГО ГИДРАТА ФРЕОН-12 ВДОЛЬ ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Начальный рост газового гидрата происходит в виде тонкой пленки, распространяющейся через поверхность газ-вода, в дальнейшем рост или диссоциация контролируется массопереносом через пленку. Вдоль линии фронта массоперенос считается незначительным и преобладает теплопередача. Теплопередача является контролируемым процессом при кристаллизации. Медленная кинетика присоединения поверхности приведет к медленным темпам роста. Учитывая это, уместно определить скорость роста с использованием движущейся граничной модели.

Целью работы является изучение образования газовых гидратов на границе раздела газ-жидкость и определение зависимости скорости движения поверхности границы пленка гидрата-жидкая фаза и скорости жидкости в направлении оси x от изменения движущей силы, ΔT , $\Delta T = T_{\text{eq}} - T_{\text{bulk}}$, T_{eq} – температура трехфазного равновесия, T_{bulk} – температура объемной фазы.

На рис. 1 показан рост гидрата на границе раздела фреон-12-вода. Пленка гидрата изображается параллельно границе раздела в x -направлении движущейся границы $X(t)$.

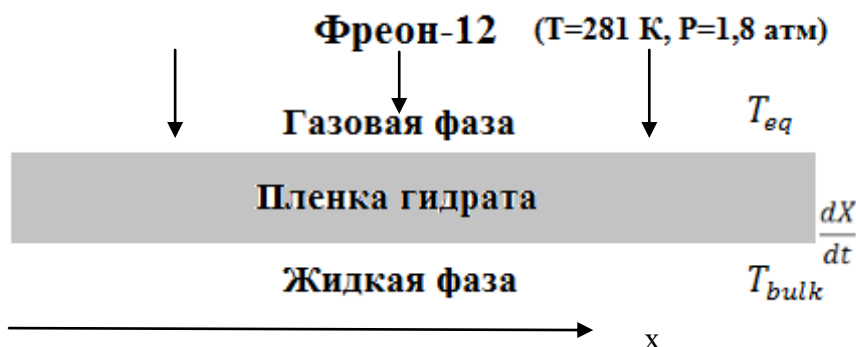


Рис. 1. Рост гидратной пленки на границе раздела газ-жидкость

В ходе теоретических исследований было установлено, что механизм непрерывного роста зависит от объемной температуры, постоянной равновесной температуры и особенностей морфологии пленки гидрата. С увеличением объемной температуры жидкости степень переохлаждения уменьшается, следовательно, молекулярное присоединение к поверхности гидратной пленки уменьшается. С увеличением равновесной температуры увеличивается степень переохлаждения, следовательно, увеличивается вероятность молекулярного присоединения.

В данной газогидратной модели преобладает термокапиллярная конвекция, вызванная температурной неоднородностью на границе раздела. Передача тепла от поверхности более чувствительна к толщине пленки и относительно постоянна к гидродинамическим изменениям. Этим и объясняется относительно небольшое изменение скорости жидкости в направлении оси x по сравнению со скоростью движения поверхности границы пленка гидрата-жидкая фаза.

ВЫЯВЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ КОБАЛЬТА (II) В ТАРТРАТНО-ГЛИЦИНОВЫХ РАСТВОРАХ ХИМИЧЕСКОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ионы Co(II) являются наиболее токсичным ингредиентом отработанных растворов и промывных вод химического кобальтирования. Для снижения экологической опасности отходов, содержащих ионы тяжелых металлов, в линиях гальвано-химической металлизации чаще всего, применяют проточные системы промывки, что вызывает огромный перерасход пресной воды.

Анализом различных методов, способов и технологий извлечения кобальта (II) установлено, что наиболее перспективным является комбинированный способ очистки, основанный на сочетании методов ионного обмена и электролиза, который позволяет не только извлекать и перерабатывать ионы металла с целью повторного его использования, но и улучшать технико-экономические показатели производства за счет снижения водопотребления.

Трудности в создании комбинированного способа очистки отработанных тартратных растворов химического кобальтирования с боргидридным восстановителем и дополнительным лигандом во многом связаны с недостатком сведений о влиянии структуры комплексов на электроосаждение металла, о кинетических закономерностях электровосстановления кобальта (II) из низкоконцентрированных растворов и о влиянии на этот процесс различных технологических факторов. Такое состояние в области электроосаждения Co(II) явилось теоретическим основанием для определения влияния структуры тартратно-глициновых комплексов и боргидрида на электрохимическое осаждение кобальта из отработанных растворов химической металлизации.

Кинетические закономерности, в том числе определение природы лимитирующей стадии электровосстановления кобальта (II), устанавливали с применением потенциодинамического и температурно - кинетического метода. Уменьшение концентрации боргидрида натрия в растворе снижает степень заполнения поверхности катода специфически адсорбирующимися ионами ВH_4^- , что влечет за собой смещение потенциала поверхности электрода в положительную сторону. Процесс втягивания Co^{2+} , являющегося ядром тартратно-глицинового комплекса, в плотную часть ДЭС тормозится. Также ослабевают отталкивание анионов лигандов от поверхности катода и возникают дополнительные затруднения для разрыва связи металл-лиганд в комплексном соединении, т.е. затруднения на стадии, предшествующей переносу заряда химической реакции, состоящей в частичной или полной диссоциации комплекса. Если в начале электролиза электроосаждение кобальта проходит с лимитирующей стадией переноса заряда, то проявление химической поляризации в ходе электролиза (за счет снижения концентрации боргидрида натрия) должно выражаться на вольтамперных кривых смещением стационарного бестокового потенциала в область положительных значений и появлением предельного тока. Это наблюдалось в ходе потенциодинамических исследований при различных скоростях линейной развертки потенциала при скоростях 2- 50 мВ/с. С увеличением скорости развертки потенциала (V) предельные токи электровосстановления кобальта (II) растут. На зависимостях предельной плотности тока $j_n - V^{1/2}$, полученных при постоянных значениях поляризации (η), начальная область ($V = 2 - 5$ мВ/с), соответствующая диффузионной кинетике, слабо выражена или отсутствует вовсе. Это означает, что процесс электроосаждения кобальта (II) протекает частично в условиях смешанной кинетики, а при высоких значениях V проходит с химической поляризацией.

ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КОБАЛЬТА (II) В ЩЕЛОЧНЫХ ТАРТРАТНО-ГЛИЦИНОВЫХ РАСТВОРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В растворах Co^{2+} может образовывать различные комплексные соединения с разнообразной стереохимией: нормальные комплексы, протонированные, гидроксокомплексы смешанные и полиядерные. В водных растворах ионы Co^{2+} образуют, как правило, комплексы с координационным числом 6.

Co^{2+} способен образовывать одноядерные хелатные комплексы различного состава как с тартратом, так и с глицином, а при их совместном присутствии в водных растворах могут формироваться смешаннолигандные комплексные соединения.

В более ранних совместных работах сотрудников кафедр «Технология электрохимических производств и химии органических веществ» и «Нанотехнологии и биотехнологии» [1] было показано, что в водных растворах тартратные комплексные анионы кобальта претерпевают трансформации при изменении pH от 6,5 до 13,0. Методами pH-метрического титрования и мольных отношений было установлено, что при pH 6,5 формируется анионный дитартратный комплекс металла $[\text{Co}(\text{Tart})_2]^{2-}$, во внутренней координационной сфере которого также присутствуют две молекулы воды. Увеличение значения pH раствора до 13,0 приводит к образованию двух видов гидроксо-тартратных комплексов кобальта (II) (состава $[\text{Co}(\text{Tart})(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})]^{3-}$ и $[\text{Co}(\text{Tart})(\text{OH})_2]^{4-}$).

В зависимости от pH глицин может присутствовать в виде катиона, цвиттер-иона и аниона, что сказывается на форме комплекса с кобальтом. Для системы кобальт-глицин возможны три вида комплексов, но вследствие низкого сродства ионов кобальта к кислородсодержащим лигандам формирование комплексов $[\text{CoGly}]^+$, $[\text{CoGly}_2]$ маловероятно, что наблюдается на абсорбционных спектрах [2]. Следовательно, наиболее встречающейся будет форма комплекса $[\text{CoGly}_3]^-$ ввиду более высокой константы устойчивости.

Введение глицина в раствор дитартратного комплекса кобальта (II) при pH 6,5 изменяет вид зависимости оптической плотности от длины волны. Наблюдаемые эффекты свидетельствуют о включении глицина во внутреннюю координационную сферу тартратного комплекса. На это также указывает существенное отличие зависимостей оптической плотности от длины волны, полученных в глициновом и тартратно-глициновых растворах.

Результаты исследования комплексообразования Co^{2+} в тартратном и тартратно-глициновом растворах имеют важное значение для системы очистки промывных вод и отработанных растворов после химического кобальтирования. В частности, хелатность оказывает влияние на поляризацию при электрохимическом извлечении Co^{2+} из указанных отходов.

Библиографический список

1. Алексеев, М.А., Формирование моно- и полилигандных комплексов кобальта в тартратных растворах химической металлизации / О.О. Быкадорова, Е.Г. Ивашкин, С.В. Плохов // Международная конференция «Будущее технической науки», Нижний Новгород, 2014, с. 97
2. М.А.М. Ibrahim, R.M. Al Radadi. Noncrystalline cobalt coatings on copper substrates by electrodeposition from complexing acidic glycine baths // Materials Chemistry and Physics 151 (2015), p. 222–232

СПИРИН И.А., КАЛАГАЕВ И.Ю., ПЕТУХОВ А.Н.,
ВОРОТЫНЦЕВ А.В., КАПУСТИН Р.В., ГРУШЕВСКАЯ А.И.

КОМПЛЕКСЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С ВОДОЙ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПЛЕНКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вода играет важную и часто неясную роль во многих реакциях органических соединений. Предполагается, что это определяется межмолекулярным взаимодействием с участием молекул воды. Хотя такая возможность была предсказана в рамках квантовохимических расчетов, экспериментально зафиксировать подобные комплексы не удавалось. В данной работе представлены ИК-спектральные проявления существования в низкотемпературных пленках водных интермедиатов с рядом органических соединений (фураном, тиофеном, бромформом и хлористым метиленом).

В ИК-спектрах, полученных при соконденсации паров воды и фурана на холодную подложку ($T=130\text{K}$), были обнаружены новые полосы при 1551 и 1266 см^{-1} (рис. 1, слева), которые отсутствуют в спектрах низкотемпературных пленок исходных компонентов, измеренных в аналогичных условиях. Эти полосы имеют ожидаемые сдвиги в спектрах, содержащих тяжелую воду, а также становятся интенсивнее при увеличении концентрации воды в смеси, поэтому могут быть отнесены к комплексам воды и молекулы фурана.

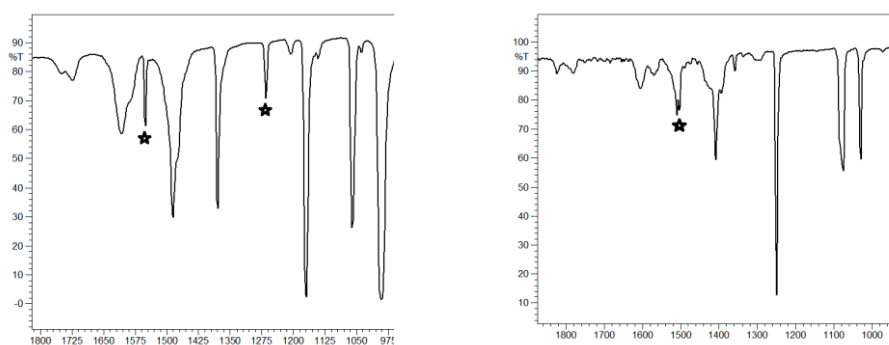


Рис. 1. ИК-спектры низкотемпературных пленок, содержащих воду и фуран (слева), воду и тиофен (справа)

В спектрах соконденсата паров воды и тиофена также обнаружены новые полосы при 1506 (дублет), 918 и 870 см^{-1} (рис. 1, справа). Для смеси, содержащей тяжелую воду, эти полосы смещаются к более низким частотам в соответствии с теоретическим расчетом изотопного сдвига. Как и в предыдущем случае, они становятся интенсивнее при увеличении концентрации воды в смеси. Совокупность этих данных позволяет отнести наблюдаемые полосы к колебаниям воды в комплексе с тиофеном. Можно предположить, что подобное связывание в обоих случаях возникает за счет взаимодействия подвижного атома водорода в кластере воды и неподеленной электронной пары гетероатома.

Строение полученных комплексов рассмотрено в рамках неэмпирических расчетов в приближении теории функционала плотности (DFT).

УГЛОВ Н.С., ПЕТУХОВ А.Н.,
ВОРОТЫНЦЕВ В.М., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ И БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНА ЭЛЕКТРОННОЙ ЧИСТОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важнейшим исходным реагентом для производства бездефектных полупроводниковых структур SiC и Si-Ge-C в микро- и нанoeлектронной промышленности является метан электронной чистоты (99,99999%). Структуры на основе углерода, полученного из высокочистого метана, применяются для производства сверхбыстрых высоковольтных диодов Шоттки, МОП-транзисторов, высокотемпературных транзисторов, солнечных батарей и других составляющих электронной техники, а также применяются в стратегических областях промышленности: производстве элементов ядерного топлива, разработке средств индивидуальной защиты. Качество и надежность этих структур и соответственно их электрофизические характеристики сильно зависят от чистоты метана. Основными дефектообразующими примесями, входящими в состав метана, являются кислород содержащие примеси, включая сам кислород: оксиды углерода, серы и вода.

В связи с этим разработка новых и модернизации применяемых методов очистки газовых смесей весьма актуальна. Одним из перспективных методов разделения и очистки газовых смесей является газогидратная кристаллизация (метод изоморфного соосаждения в виде газового гидрата). Условия, при которых протекает процесс газогидратной кристаллизации: температура около 0°C, небольшие значения давления. Метод обеспечивает высокую эффективность, безопасность и экологичность стадий разделения и очистки газовых смесей при относительно низких энергозатратах.

Начало процесса образования газовых гидратов связано с формированием центров кристаллизации на поверхности раздела газ – вода. Существует два случая гидратообразования: когда гидратообразователь нерастворим в воде и гидратообразователь растворим в воде. Процесс самопроизвольного образования газовых гидратов многопараметрический: учет ван-дер-ваальсовых диаметров молекул газа с радиусом полости каркаса; учет минимального давления образования гидрата; учет низкого давления паров воды над решеткой газового гидрата и других параметров.

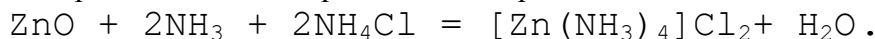
Цель настоящей работы - разработка энергоэффективной и безотходной технологии получения метана электронной чистоты на основе совмещенного метода, включающего мембранное газоразделение и газогидратную кристаллизацию. Этот новый способ позволяет предотвратить концентрирование газовых примесей при образовании газовых гидратов. А примеси, сконцентрировавшиеся в газовой фазе в кристаллизаторе, будут удаляться методом мембранного газоразделения.

Был проведен расчет математической модели для двух- и трехкомпонентных систем на основе метана, выбраны оптимальные параметры гидратообразования, спроектирована установка для мембранного разделения газовых смесей с кристаллогидратным блоком.

ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПАРОВ АММИАКА И ВОДЫ НАД РАСТВОРАМИ
АММИАКАТА ЦИНКА

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

Извлечение цинка из промышленных отходов основано на выщелачивании измельченного материала раствором аммонийной соли в аммиачной воде по уравнению химического растворения оксида и образованию тетрааммиаката цинка:



При этом аммиак и аммонийная соль расходуются в эквивалентных количествах, что сопровождается изменением физико-химических характеристик раствора, в том числе парциального давления аммиака и воды над растворами. Указанные характеристики важны для расчетов потерь аммиака в процессах выщелачивания, фильтрации, приготовления растворов и их кондиционирования. В то же время значения парциальных давлений необходимы для расчетов расхода греющего пара при отгонке аммиака при гидролитическом осаждении гидроксида цинка. Равновесное парциальное давление над растворами хлоридтетраамин цинка изучали динамическим методом.

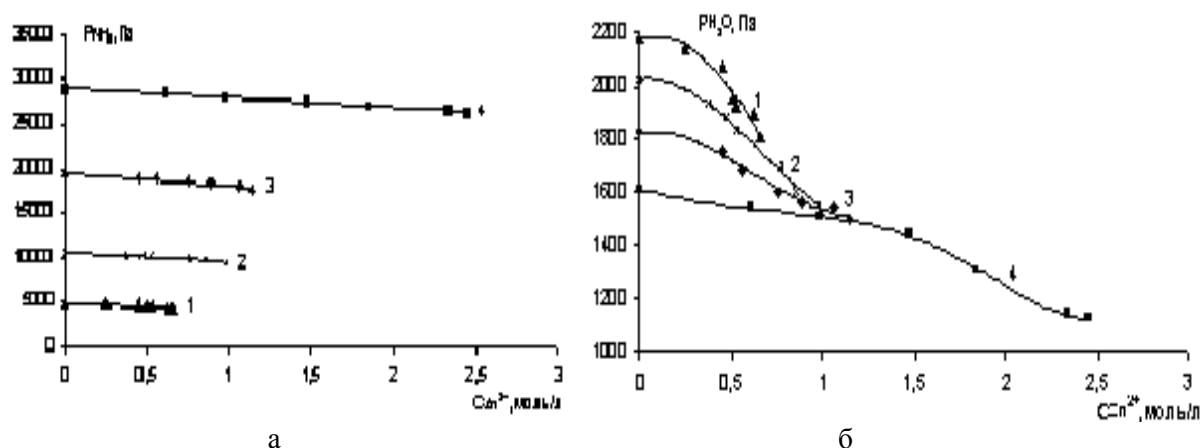


Рис.1. Парциальное давление паров аммиака (а) и воды (б) над аммиакатными растворами цинка при температуре - 293К, концентрации, моль/л: аммиака, 1 – 2,97; 2 – 5,68; 3 – 8,38; 4 – 10,84; хлорида аммония - 5,6

Увеличение концентрации аммиака в исходной аммиачной воде, как это видно из рис.1, вызывает повышение парциального давления аммиака над растворами и снижает давление паров воды. Увеличение содержания ионов цинка в комплексном растворе понижает парциальное давление аммиака и воды, что обусловлено образованием аммиакатов, которые более прочно удерживают аммиак в комплексах, чем гидратированная форма $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Снижение давления аммиака над раствором носит линейный характер и соответствует остаточной концентрации несвязанного аммиака, которую можно рассчитать при условии расхода аммиака в количестве двух молей на моль растворенного оксида цинка. Понижение давления паров воды над аммиакатными растворами следует объяснить нарастанием концентрации тетрааммиаката цинка как индивидуального соединения, имеющего гидратную оболочку, вследствие чего происходит так называемая «депрессия» водяного пара. Проведена математическая обработка результатов исследования, получены уравнения для определения

изменения давления аммиака и паров воды в зависимости от исходной концентрации аммиака и растворенного оксида цинка.

УДК 631

ШЕСТОПЕРОВА Т.А.¹, ОТВАГИНА К.В.²,
САЗАНОВА Т.С.², АТЛАСКИН А.А.², РЯБОВ С.А.¹

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ НАНОТРУБКАМИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИСУЛЬФОНА

Нижегородский государственный университет им Н.И. Лобачевского,¹
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Полисульфон - полимер, широко применяемый в автомобильной и авиакосмической промышленности, медицине, полимерной оптике и других областях техники благодаря комплексу полезных свойств: термопластичности, термостойкости, огнестойкости, химической стойкости во всех областях рН, устойчивости к окислителям, низкой текучести и др. Физическая и химическая модификация полимера расширяет возможные области применения полисульфона. Получение нанокомпозитов на основе полисульфона и углеродных нанотрубок (УНТ) придает материалу новые свойства - увеличенную механическую прочность, электропроводность, пористость - и позволяет создавать функциональные материалы для микроэлектроники и мембранного разделения жидких и газовых сред.

Целью работы являлось получение пленочных материалов на основе полисульфона и УНТ, установление оптимальной концентрации нанонаполнителя в нанокомпозите, изучение физико-механических, структурных и транспортных свойств полученных материалов.

В качестве полимерной матрицы в работе использовали полисульфон марки ПСК-1. УНТ были предоставлены НПО «Графит». Пленочные материалы были получены методом полива на инертную подложку. Физико-механические свойства - относительную деформацию ε (%) и разрушающее напряжение σ (МПа) - определяли на универсальной испытательной машине Zwick Z005 (Германия). Поверхность образцов изучали методом АСМ на сканирующем зондовом микроскопе SPM-9700 (Shimadzu, Япония) в полуконтактном режиме. Транспортные свойства изучали на тестовых газах: N_2 , CO_2 .

Были получены пленочные материалы толщиной от 20 до 40 мкм с различным содержанием УНТ от 0,01 до 0,5 масс.%. Установлено изменение структуры поверхности образца при введении модифицированных УНТ. Обнаружена экстремальная зависимость физико-механических свойств полимерного нанокомпозита в интервале концентраций УНТ. Выявлено значительное увеличение проницаемости по CO_2 полисульфона, модифицированного УНТ, по сравнению с чистым полисульфоном.

Приборостроение и автоматизация технологических процессов

УДК 625.2.012.72-598.4

БОГОЛЕПОВА Е.С.¹, СИДОРОВ В.В.²

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КЛАПАНА ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева¹
ООО «ТРАНС-АВИА» (г. Арзамас)²

В настоящее время клапаны, применяемые на подвижном железнодорожном составе, делятся по своему назначению на выпускные, предохранительные, обратные, переключаемые, клапаны максимального давления и электропневматические.

Для сброса конденсата из колонн подготовки воздуха и их продувки с дистанционным управлением применяют электромагнитные клапаны. Выполняемые ими функции важны с точки зрения обеспечения безопасности системы. В связи с этим улучшение эксплуатационных характеристик электромагнитных клапанов является насущной задачей.

Конструктивно электромагнитный клапан состоит из следующих основных узлов и элементов: сердечника, пружины, шайбы, позволяющей формировать нужный магнитный поток, и нагревательного элемента, на который намотана втягивающая обмотка.

Особенности клапанов указанного типа:

- уменьшенные массогабаритные характеристики;
- высокий цикловой ресурс;
- наличие режима разогрева, который позволяет производить разморозку жидкости внутри клапана при температуре до минус 600°C ;
- не требуется пневматическая магистраль управления;
- возможность автоматического сброса конденсата из тормозных резервуаров подвижного состава.

Практика эксплуатации железнодорожного транспорта выдвигает к подобным электромагнитным клапанам требования:

- уменьшение времени срабатывания (это промежуток времени, в течение которого происходит срабатывание клапана, то есть перемещение запирающего элемента из одного крайнего положения в другое);
- повышение пропускной способности (это величина, измеряемая в $\text{м}^3/\text{ч}$, численно равная расходу протекающей через клапан рабочей среды с плотностью $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ при перепаде давлений в $0,1 \text{ МПа}$).

В работе проведено улучшение характеристик электромагнитного клапана путем перерасчета электромагнитной катушки клапана, что позволило повысить напряжение срабатывания, а оно, в свою очередь, привело к уменьшению времени срабатывания и повышению пропускной способности за счет увеличения суммарного времени нахождения в открытом состоянии.

Проведена модернизация конструкции (разработка «одностороннего» жгута и нанесение маски на сердечник, заменяющей шайбу, формирующую требуемый магнитный поток) и оптимизация материалов для повышения устойчивости к агрессивным средам.

В докладе представлены конструктивная схема клапана, структурная схема, динамическая модель и методика расчета параметров катушки и конструкции клапана, обеспечивающая уменьшение времени срабатывания.

Представлены также результаты испытаний электромагнитного клапана. Увеличение пропускной способности клапана в результате предложенных мер составляет от 60 до 90%.

УДК 531.746

БОРИСОВ М.А., ГУСЬКОВ А.А.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ГИРОИНКЛИНОМЕТРА

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

Объектом исследования является гироинклинометр ИГН 73–100/80, предназначенный для многократного определения в непрерывном режиме траектории обсаженных и необсаженных нефтегазовых скважин.

Процесс определения траектории скважины при помощи гироскопического инклинометра можно условно разделить на два режима: режим начальной азимутальной ориентации (начальной выставки) и автономный режим работы (режим измерений).

Определение начальной азимутальной ориентации основывается на измерении горизонтальной составляющей угловой скорости вращения Земли с помощью датчика угловой скорости (ДУС). В процессе начальной выставки измеритель угловой скорости непрерывно вращается вокруг продольной оси прибора с заданной скоростью. При этом выходной сигнал ДУС в идеальном случае должен представлять собой синусоиду. Реальный сигнал ДУС отличается от идеального в силу наличия погрешностей, которые могут быть вызваны температурой, зависимостью показаний ДУС от положения его оси чувствительности по отношению к полю силы тяжести, собственным вращением ротора на высокой частоте, неравножесткостью конструкции.

На этапе автономной работы гироинклинометра замер параметров производится как при спуске, так и подъеме скважинного прибора. Азимутальный угол рассчитывается по приращениям на основании данных, полученных в текущий и предыдущий моменты времени. В связи с этим ошибка определения азимутального угла накапливается со временем. Поэтому за результат измерения принимается траектория, построенная при спуске скважинного прибора. Однако при спуске за счет инерционности раскручивающегося каротажного кабеля, давления кабеля на скважинный прибор и сопротивления горных пород возможны ошибки в определении зенитного угла, вызванные неравномерным движением прибора и его перекосом в скважине.

Целью работы является повышение алгоритмическими методами точности гироинклинометра в режимах начальной выставки и автономной работы.

В работе проведено аналитическое исследование влияния систематических факторов на фазу выходного сигнала ДУС на этапе начальной выставки. Доказано, что наибольшее влияние оказывает наличие в сигнале ДУС низкочастотных гармоник с частотами, кратными частоте вращения прибора. По результатам исследований разработан алгоритм обработки сигнала ДУС в процессе начальной выставки, заключающийся в аппроксимации сигнала задаваемой моделью с последующей коррекцией измеренного сигнала на основе полученных коэффициентов низкочастотной гармонической составляющей и постоянного дрейфа, обработкой алгоритмом аппроксимации скорректированного массива данных, а также дополнительной статистической обработкой на основе выделения оптимальных участков распределения.

Разработан способ повышения точности построения траектории скважины за счет вторичной обработки результатов замера на этапе автономной работы, который заключается в

использовании для построения траектории данных о зенитном угле при подъеме скважинного прибора и данных об азимуте при спуске.

Проведенное математическое моделирование подтвердило эффективность предложенных решений.

УДК 681.586.2

БОРИСОВ С.А., ВОЛКОВ Н.В., ГУСЬКОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКА УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ

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

Датчики угловых скоростей (ДУС) являются наиболее значимыми средствами измерения параметров движения авиационной техники. Основные элементы классической схемы электромеханического ДУС: гиروزел, датчик угла, моментное устройство и усилитель обратной связи включены в компенсационную схему.

С целью минимизации паразитных силовых воздействий конструкция ДУС реализуется с жидкостным заполнением. Однако эти воздействия формируют такие существенные погрешности, как порог чувствительности, нулевой сигнал или дрейф датчика, которые невозможно определить по математической или иной модели. В связи с этим ставится задача экспериментального определения источников статических погрешностей и степени их влияния на выходные характеристики ДУС.

Одним из главных вредных моментов, формирующих дрейф ДУС, следует считать момент от несбалансированности гиروزла. Для избирательного анализа необходимо разработать методику эксперимента, исключая или снижающую влияние других вредных моментов. Для этого необходимо установить ДУС его выходной осью по оси Мира на широте проведения эксперимента $55,4^\circ$ (широта г. Арзамаса) и производить повороты корпуса вокруг этой оси в пределах 360° . В этом случае исключается формирование гироскопического момента по выходной оси X , а момент небаланса вокруг этой оси определится выражением $mg \cdot \cos 55,4 \cdot R_{НБ} \cdot \cos \beta_{корп}$, где $R_{нб}$ – смещение центра тяжести гиروزла, $\beta_{корп}$ – углы поворота корпуса.

В соответствии со структурной схемой нулевой сигнал, определяющий дрейф, может быть определен следующим выражением:

$$i_0 = \frac{k_{ГУ} k_{ДУ} k_{УС} k_i}{1 + k_{ГУ} k_{ДУ} k_{УС} k_i k_{МУ}} \left(mg \cdot \cos 55,4 \cdot R_{НБ} \cdot \cos \beta_{корп} \pm M_{тр} \right),$$

где $k_{ГУ}, k_{ДУ}, k_{УС}, k_{МУ}$ – коэффициенты передачи гиروزла, датчика угла, усилителя, моментного устройства соответственно.

Имеющие случайный характер моменты трения $M_{тр} = M_0 \text{sign } \dot{\beta}$ и иные моменты существенно искажают синусоидальный вид зависимости нулевого сигнала от положения смещенного центра масс (рис.1).

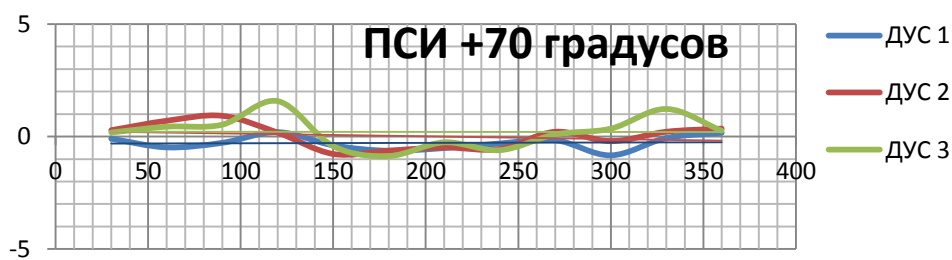


Рис.1. Зависимость нулевого сигнала от положения смещенного центра масс

Поэтому расшифровка полученных результатов требует дополнительных исследований с целью выявления неучтенных вредных воздействий, определяемых внутренними помехами, нестабильностями элементов структуры и особенностями конструктивного исполнения ДУС.

Однако экспериментальные исследования позволяют определять границы существования погрешности, вызванной смещением центра масс, т.е. границы дрейфа. Согласно рис.1, дрейф лежит в границах от - 0,9 мА до + 1,6 мА.

УДК 681.58

ГРЯЗЕВ А.А., ГУСЬКОВ А.А., ЖЕЛЕЗКО К.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДАТЧИКА УГЛА В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА

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

Основным параметром исполнительного механизма является точность выставки угла на выходном валу. От этого параметра зависит точность обработки требуемой траектории движения объекта, в составе которого используется исполнительный механизм. При этом на этапе создания исполнительного механизма необходимо контролировать не только статические (люфт вала, максимальные углы поворота), но и динамические характеристики (скорость перекладки выходного вала, время страгивания, угол выбега и угол смещения выходного вала).

Существующая автоматизированная система контроля изделия позволяет получить необходимые данные на различных этапах проверки, провести обработку полученных данных и сформировать отчет о каждом испытании. Существенным недостатком данной системы является то, что при проведении проверки в качестве информации об угле поворота выходного вала берется напряжение с потенциометрического датчика угла поворота, используемого в самом изделии. При этом поверка самого потенциометрического датчика угла осуществляется на первом этапе испытаний с помощью оптического квадранта, показания которого снимаются и вносятся в программу контроля оператором вручную. Такой способ проверки не учитывает возможную нелинейность потенциометрического датчика угла, является нетехнологичным и может привести к ошибкам, вызванным человеческим фактором.

Для увеличения степени автоматизации системы и повышения точности предлагается использовать в составе системы внешний датчик угла с цифровым выходом (энкодер).

На основе сравнительного анализа в качестве датчика угла автоматизированной системы контроля был выбран абсолютный оптический энкодер производства ОАО «СКБ ИС» (г. Санкт-Петербург). Положение вала абсолютного энкодера, в отличие от инкрементального, всегда известно, поэтому такие датчики не требуют первичной

установки, инициализации и не теряют свою позицию при исчезновении напряжения питания. Предлагаемый датчик имеет шестнадцать разрядов на оборот и параллельно-байтовый выходной сигнал, т.е. информация о положении вала датчика выдается на параллельную восьмиразрядную линию данных побайтно. Сам датчик имеет две входных линии, которые управляют тем, какой из байтов будет выведен на линию данных. Для сопряжения датчика с компьютером используется микроконтроллер, который реализует алгоритм сбора информации о положении вала датчика и передает эту информацию на компьютер.

Для автоматизированной системы контроля изделия был разработан новый алгоритм проведения испытаний, исключающий недостатки системы-прототипа, а также разработана программа управления испытаниями для персонального компьютера. Во время проведения испытаний управляющая программа ведет сбор информации о фактическом угле поворота выходного вала, получаемой с энкодера, напряжение с потенциометрического датчика угла изделия и формирует сигналы управления положением выходного вала исполнительного механизма. На основе полученных данных программа ведет расчет характеристик изделия и формирует отчет об испытании.

УДК 621.3

ЕРМОЛАЕВ Т.И. ВАДОВА Л.Ю.

МЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ

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

Процесс замедленного коксования представляет собой процесс термического крекинга для переработки тяжелых фракций нефти в более легкие газообразные и жидкие продукты и твердый (сырой) кокс. Исходное сырье в виде нефтяных остатков нагревается в специальном нагревателе до высокой температуры в течение короткого времени пребывания. Реакции термического крекинга начинаются в нагревательных змеевиках и завершаются в коксоборниках (аккумулирующих аппаратах с долгим временем пребывания). Реакции термического крекинга, протекающие в нагревателе, тщательно контролируются, чтобы свести к минимуму накопление кокса в змеевиках нагревателя. Твердый продукт (сырой кокс) задерживается в коксоборниках. Пар, выходящий из коксоборников, охлаждается для приостановки дальнейших реакций крекинга, а затем разделяется на различные продукты перегонки и газообразные продукты.

Коксование представляет собой термическую переработку органических материалов в углерод и графит. Вся процедура переработки представляет собой сложную последовательность химических реакций и диффузионных процессов, протекающих в жидком и твердом состояниях. Последовательность реакций состоит из удаления замещающих атомов и групп из органической молекулы, ароматизации и последующей полимеризации в большую структуру ароматического углерода.

Существует три типа термических реакций, играющих важную роль:

- Дегидрогенизация;
- Изомеризация;
- Полимеризация.

Эти реакции происходят не на разных этапах, а протекают непрерывно в течение всего процесса коксования. Происходящие тепловые реакции являются как эндотермическими, так и экзотермическими. Для начала реакции крекинга к материалу в печи коксования подводится тепло. Поскольку полимеризация имеет место в коксоборнике, экзотермические реакции являются источником тепла для продолжения процесса дегидрогенизации.

Главная цель работы - создание системы управления процессом, основанной на математической модели объектами управления.

Представив схему замедленного коксования как единый объект управления, мы можем получить его входные и выходные параметры. В качестве выходных параметров были приняты: выход кокса Y_1 ; выход летучих веществ Y_2 ; механическая прочность кокса Y_3 ; высота кокса в камере Y_4 .

Управление выходными параметрами будет осуществляться регулированием его входных параметров, в частности, X_1 – плотность первичного сырья, X_2 – коксуемость первичного сырья, X_3 – расход первичного сырья, X_4 – коэффициент рециркуляции, X_5 – температура верха реактора, X_6 – длительность цикла коксования.

Общую схему управления на основе математической модели можно представить в виде совокупности трех звеньев: математической модели, контроллера и технологической схемы. Контроллер принимает данные о технологических параметрах от объекта управления и передает их в математическую модель. После проведения расчета, программой определяются значения потоков, которые через контроллер поступают в качестве задания регуляторам соответствующих потоков.

УДК 612.39

ЗАХАРОВ А.В.², ГАВРИЛОВ А.А.¹

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ КРЕМНИЕВЫХ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИБОРОВ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева¹
«Темп-Авиа»²

Стремительное развитие науки и техники в последние два-три десятилетия привело к тому, что не только постоянно появляются новые типы приборов, пополняются и уточняются их характеристики, особенности, но и возникают совершенно новые направления и тенденции. Несмотря на хорошо изученный и отлаженный технологический процесс изготовления кристаллических элементов, полностью исключить технологическую погрешность не удастся. Дальнейшее повышение точности датчиков возможно при ужесточении требований к размерам кремниевого чувствительного элемента. Это возможно при усовершенствовании технологии.

Основным способом изготовления объемных структур кремниевых чувствительных элементов является жидкостное и сухое изотропное и анизотропное травление. Причем жидкостное травление в щелочном травителе наиболее распространено. Все операции собраны в технологический маршрут для дальнейшего практического структурирования возможного брака.

Основные виды брака: несоответствие сопротивления изоляции; несоответствие резонансной частоты; несоответствие величины зазора по сторонам пластины из-за непостоянства скорости анизотропного и изотропного травлений; несоответствие величины технологических перемычек; «мутное» изотропное травление; растравы кремния, возникающие из-за механического повреждения пленки фоторезиста или нарушения маскирующего слоя; остатки окисла после пятой фотолитографии.

При несоответствии сопротивления изоляции (менее 10 кОм) применяют так называемое «выжигание» (пропуск тока 60 мА между алюминием и кремнием при напряжении 50 В). При этом происходит выгорание алюминия и прямой контакт пропадает.

Несоответствие резонансной частоты свидетельствует о разбросе толщины подвеса. Снижение данного вида брака обеспечивается применением химических реактивов высшей марки чистоты и строго определенной рецептуры.

Несоответствие величины зазора по сторонам пластины и так называемое «мутное» изотропное и анизотропное травление возможно уменьшить только за счет жесткого контроля чистоты реактивов непосредственно перед приготовлением растворов для травления и химической очистки пластин.

Исключение растратов кремния и нарушений маскирующего слоя достигается за счет обеспечения особой чистоты и влажности в рабочей зоне, а также использования бесконтактного совмещения и металлизированных фотошаблонов.

По результатам проведенных исследований причин возникновения брака в технологическом процессе изготовления кристаллического элемента выявлено, что основная масса брака возникает из-за пятой фотолитографии, так как пока не удастся найти альтернативного способа нанесения фоторезиста на рельефные поверхности. Выход годных на этой операции (без дополнительных мер – ручного нанесения и стирания фоторезиста) составляет 55%, а после использования перечисленных рекомендаций и нововведений выход годных ЧЭ составляет 90%.

УДК 681.2.08

КАРАСЕВА Е.А.

РАЗРАБОТКА МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО КВАДРОКОПТЕРА

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

В настоящее время все большую популярность как в гражданской, так и военной промышленности набирают малогабаритные беспилотные летательные аппараты (БПЛА), самым популярным из которых является квадрокоптер. Данные дроны довольно просты в своем управлении, обладают возможностью автопилотирования, а также обладают довольно высокой стабильностью.

Квадрокоптер состоит из электрических, механических и электронных модулей, в состав которых входят гироскопы. Вследствие стремительного развития нано- и микроэлектромеханических систем значительно уменьшились размеры и габариты БПЛА. Изложенное позволяет заключить, что реализацию гироскопа для квадрокоптера целесообразно выполнить при помощи МЭМС технологий.

Проведя анализ элементной базы, предлагает рынок, можно заметить, что основная часть системы является импортозависимой. В [1] мной было предложено реализовать микромеханический гироскоп с емкостным съемом сигнала. Конфигурация чувствительного элемента (ЧЭ) для такого гироскопа представлена на рис. 1.

Данный гироскоп содержит четыре упругих элемента, которые попарно имеют разную длину и ширину, а толщина балок одинакова и равна толщине инерционной массы. Режим движения осуществляется при помощи электростатического гребенчатого привода. Конструктивное решение базируется на ЧЭ фирмы ЦНИИ «Электроприбор». Анализ данной конструкции показал, что формирующаяся электростатическая сила может быть недостаточной для его работы, поэтому предлагается ЧЭ с увеличенным количеством пальцев ротора.

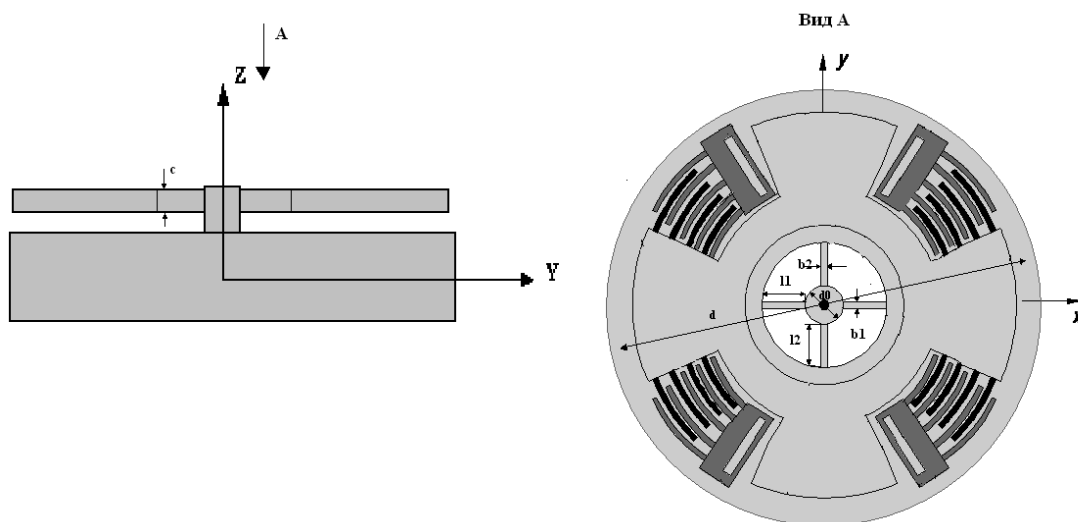


Рис. 1. Схема подвеса МГ RR - типа

1. Карасева, Е.А. Рытова Т.Г., Карасева Т.В. Разработка отечественной навигационной базы для квадрокоптера. //Научно-практический журнал «Приволжский научный вестник», № 4 (56), 2016 г., С. 34-40.

УДК 62-553-4

КАРГАПОЛЬЦЕВ В.В., МИЦКЕВИЧ А.А.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ УТЕЧЕК И СЛИВОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Вятский государственный университет

Непрерывный рост стоимости энергоресурсов требует повышения эффективности их использования на всех стадиях. Снижение утечек теплоносителя через неплотные соединения и аварийные прорывы, а также сокращение его несанкционированного водоразбора потребителями является одним из простых и эффективных способов энергосбережения.

Для решения этой задачи на основании Инструкции МДК 4-02.2001 [1]: «в отдельных случаях для контроля за герметичностью систем теплоснабжения и несанкционированным разбором горячей воды из систем отопления ... допускается использование флуоресцеина динатриевой соли (уранин А)». Применения этого способа в России имеет эпизодический характер, поэтому снижение объема подпитки котельных после применения красителя проявляется только в течение короткого времени.

Авторами разработано устройство дозирования (рис.1), обеспечивающее круглогодичную автоматическую подачу раствора красителя в трубопровод подпитки котельной. Объем воды, протекающий по трубопроводу подпитки, измеряется расходомером-счетчиком, контроллер устройства вычисляет дозу впрыска раствора красителя, при этом учитывается величина давления в трубопроводе, измеряемая датчиком давления. Доза раствора вводится в трубопровод дозирующим насосом по сигналу контроллера. При снижении уровня раствора красителя в емкости ниже допустимого по сигналу датчика уровня контроллер прекращает дозирование раствора.

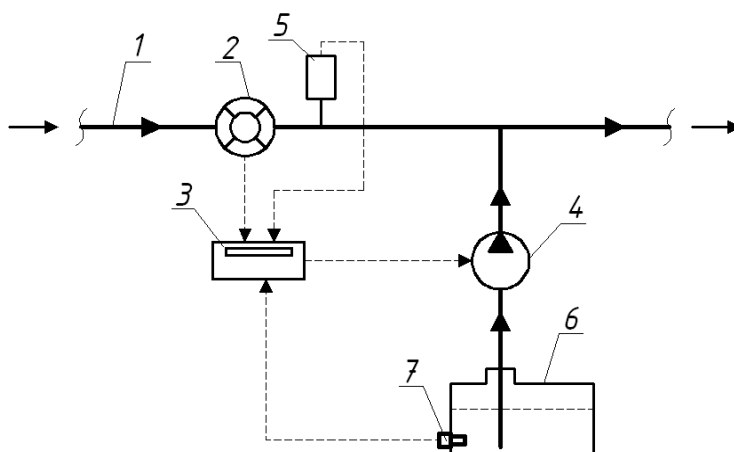


Рис.1. Устройство дозирования:

1 - трубопровод подпитки котельной; 2 – расходомер-счетчик с импульсным выходом; 3 - контроллер; 4 - дозирующий насос; 5 - датчик давления; 6 - бак с реагентом; 7 - датчик уровня

Разработанное устройство защищено патентом [2] и практически реализовано в виде станции дозирования красителей и других реагентов в трубопроводы подпитки котельных.

Библиографический список

1. МДК 4-02.2001. Типовая инструкция по технической эксплуатации тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения.
2. **Каргапольцев, В.В.** Мицкевич А.А., Устройство дозирования красителя сетевой воды, F17D 3/12, патент № 120745 от 22.05.12, опубликовано 27.09.12.

УДК 681.58

КАШАЕВ Е.А.¹, СУХАНОВ С.В.², АЛЮНОВ П.В.²

КАЛИБРОВКА БЛОКА ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ДВУХСТЕПЕННОМ ПОВОРОТНОМ СТЕНДЕ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ РЕЖИМЕ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева¹
ТЕМП-АВИА²

Современные инерциальные системы управления (ИСУ) состоят из двух основных элементов: блока чувствительных элементов (БЧЭ) для измерения вектора кажущегося ускорения и углов поворота центра масс объекта относительно инерциального пространства и блока вычислителя, предназначенного для расчета навигационных параметров по информации БЧЭ. БЧЭ содержит инерциальные датчики (акселерометры и гироскопы). Для повышения точности ИСУ необходимо проводить компенсацию погрешностей БЧЭ – калибровку. Среди основных погрешностей БЧЭ выделяют погрешности, обусловленные нулевыми сигналами датчиков, изменениями масштабных коэффициентов и неортогональностью их осей чувствительности.

Традиционно калибровку погрешностей акселерометров производят с использованием специализированного кронштейна в виде "кубика", позволяющего поочередно совмещать ось каждого акселерометра с вертикалью места, и по измерениям гравитационного ускорения (g) определять ошибки измерений. Калибровка гироскопов основана на измерениях проекций угловой скорости вращения Земли, а также на измерениях при вращении гироскопа вокруг оси чувствительности с заданными "положительными" и "отрицательными" угловыми скоростями. Дополнительно для определения температурной зависимости погрешностей БЧЭ испытания проводят при различных температурных воздействиях, как правило,

охватывающих весь рабочий температурный диапазон применения ИСУ. Таким образом, процесс калибровки представляет собой набор множественных испытаний с перезакреплениями блока на разных кронштейнах и с использованием различного оборудования – поворотного стенда, температурной камеры, горизонтированного стола для проверок. Другим недостатком традиционного метода калибровки является набор разных программных средств для расчета различного рода погрешностей.

Для повышения эффективности калибровки БЧЭ в работе предложено использование двухступенного поворотного стенда с температурной камерой. Основными достоинствами применения данного стенда является то, что калибровка БЧЭ (всех датчиков: и гироскопов и акселерометров) осуществляется непрерывно без перезакрепления блока во всем температурном диапазоне применения. В работе разработано программное обеспечение для управления поворотным стендом, которое на основе управляющих строк обеспечивает движение с изменением ориентации, необходимое для идентификации всего перечня погрешностей для последующей компенсации. Для расчета констант калибровки разработаны алгоритмы обработки измерений БЧЭ при движении на поворотном стенде. Данные алгоритмы отработаны с помощью математического моделирования и подтвердили свою эффективность.

Таким образом, разработанные методика, алгоритмы и программное обеспечение позволяют повысить точность компенсации погрешностей БЧЭ и проводить их калибровку в автоматизированном режиме с использованием поворотного стенда.

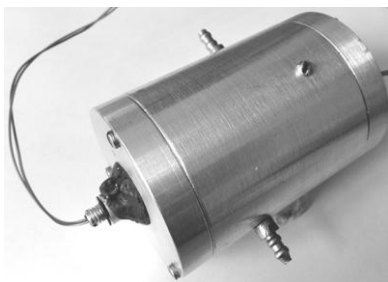
УДК 681.5

КЕЧКИНА Н.И., ЗУБКОВ И.Л.

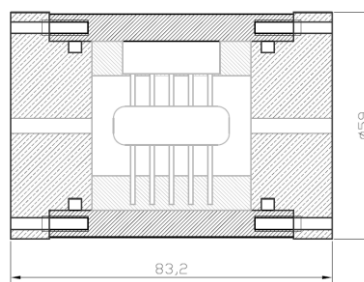
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ОПТИЧЕСКОГО ХИМИЧЕСКОГО СЕНСОРА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ СЕРОВОДОРОДА В ВОЗДУХЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно 219-ФЗ [1] собственникам предприятий первой категории опасности предписывается оснастить источники загрязнений автоматическими газоанализаторами. Данная задача не может быть решена при помощи традиционных химико-аналитических и инструментальных методов анализа, так как они недостаточно быстры, дороги и не поддаются автоматизации. Перспективным является применение оптических химических сенсоров (ОХС). Разработанный ОХС (рис. 1) представляет собой герметичный корпус, в котором размещены источник света, оптический сенсор и фотоприемник. Чувствительный элемент – ОХС (стеклянная пластина размером 20×20 мм с нанесенным чувствительным слоем Д 923-Ст) находится в замкнутой камере, имеющей входное и выходное отверстия для подачи анализируемого газа. Питание устройства и передача данных осуществляется через порт USB.



а)



б)

Рис. 1. Общий вид камеры:

а - фотография камеры в собранном виде; *б* - чертеж камеры в разрезе

Исследования кратковременной и долговременной стабильностей сенсорных характеристик ОХС сероводорода (H_2S) свидетельствуют об устойчивой работе сенсора после его разогрева и полном восстановлении сенсорных характеристик после циклов напуск – регенерация. Рассчитанный предел обнаружения ($0,62 \text{ мг/м}^3$) ниже уровня ПДК H_2S в воздухе рабочей зоны (10 мг/м^3), что позволяет сделать вывод о возможности использования данного сенсора для контроля сероводорода в воздухе рабочей зоны.

Таким образом, разработанный ОХС с характеристиками, удовлетворяющими требованиям контроля концентрации H_2S в воздухе на предприятиях нефтехимии, возможно использовать в качестве одного из элементов мультисенсорной системы.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» по теме: «Разработка мобильной мультисенсорной системы мониторинга атмосферного воздуха (его приземного слоя) для качественного и количественного обнаружения газов основных приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха (ОПЗАВ)» при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации. Соглашение № 14.577.21.0144 от 28.11.14. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0144.

1. Федеральный закон РФ № 219-ФЗ от 21 июля 2014 г. «О внесении изменений в федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». URL: <http://base.garant.ru/70700466/> (дата обращения: 27.02.17).

УДК 528.541

КИРПИЧЕВ Д.А.

ДЕМПФИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ: ОБЗОР И АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ И УСТРОЙСТВ

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

Для торможения движущегося тела может применяться магнитное поле. Во время движения тела в магнитном поле токи Фуко являются причиной физического замедления тела в этом поле. Это свойство реализовано, например, в конструкции бытового электросчетчика, в котором происходит замедление алюминиевого диска, вращающегося под действием магнита.

Во время движения проводящего диска между магнитами в нем возникает электрический ток. Данный ток называется индукционным, и появляется он из-за изменения магнитного поля, проходящего через проводящий диск. Индукционные токи создают свое магнитное поле, взаимодействующее с рядами постоянных магнитов. Это приводит к торможению диска. Сила торможения напрямую зависит от величины индукционного тока, которую определяет форма диска и материал, а также скорость вращения.

Поскольку электрическое сопротивление проводника может быть мало, то сила индукционного электрического тока, обусловленного токами Фуко, может достигать очень больших значений. В соответствии с правилом Ленца, токи Фуко в проводнике выбирают такой путь, чтобы в наибольшей мере противодействовать причине, вызывающей их протекание. Поэтому хорошие проводники, движущиеся в сильном магнитном поле, испытывают сильное торможение, вызванное взаимодействием токов Фуко с внешним магнитным полем.

Магнитоиндукционный демпфер состоит, как минимум, из одной пары магнитных полюсов и электропроводящего элемента (ротора), находящегося в магнитном поле. Электропроводящий элемент выполняется хотя бы с одним выступом, выходящим за габариты

магнитных полюсов. Это делается для того, чтобы проводящий элемент пронизывался краевыми магнитными потоками.

Электромагнитный тормоз – устройство, служащее для остановки инерционной нагрузки и удерживания ее в неподвижном состоянии при отключении силового питания двигателя, что является необходимым требованием для обеспечения безопасности различного промышленного оборудования.

Электромагнитные и магнитоэлектрические демпферы возможно использовать в различных отраслях промышленности: автомобиле- и приборостроение, железнодорожный транспорт, мебельное производство и в быту.

Основными задачами для дальнейшего развития демпферов, работающих на токах Фуко, являются: уменьшение массогабаритных характеристик, увеличение коэффициента демпфирования и повышение механической жесткости ротора.

В докладе приводятся электрокинематические схемы демпферов, математические модели, дается сравнительный анализ характеристик и возможностей, а также недостатков; предлагаются пути улучшения характеристик.

1. Колесников, С.В. Нохрин В.П., Санников А.В., Сивогринов П.Ф., Собянин В.Г. «Магнитоиндукционный демпфер», патент РФ на изобретение №2343491, дата публикации 10.01.2009.

УДК 531.768

КНЯЗЬКОВ А.Д.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ АКСЕЛЕРОМЕТРА

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

Целью данной работы является повышение точности акселерометра с помощью метода алгоритмической коррекции. Объектом исследования является цифровой микроэлектромеханический осевой трехстепенной акселерометр GY-521, размещенный на модуле MPU6050.

Для достижения поставленной цели был выполнен следующий ряд задач. Составлена математическая модель, в которой делался акцент на погрешности: смещения нулевого сигнала, линейности, базирования, крутизны характеристики.

$$N_{\text{вых}} = K_0 + K_x a_x + K_y a_y + K_z a_z + K_{zy} a_z a_y + K_{zx} a_z a_x + K_{z^2} a_z^2 + K_{z^3} a_z^3,$$

где: a_x, a_y, a_z – измеренные проекции ускорения свободного падения g на ось чувствительности: $a_z = g \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta$; $a_y = g \cdot \sin\alpha$; $a_x = g \cdot \sin\beta$; K_0 – коэффициент смещения нулевого сигнала; K_x, K_y – коэффициенты базирования; K_z – коэффициент крутизны статической характеристики; K_{zy}, K_{zx} – коэффициенты перекрестных ускорений; K_{z^2} – квадратичный коэффициент нелинейности; K_{z^3} – кубический коэффициент нелинейности; α – угол наклона датчика по вертикали вокруг оси x ; β – угол наклона датчика по вертикали вокруг оси y .

Далее была составлена методика экспериментального исследования статической характеристики. Выбранный метод алгоритмической коррекции подразумевает большой массив исходных данных, поэтому было решено крутить акселерометр по двум осям x и y , фиксируя данные через каждые 30 град. Для этого было сконструировано приспособление, представляющее собой двенадцатигранник с кронштейном для закрепления объекта

исследования. Также было решено поместить устройство в нестандартные климатические условия в температурный диапазон от минус 20 до плюс 40 °С, используя камеру теплехолода. Показания также фиксировались через каждые 10 °С. Для оценки эффективности коррекции статической характеристики дополнительно фиксировались показания по всем осям, а также значения температуры акселерометра. Для снятия показаний с датчика применялось следующее оборудование: микроконтроллер позволяющий считать данные с акселерометра; монитор на котором будут отображаться данные с датчика; генератор напряжения для подачи на акселерометр 3.3 В.

С помощью метода наименьших квадратов была составлена система уравнений. Решение системы стали теоретические калибровочные коэффициенты. В дальнейшем они используются для коррекции показаний акселерометра. Была определена формула для коррекции статической характеристики по калибровочным коэффициентам. С использованием снятых показаний по осям x , y , z и значения температуры построены диаграммы для каждой температуры в отдельности, на которых показаны значения исходных, идеальных и откорректированных ускорений. Для оценки качества коррекции использовалась формула приведенной погрешности.

Таким образом, предложенная математическая модель и методика, состоящая в расчете калибровочных коэффициентов по результатам экспериментального исследования статической характеристики акселерометра с последующей алгоритмической коррекцией, позволяет повысить точность акселерометра в два раза.

УДК 621.3

КОРЧАГИН Е.С., ВАДОВА Л.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СНАБЖЕНИЯ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ КИПиА И ОПТИМИЗАЦИИ ЕГО РАСХОДА

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

Одним из условий обеспечения высокой безопасности на пожаро- и взрывоопасных предприятиях является надежность обеспечения сжатым воздухом контрольно-измерительных приборов и средств автоматического регулирования.

Сжатый воздух обеспечивает работоспособность приборов КИПиА на предприятии, а от его качества зависит, насколько эффективно они будут функционировать.

Цель работы - теоретические и практические исследования процесса снабжения оборудования воздухом КИП, а также оптимизация его расхода.

Постановка задачи исследований заключается в разработке математической модели, которая позволит контролировать кинетику процесса и минимизировать перерасход сжатого воздуха, что приведет к снижению себестоимости электроэнергии. Разработанная математическая модель опирается на теоретические знания о процессе с учетом основных регламентных ограничений производства.

Актуальность работы. Среди комплекса множества задач, решаемых на современных производствах для обеспечения их эффективной и бесперебойной работы, особое место занимают задачи, связанные с оптимальным управлением как производства в целом, так и отдельных его участков. Оптимальное управление качеством и расходом воздуха КИПиА является основой для рентабельного функционирования производства, служит фундаментом для эффективного управления производством в целом. Современные российские производства не уделяют достаточно внимания решению вопросов, связанных с проблемой оптимизации использования оборудования для получения воздуха КИП, направляя все свои силы на развитие автоматизированных систем управления. Разработка систем оптимизации позволяет решить многие вопросы, связанные с оптимальным использованием электроэнергии с повы-

шением качества воздуха КИП, экономичным использованием времени работы оборудования и улучшения других показателей.

Исследована динамика величины и структуры затрат на подготовку воздуха КИП, значений оптимальных управляющих воздействий и основных параметров оптимальных технологических режимов работы оборудования (в зависимости от динамики цен) требуемых параметров воздуха на выходе объекта.

Математическая модель представляет собой систему уравнений, которая определяет зависимость расхода воздуха от турбулентной вязкости, вектора скоростей, времени и давления.

В ходе данной работы также проведено моделирование технологического процесса с помощью программы MATLAB. Моделирование процесса позволило оценить характер процессов и сделать выводы о положительных и отрицательных сторонах проведенного исследования.

УДК 681.58

КОШЕЛЕВ С.И.

АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРЕХОСНОГО КОЛЬЦЕВОГО ЛАЗЕРНОГО ГИРОСКОПА

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

Объектом исследования являются алгоритмы трехосного кольцевого лазерного гироскопа. Одним из передовых направлений в развитии современных бесплатформенных инерциальных систем (БИНС) и блоков чувствительных элементов (БЧЭ) в целях повышения точности является построение их на базе лазерных гироскопов. Самым распространенным решением является построение БЧЭ на трех одноосных лазерных гироскопах. Однако, несмотря на повышенную точность, при данном решении возникает сложность в выборе конструкции, так как она должна иметь достаточную жесткость. Данное требование в большей части решается при использовании в БИНС трехосного лазерного гироскопа. В этом случае исключается взаимовлияние трех виброподставок. Использование трехосного лазерного гироскопа в БИНС и БЧЭ, по сравнению с использованием трех одноосных лазерных гироскопов, кроме выигрыша в массогабаритных характеристиках, также дает значительный выигрыш в технологичности и стоимости.

Для обеспечения функционирования трехосного кольцевого лазерного гироскопа с применением передовых решений был разработан ряд алгоритмов: алгоритм возбуждения разряда, стабилизации периметра, вывода на заданную амплитуду, высокочастотного съема.

Алгоритм возбуждения разряда необходим для создания тлеющего разряда в каналах лазерного гироскопа, при этом возможны различные сценарии подачи напряжения для пробоя газовой среды. Был предложен адаптивный алгоритм, позволивший повысить надежность пробоя газовой среды.

Алгоритм стабилизации периметра необходим для поддержания интенсивности лазерного излучения. Управление периметром осуществляется через специальные пьезокорректоры подачей на них управляющего напряжения. Предложенный алгоритм основан на методе последовательного приближения к максимуму интенсивности лазерного излучения, он обеспечивает выход на него за минимальное время.

Алгоритм вывода на заданную амплитуду необходим для надежного запуска виброподставки на максимальной амплитуде и ее стабилизации на уровне ниже максимального. Управляющий сигнал виброподставки основан на зависимости амплитуды виброподставки от энергии, переданной пьезопластинам за период колебаний, и формируется с помощью перемножения сигналов с датчика положения, закрепленного на

генераторе лазерного гироскопа и сигналов, поступающих с микроконтроллера сервисной электроники. Благодаря этой зависимости можно за один-два шага выйти на заданную амплитуду, что сокращает время готовности лазерного гироскопа.

Алгоритм высокочастотного съема служит для съема информации с частотой, превосходящей частоту воздействия некоторых паразитных движений, например, конусного движения. Алгоритм высокочастотного съема обеспечивает выдачу потребителю данных об угловой скорости с необходимой для учета конусного движения частотой.

Разработанные алгоритмы обеспечивают малое время готовности и стабильность функционирования при механических воздействиях.

УДК 681.586.6

КУЛЕВА Е.В.¹, СИДОРОВ В.В.²

ДАТЧИК-РЕЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева¹
ТРАНС-АВИА²

Объектом исследования является Датчик-реле температуры (ДРТ). Он предназначен для применения в системах автоматического регулирования и управления с рабочим напряжением от 24 до 110 В для контроля температуры жидкости, газообразных сред и выдачи сигнала о превышении или снижении порогового значения температуры в систему сигнализации, защиты и управления компрессорными агрегатами, блоками осушки сжатого воздуха.

Датчик-реле температуры используется во всех отраслях народного хозяйства. Задача поддержания температуры в нужном диапазоне востребована в коммунальном хозяйстве, в химической, пищевой, медицинской промышленности, железнодорожной отрасли, а также при производстве бытовой техники. В судостроении, автомобильном и железнодорожном транспорте датчик используется в специальных холодильных установках. В авиационной промышленности в системах пожаротушения. В сельском хозяйстве ДРТ используется в узлах оборудования в химической, пищевой и других отраслях. С помощью ДРТ можно защитить оборудование от разрушительных воздействий пониженной или повышенной температуры.

Производимые в России ДРТ большей частью выполнены на импортных элементах, что было обусловлено отсутствием подобных радиоэлементов в России. В настоящее время в связи с развитием отечественной радиоэлектроники появилась возможность замены импортных радиоэлементов отечественными, по характеристикам не уступающими импортным.

Целью работы является проведение импортозамещения электрорадиоэлементов, входящих в состав ДРТ, не ухудшающего эксплуатационные параметры и характеристики ДРТ.

Был проведен обзор и анализ производимых в нашей стране электрорадиоэлементов, применяемых в составе ДРТ. В результате проведенного анализа обоснована замена стабилитронов VZX84A12, резисторов ЧИП 0805 и 2512, конденсаторов и диодов S1M. Эти элементы по своим характеристикам превосходят аналоги зарубежных производителей.

Проблемой при импортозамещении элементной базы ДРТ является замена реле RM85, так как российской промышленностью в настоящее время производятся более габаритные реле, и микросхемы LV135Z, замена которой на российские полупроводниковые терморезисторы также приведет к увеличению габаритов ДРТ.

Еще одной проблемой является замена варистора TVR05331: российские аналоги не могут обеспечить должного быстродействия срабатывания датчика.

Из проведенного сравнительного анализа импортных и отечественных электронных компонентов следует, что в настоящее время, применяя отечественные радиоэлементы в ДРТ, обеспечить все его технические характеристики на уровне прототипа не удастся. Разработка ДРТ полностью на отечественных радиоэлементах приведет к созданию датчика больших габаритов и с увеличенным временем срабатывания. Такие датчики могут быть востребованы в некоторых сферах народного хозяйства, но полностью заменить на рынке существующие ДРТ в настоящее время невозможно. Однако работу в направлении импортозамещения следует продолжать, изыскивая новые пути решения возникающих в этой сфере проблем.

УДК 531.383

МЕДВЕДЕВ Н.Н.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА ПРЯМОГО ИЗМЕРЕНИЯ

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

Целью экспериментального исследования линейного низкочастотного акселерометра прямого измерения явилось проведение градуировки акселерометра на центробежной установке, определение статических градуировочных характеристик акселерометра. В задачи входил также расчет погрешности акселерометра при воздействии параметров в рабочих условиях эксплуатации и расчет поправок для повышения точности измерения ускорений.

Объект испытаний - линейный низкочастотный однокомпонентный акселерометр прямого действия с аналоговым выходом, предназначенный для измерения квазистатических ускорений на объектах испытаний.

Конструктивно акселерометр состоит из измерительного модуля, в котором расположена подвижная масса на конце кремниевого тензочувствительного элемента, представляющего собой балку равного сечения с четырьмя попарно расположенными с разных сторон тензорезисторами диффузионного типа, и скомпонованной на двух платах электронной схемы, причем тензорезисторы включены в дифференциальную измерительную мостовую схему. Такой вариант с исполнением чувствительного элемента по МЭМС-технологии привлекателен простотой схемы и конструкции, а также невысокой себестоимостью.

Испытательное оборудование включало в себя центробежную машину (типа ЦБМ-01) и автоматизированную систему контроля параметров акселерометров (АСК "Измерения"). Согласно методике испытаний, необходимо было провести измерение значений выходного напряжения при изменении величины действующего ускорения на центробежной машине от нуля до максимального значения перегрузки в порядка 20-30 точках, затем для тех же абсцисс характеристики измерить выходное напряжение развернутым на 180° акселерометром.

Статическая характеристика акселерометра принималась как зависимость выходного напряжения от перегрузки в виде степенного полинома третьего порядка от последней. Коэффициенты полинома вычисляются по классической методике – обработкой данных эксперимента методом наименьших квадратов.

Статическая градуировочная характеристика имеет вид

$$U_{\text{вых}} = K_0 + K_1 \cdot n + K_2 \cdot n^2 + K_3 \cdot n^3,$$

где $U_{\text{вых}}$ – величина выходного напряжения при относительном ускорении (перегрузке) n ; $K_0 = U_{\text{вых} 0}$ – величина выходного напряжения при $n = 0$ (нулевой сигнал); K_1, K_2, K_3 – коэффициенты полинома.

Характеристика представляет собой полином третьего порядка от перегрузки n ; из нелинейных составляющих в ней учтены только те, которые вносят наиболее существенный вклад.

В докладе представлена методика проведения испытаний, результаты испытаний в табличной форме, алгоритмы расчета статических градуировочных характеристик, погрешностей и поправок, приведены графические иллюстрации.

УДК 681.58

МОКРОВ А.П., ГУСЬКОВ А.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ГИРОСКОПА

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

Объектом исследования является малогабаритный трехстепенный гироскоп на сферической шарикоподшипниковой опоре, применяемый в качестве чувствительного элемента гиросtabilизатора или двухканального датчика угловой скорости (ДУС).

Малые габариты гироскопа обеспечиваются, в первую очередь, за счет применения магнитоэлектрического двигателя, представляющего собой две пары неподвижных катушек с углом разворота 180 град. и взаимно перпендикулярными осями, и закрепленной на роторе подвижного магнита. Закон управления напряжением питания двигателя формируется по сигналам двух датчиков Холла, расположенных на статоре.

Цель данной работы - на основе результатов экспериментальных исследований опытных образцов малогабаритного гироскопа провести анализ факторов, влияющих на его нулевой сигнал и предложить способ уменьшения нулевого сигнала.

Изготовленные опытные образцы гироскопа выявили главную проблему: значительный (по сравнению с прототипом) дрейф. При работе гироскопа в режиме измерения угловой скорости дрейф – это нулевой сигнал ДУС. Причиной появления нулевого сигнала является действие на ротор гироскопа вредных моментов со стороны магнитоэлектрического двигателя. Такие моменты могут возникнуть из-за несимметрии его конструкции, например, геометрической несимметрии катушек, несимметричного распределения магнитного поля постоянного магнита в зазоре, неточной установки датчиков Холла относительно катушек двигателя или неидеальных характеристик датчиков Холла. Неидеальность датчиков Холла или их неточная установка относительно катушек двигателя приведет к тому, что переключение импульсов тока в катушках двигателя не будет совпадать по фазе с движением постоянного магнита (ротора), что также приведет к появлению нулевого сигнала.

Были проведены экспериментальные исследования трех опытных образцов гироскопа. Они показали, что для всех гироскопов величина дрейфа в нормальных условиях составила от 150 до 215 °/ч по обоим каналам. При пониженной температуре окружающей среды (-50°С) величина дрейфа менялась до значения 180 – 230°/ч, а при повышенной температуре (+55°С) – до значения 200 – 235°/ч.

Изменение дрейфа под действием температуры вызвано нестабильными характеристиками датчиков Холла. За счет этого изменяются моменты времени переключения питания в фазах катушек двигателя гироскопа (меняется ширина импульсов, т.е. скважность).

Предложен способ компенсации дрейфа за счет стабилизации скважности импульсов питания двигателя после выхода двигателя на рабочий режим, реализованный с помощью новой схемы питания двигателя.

Проведены экспериментальные исследования гироскопа с новой схемой питания двигателя в нормальных условиях и при изменениях температуры. Значение дрейфа в нормальных условиях составило $10 - 20^\circ/\text{ч}$, при изменении температуры ($-50...+55^\circ\text{C}$) значение дрейфа составило $20 - 35^\circ/\text{ч}$. Таким образом, проведенные исследования подтвердили эффективность предложенного способа и разработанной схемы питания двигателя.

УДК 681.58

НАУМОВ Н.Н., ГУСЬКОВ А.А

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИРОСКОПА НА СФЕРИЧЕСКОЙ ШАРИКОПОДШИПНИКОВОЙ ОПОРЕ В БЛОКЕ ДАТЧИКОВ ИНФОРМАЦИИ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ИНКЛИНОМЕТРА

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

Объектом исследования является гироскоп, предназначенный для измерения траектории обсаженных и не обсаженных нефтегазовых скважин. Блок датчиков первичной информации гироскопа представляет собой одноосный гиросtabilизатор, на платформе которого расположены двухканальный измеритель угловой скорости и два акселерометра.

Конструктивно измеритель угловой скорости представляет собой трехстепенный гироскоп на сферической шарикоподшипниковой опоре. На базе одного измерительного канала гироскопа строится контур стабилизации, второй используется для измерения угловой скорости Земли в режиме начальной выставки (начальной азимутальной ориентации) гироскопа. Для создания управляющих моментов и в гироскопе используются торцевые электромагнитные моментные преобразователи (датчики момента), для регистрации углов отклонения ротора – взаимоиндуктивные датчики угла.

Целью работы является повышение точности начальной выставки гироскопа за счет изменения схемы включения датчиков момента гироскопа.

Классическая схема включения датчиков момента гироскопа содержит усилитель, охваченный отрицательной обратной связью, на вход которого поступает сигнал с датчика угла, и два диода, пропускающие ток определенного знака через катушки датчика момента. Выходной сигнал снимают с общего для катушек резистора. Ненулевой порог открытия у диодов, с одной стороны, позволяет исключить влияние помех, но с другой – обуславливает наличие порога чувствительности по угловой скорости на уровне $150-170^\circ/\text{ч}$, что делает невозможным измерение малых угловых скоростей (до $15^\circ/\text{ч}$) в режиме начальной выставки.

Если исключить диоды, охватив катушки контуром обратной связи, то порог чувствительности значительно снижается, однако зона нечувствительности (порядка $5-7^\circ/\text{ч}$) вблизи нулевой точки все равно остается. Это обуславливается тем, что при малых токах мощность магнитного потока, создаваемого катушками датчика момента, мала для того, чтобы замкнуть магнитную цепь через воздушный зазор на ротор.

Для исключения неопределенности при измерении малых угловых скоростей предлагается модернизация схемы, заключающаяся в подаче опорного напряжения на катушки датчика момента, независимо от наличия угловой скорости и деления обмоток датчика момента (использования двух нагрузочных резисторов и исключения общей точки катушек). Такая схема позволяет уменьшить нелинейность датчиков момента, снизить порог

чувствительности до десятых долей градуса в час и повысить точность начальной выставки гироинклинометра.

В работе были исследованы различные схемы включения датчиков момента, разработаны их математические модели, определено влияние неидеальности датчиков моментов на измеряемую угловую скорость и изменение фазы сигнала датчика угловой скорости в процессе начальной выставки гироинклинометра, разработана схема регулировки (подгонки) крутизны характеристики датчиков момента, представлены результаты численных исследований работы гироскопа в составе блока датчиков информации гироинклинометра.

УДК 681.5

ПАУТОВ В.С. МАСЛЕННИКОВ А.В.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ СТЕНДОМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

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

В последнее время широкое распространение получили твердотельные газоаналитические сенсоры. Они могут обнаруживать большое число газов и характеризуются многими техническими параметрами, которые для каждого газа и сенсора будут индивидуальными. Изучение этих характеристик предполагает проведение большого числа экспериментальных исследований. Для ускорения их проведения предлагается разработать специализированный исследовательский стенд, позволяющий существенно оптимизировать эти эксперименты. Такой стенд дает возможность проведения исследования статических и динамических характеристик сенсоров, а также выполнения ресурсных испытаний.

Важной задачей при создании стенда являлась разработка системы управления (СУ), которая позволяла бы проводить различные испытания газоаналитических сенсоров в автоматизированном режиме. Основными задачами данной системы управления являются:

- контроль заданных параметров температуры, давления и влажности;
- осуществление необходимого алгоритма функционирования сенсоров и получения соответствующего сигнала от них;
- обработка и сохранение полученных сенсорных сигналов, а также сигналов от датчиков параметров измерительного процесса.

Стенд является объектом управления, содержащим оборудование, поддерживаемое в определенном состоянии с помощью СУ. Ее основу составляют: персональный компьютер со специализированным программным обеспечением, модули ввода/вывода аналоговых/дискретных сигналов, технологические датчики, регуляторы – стабилизаторы – измерители расхода газов.

Персональный компьютер получает информацию о значениях параметров состояния газовой среды в испытательной камере, производит их стабилизацию, а также управление подачей анализируемых газов по определенной программе, что позволяет смоделировать различные внешние условия работы сенсоров.

Сигналы с датчиков макропараметров газовой среды, пройдя через соответствующие устройства ввода/вывода, оцифровываются и по интерфейсу RS-485 подаются посредством преобразователя интерфейсов RS-485/USB на ПК, который в соответствии с заданным алгоритмом производит обработку этих сигналов, вырабатывает аналоговые и дискретные сигналы управления.

Аналоговые сигналы через плату вывода аналоговых сигналов поступают на блоки управления температурой, влажностью и давлением среды в испытательной камере.

Дискретные сигналы поступают на блок электроклапанов, которые вырабатывают дискретные пневматические сигналы на управление пневмореле, расположенные в блоке клапанов газовой панели. Для задания и измерения расхода газа-носителя, а также газов-аналитов используются регуляторы расхода газа (РРГ-12). Связь с модулями ввода/вывода аналоговых/дискретных сигналов с ПК осуществляется посредством специализированного программного обеспечения – SCADA-системы, которое позволяет управлять стендом и представлять исследователю информацию о выходном сигнале исследуемого сенсора.

УДК 697.347

ПЛИТКИНА М.Е.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАБОТЫ ПРИБОРА УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

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

Объектом исследования является теплосчетчик ТС-07, разработанный и выпускаемый на предприятии АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина».

Цель работы - модернизация теплосчетчика, не соответствующего новым требованиям к метрологическим и эксплуатационным характеристикам приборов учета (Приказ Минстроя России от 17.03.2014 N 99/пр "Об утверждении Методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя"). Теплосчетчик предназначен для определения количества теплоты, измерения массы и других параметров теплоносителя.

Для достижения поставленной цели была изменена элементная база и электрическая схема канала температуры. Использование микросхемы MSP430F47197, имеющей в своем составе 7 аналого-цифровых преобразователей (АЦП), позволило снимать сигнал с большей точностью. Новая схема канала температуры и стабилизатора тока позволила обеспечить линейную зависимость кодов АЦП от сопротивления R и уменьшить время градуировки каналов температуры. С применением новой схемы достаточно информации о двух точках (зависимость кодов АЦП от сопротивления R линейна, что дает преимущество по сравнению с прототипом).

Также был переработан код алгоритма обработки сигналов. Линейная зависимость кодов АЦП от сопротивления в результате применения новой микросхемы позволила упростить алгоритм обработки сигналов и не проводить кусочно-линейную аппроксимацию характеристики. Коэффициенты кодов АЦП определяются в процессе градуировки по имитатору температуры или мере электрического сопротивления.

Для апробации предложенных нововведений были проведены испытания опытного образца ТС-07, в ходе которых была проведена градуировка каналов температуры с помощью алгоритма по двум точкам (100 Ом, 150 Ом), с использованием магазинов сопротивления R327 и R4831. Погрешность измерения разности температуры ($\Delta t=3^{\circ}\text{C}$) в точках 0, 50, 80, 110, 130 $^{\circ}\text{C}$ в течение 10 с.

Разброс относительной погрешности измерения температуры опытного образца ТС-07М составляет: 1,5% при 0 $^{\circ}\text{C}$; 1,5% при 50 $^{\circ}\text{C}$; 1% при 110 $^{\circ}\text{C}$; 2,1% при 80 $^{\circ}\text{C}$; 1,5% при 130 $^{\circ}\text{C}$, что полностью соответствует требованиям методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии $\pm 5\%$.

Таким образом, применение новой элементной базы и модернизация электрической схемы позволили повысить точность обработки сигналов; кроме того, полученная линейная зависимость кодов АЦП от сопротивления обеспечила упрощение алгоритма обработки сигналов и уменьшила время градуировки каналов температуры. Модернизации теплосчетчика ТС-07 предложенными способами позволили ему полностью соответствовать новым техническим требованиям, предъявляемым к теплосчетчикам коммерческого учета энергии.

АНАЛИЗ СХЕМ ПОСТРОЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ВОЛНОВОГО ГИРОСКОПА

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

Объектом исследования является малогабаритный твердотельный волновой гироскоп (ТВГ), применяемый в качестве датчика угловой скорости. Принцип действия ТВГ заключается в повороте (при наличии внешней угловой скорости) на некоторый угол относительно основания предварительно возбужденной на чувствительном элементе стоячей волны. Основные преимущества ТВГ: отсутствие вращающихся деталей; малая потребляемая мощность; малое время готовности; сравнительно небольшие массогабаритные характеристики.

Целью данной работы является анализ различных схем построения ТВГ.

В общем случае конструкции чувствительных элементов ТВГ отличаются формой и размерами резонатора, физическим принципом возбуждения колебаний резонатора и снятия полезного сигнала, расположением элементов систем возбуждения и снятия полезного сигнала. Элементы съема сигнала располагают в местах, где амплитуда колебаний наибольшая. Элементы возбуждения колебаний располагаются таким образом, чтобы обеспечить максимальную полезную амплитуду стоячей волны.

Чувствительным элементом ТВГ является осесимметричное тело (например, в виде кольца или оболочки вращения). Более часто можно встретить чувствительные элементы формой полусферы и цилиндра. Форма кольца используется для построения миниатюрных датчиков на основе технологии MEMS. Полусферические резонаторы изготавливают в основном из материалов с высокой добротностью (плавленый кварц, сапфир и др.). Такие материалы имеют малые потери при колебаниях. Цилиндрические чувствительные элементы изготавливаются из элинварных сплавов – материалов, в меньшей степени изменяющих свои пластичные свойства при изменении температуры. Изготовление таких резонаторов возможно на точных металлообрабатывающих станках.

Для работы гироскопа колебания возбуждают на резонансе 2-й моды колебаний (более простой по форме колебаний для возбуждения и контроля изменения положения стоячей волны). Кроме резонансных колебаний 2-й моды, у резонатора существуют собственные формы колебаний: крутильные колебания ножки, 1-я мода изгиба ножки (линейные перемещения кромки резонатора), колебания оболочки вокруг ножки. Для корректной работы и исключения дополнительной погрешности необходимо, чтобы рабочая частота твердотельного волнового гироскопа была отдалена от частот собственных не менее чем на 900-1000 Гц.

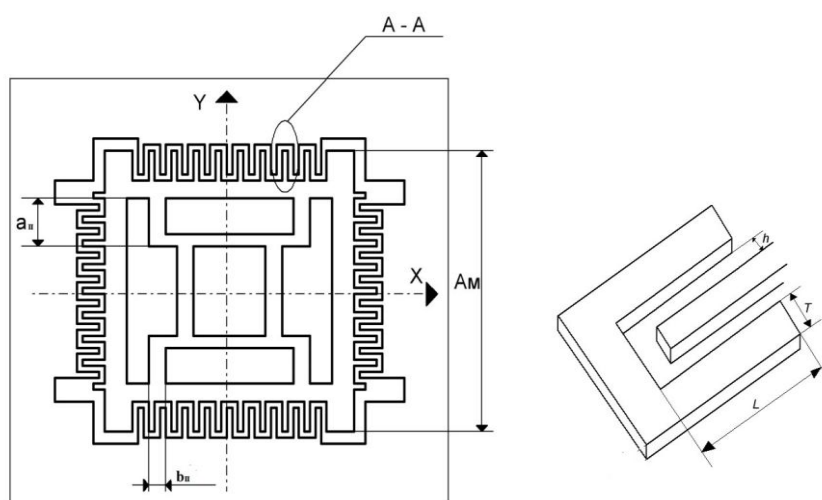
Система возбуждения колебаний резонатора может быть основана на электростатическом, электромагнитном, пьезоэлектрическом и индукционном принципах. Система съема колебаний может быть основана на емкостном, электромагнитном, пьезоэлектрическом и фотоэлектронном принципах. Перспективным с точки зрения обеспечения малых габаритов и простоты конструкции является использование в ТВГ пьезоэлектрических преобразователей. Пьезоэлектрические преобразователи работают непосредственно на материале резонатора, вследствие этого на высокоточных полусферических ТВГ такие преобразователи не используют. Однако пьезоэлектрические преобразователи технологически более просты и экономически выгодны, поэтому в ТВГ средней точности в системе возбуждения и съема сигнала используют пьезоэффект.

РАЗРАБОТКА МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО КВАДРОКОПТЕРА

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

Сегодня особым спросом во многих сферах деятельности человека пользуются беспилотные летательные аппараты. Наиболее популярный из них – квадрокоптер. Квадрокоптер – это летательный аппарат небольших размеров, имеющий четыре пропеллера, которые приводят его в движение.

Существующие сегодня квадрокоптеры построены полностью на импортных комплектующих. Нами предложена разработка микромеханического акселерометра [1], чувствительный элемент которого представлен на рис. 1.



Чувствительный элемент акселерометра представляет собой подвижную массу, связанную с корпусной пластиной через упругие подвесы. Кроме этого, в подвижной массе выполнены прорезы, внутри которых размещены упругие перемычки. Один конец каждой из перемычек связан с подвижной массой, а другой - закреплен на центральном анкере. Ошибка прямой цепи компенсируется с помощью электростатического актюатора.

Рис. 1. Чувствительный элемент акселерометра

Подвижная масса может перемещаться вдоль первой оси OX , лежащей в ее плоскости, а также вдоль оси OY . Датчик выходного сигнала имеет гребенчатую структуру. Неподвижные электроды датчика перемещения и датчика силы закреплены на корпусе, а подвижные электроды расположены на подвижной массе.

1. Карасева, Е.А. Рытова Т.Г., Карасева Т.В. Разработка отечественной навигационной базы для квадрокоптера // «Приволжский научный вестник», № 4 (56), 2016 г., С. 34-40.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

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

Станции газораспределения (ГРС) сооружаются на газопроводах-отводах и предназначаются для обеспечения потребителей газом с определенными давлением и степенью очистки. Основным назначением системы автоматизации ГРС является управление оборудованием станции на основе собранной информации датчиков. Оборудование ГРС обычно включает узлы: краны; оборудование для редуцирования и очистки газа; средства сигнализации о нарушении параметров загазованности, электрохимической защиты и вентиляции; устройства электропитания, пожарной безопасности и охранной сигнализации; приборы учета расхода газа.

Система автоматизированного управления технологическими процессами должна реализовывать такие функции, как защита потребителя (контроль и управление кранами для предотвращения аварий); учет расхода ресурсов (учет расхода газа, в том числе на собственные нужды, и электроэнергии); обмен данными с системой диспетчерского контроля и управления [1].

Автором была рассмотрена возможность автоматизированного управления технологическими процессами ГРС-1. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: выбор метода автоматизации; выбор аппаратных средств; разработка системы автоматизированного управления технологическими процессами.

В настоящее время для этих целей активно используется комплекс «Каскад - САУ» [1,2]. Применение этого комплекса было выбрано в качестве базового метода автоматизации, поскольку он обладает рядом важных для эксплуатации особенностей: компактное размещения оборудования (для обеспечения нормальных условий установки, эксплуатации и обслуживания системы можно использовать помещение площадью около 4 м²); присутствие в системе средств ручного управления кранами, что позволяет отслеживать их состояние и управлять ими при выходе из строя средств вычислительной техники, входящих в состав системы (устройства ввода-вывода, технологический контроллер или система индикации); возможность работы с имеющимся оборудованием заказчика (например, различными корректорами расхода газа или другим оборудованием, имеющим возможность связи по интерфейсу); возможность работы с имеющимися линиями связи с ГРС, которые допускают низкое качество передаваемого сигнала в связи с наличием многочисленных ретрансляторов, усилителей, аппаратуры спектрального уплотнения, а также обрывов связи в течение значительного времени; возможность доработки системы в процессе эксплуатации без значительных затрат.

На основе выбранного метода автоматизации и аппаратного обеспечения была разработана система автоматизированного управления технологическими процессами ГРС-1, выполняющая функции автоматического непрерывного контроля параметров технологических процессов, реализации функций защиты, дистанционного и автоматического управления оборудованием ГРС, которое обеспечивает подачу газа потребителям в требуемом количестве с установленными параметрами.

Библиографический список

1. Мочалов, Р.М. Автоматизация сети газораспределительных станций на базе программно-технического комплекса «Каскад - САУ» / Р.М. Мочалов, А. Худов, А. Язев // Современные технологии автоматизации. – 2008. - №2. – С. 36-45.
2. <http://tersy.rt-nt.ru/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВМЕЩЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДАТЧИКА УГЛА И МОМЕНТА В СОСТАВЕ МАЛОГАБАРИТНОГО ГИРОСКОПА

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

Объектом исследования является трехстепенный гироскоп на сферической шарикоподшипниковой опоре, применяемый в качестве чувствительного элемента индикаторных систем стабилизации. Основные достоинства такого гироскопа: малые габариты, высокая надежность и высокая скорость управления, которая в зависимости от модели гироскопа может достигать 90 град./с.

Конструктивно гироскоп представляет собой колоколообразный ротор на сферической шарикоподшипниковой опоре, приводимый во вращение гистерезисным синхронным двигателем. Сферическая шарикоподшипниковая опора обеспечивает три степени свободы ротора, допуская неограниченный угол поворота вокруг собственной оси вращения и ограниченные углы поворота вокруг двух других осей. Для регистрации угла поворота ротора и создания управляющих моментов применяются соответственно торцевые взаимоиндуктивные датчики угла и электромагнитные моментные преобразователи (ЭМП).

Малые габариты гироскопа не позволяют расположить на одних осях датчики угла и моментные преобразователи, поэтому измерительные оси датчиков угла и собственные измерительные оси гироскопа, на которых расположены электромагнитные моментные преобразователи, развернуты относительно друг друга на 45 град. Это обуславливает наличие в составе гироскопа дополнительного электронного преобразователя (преобразователя координат), формирующего управляющие сигналы одновременно по сигналам двух датчиков угла. При этом возникает вероятность появления погрешности, вызванной несимметрией измерительных каналов датчиков угла, повышается энергопотребление и снижается надежность системы в целом.

Целью работы является разработка и анализ схем построения совмещенного электромагнитного преобразователя, выполняющего функции датчика угла и моментного преобразователя. Расположение такого преобразователя по измерительной оси позволит исключить преобразователь координат из цепи преобразования сигнала.

Предлагаются три схемы построения данного преобразователя. Во всех схемах применяется трехсердечевой (Ш-образный) сердечник.

В первой схеме обмотки возбуждения и сигнальные обмотки датчика угла расположены на боковых полюсах по одной обмотке на каждом. Обмотка управления моментного преобразователя располагается на центральном сердечнике. Во второй схеме обмотка возбуждения и обмотка управления расположены на центральном полюсе сердечника, а сигнальные обмотки на боковых. В третьей схеме на боковых полюсах сердечника также расположены сигнальные обмотки, а на центральном сердечнике расположена одна обмотка, совмещающая функции обмотки возбуждения и обмотки управления.

В работе было проведено исследование всех предложенных схем построения, разработаны математические модели датчика угла и моментного преобразователя, проведено исследование их взаимного влияния друг на друга, определены оптимальные параметры преобразователя, обеспечивающие максимальную скорость управления, проведено математическое моделирование.

АНАЛИЗ СХЕМ ПОСТРОЕНИЯ ДВУХОСНЫХ ИНДИКАТОРНЫХ ГИРОСТАБИЛИЗАТОРОВ

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

Одной из главных проблем при создании систем автоматического управления является комплексность решаемой задачи. Кроме условий обеспечения точности и динамики, к системам управления предъявляются требования по потреблению энергии, габаритам, массе, технологичности, надежности, унифицированности узлов и элементов, стоимости, простоте обслуживания и регулировки и т.п.

Целью данной работы является анализ схем построения двухосных индикаторных стабилизаторов и выработка рекомендаций к выбору схемы при синтезе таких систем в зависимости от предъявляемых требований.

В классическом варианте построения индикаторного гиростабилизатора используется карданов подвес. Такая схема построения считается устаревшей, но, тем не менее, до сих пор находит применение. Достоинством гиростабилизаторов с кардановым подвесом является простота и высокая точность балансировки рамок. Недостатки – большие габариты, малые углы про качки и невозможность использования нагрузки, контактирующей с внешним управляющим сигналом (антенны).

Одним из лидирующих предприятий в разработке гиростабилизаторов в настоящее время является предприятие ПАО АНПП «Темп-Авиа» (г. Арзамас). На данном предприятии в качестве вариантов построения двухосных индикаторных гиростабилизаторов широкое распространение получили конструкции гиростабилизаторов с использованием внешней рамки в форме полукольца и конструкции на тягах.

При необходимости установки нагрузки, которая контактирует с внешним управляющим сигналом (антенна), используется конструкция с внешней рамкой в форме полукольца. Если для установки нагрузки необходимо больше места во внутренней области обеих рамок, может быть использован вариант конструкции, когда все элементы гиростабилизатора, включая гироскопический чувствительный элемент, вынесены за пределы внутренней области рамки. Однако такая компоновка существенно увеличивает габариты конструкции и усложняет балансировку.

В качестве нагрузки на гиростабилизатор, построенный по схеме «на тягах», могут устанавливаться «невидящие» элементы – те, которые не контактируют с внешним управляющим сигналом (акселерометры, датчики угловых скоростей и т. д.).

Конструкция «на тягах» существенно отличается от конструкции с использованием полукольца и предполагает использование кардана, тяг и шарниров. К достоинствам гиростабилизатора «на тягах» можно отнести то, что проще производить балансировку рамок, к недостаткам – центр нагрузки не может быть использован.

Массогабаритные характеристики гиростабилизаторов, построенных по схеме с использованием внешней рамки в форме полукольца и «на тягах», существенно не отличаются. Динамические характеристики и точность стабилизации в большей степени зависят от параметров нагрузки и элементов контура стабилизации.

Таким образом, основным критерием выбора схемы построения двухосного индикаторного гиростабилизатора являются параметры устанавливаемого объекта стабилизации (размеры и форма, масса, моменты инерции по осям, назначение и т.п.).

КОМПЕНСАЦИОННЫЙ УГЛОВОЙ АКСЕЛЕРОМЕТР С БЕСКОНТАКТНОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ЭНЕРГИИ

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

Темой исследования является компенсационный угловой акселерометр с бесконтактной передачей управляющей энергии, предназначенный для измерения угловых ускорений. При разработке акселерометров приоритет отдается классической маятниковой кинематической схеме компенсационного типа, выполняемой конструктивно на монокристаллическом материале (кремнии), а для уменьшения порога чувствительности используют упругие подвесы подвижной массы в виде балочек, торсионов малой жесткости. Для реализации такой компенсационной схемы измерения с подвижной катушкой необходимо создание токопроводящего слоя на упругом кремниевом подвесе напылением металла или легированием, что сказывается на точностных характеристиках устройства. Одним из выходов из данной ситуации является проектирование и внедрение в устройства бесконтактной передачи электроэнергии в катушку магнитоэлектрического датчика момента обратной связи (МЭДМОС) акселерометра.

Цель работы - проведение анализа возможностей и характеристик углового компенсационного акселерометра, а также разработка методики его проектирования.

В конструкцию такого акселерометра входят: маятниковый подвижный узел, выполненный на соединенном с корпусом через упругий торсионный подвес несущем элементе маятника (причем на маятнике сформированы подвижные элементы преобразователя углового перемещения); электронный блок масштабирующего усилителя-корректора; магнитоэлектрические датчики момента обратной связи, которые выполнены по схеме напряжение – световой поток – фототок. С выходом усилителя-корректора соединены блоки светодиодов на корпусе; блоки фотопреобразователей размещены на маятнике напротив соответствующих блоков светодиодов и соединены с катушками преобразователя момента обратной связи.

Расчеты показывают, что для обеспечения измерения на верхнем пределе диапазона входных ускорений ток в катушках МЭДМОС должен быть на уровне 0,1 мА; излучатель светового потока должен иметь мощность порядка (0,8–1,1) Вт (соответствует характеристикам светодиода инфракрасного диапазона типа У-288А); световой поток принимается фотодиодами, под которые отводится площадь порядка $6 \cdot 10^{-3} \times 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

Анализ показывает, что рассмотренный вариант углового акселерометра является вполне реализуемым, и что при значениях момента инерции подвижного узла $3,128 \cdot 10^{-9} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, суммарной жесткости торсионного подвеса и электропружины в диапазоне $0,67 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$ до $0,19 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$, при выборе длины подвеса порядка от 100 до 400 мкм он может обеспечить измерениями диапазоны угловых ускорений ± 20 (в схеме прямого измерения) до $\pm 400 \text{ рад/с}^2$ (в компенсационной схеме).

В докладе приводятся электрокинематические и структурные схемы узлов и акселерометра в целом, математические модели и полученные расчетным путем графики статических и динамических характеристик.

**АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИЕМНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ГАЗСОДЕРЖАНИЯ**

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

Несмотря на договоренности о снижении добычи нефти между отдельными странами, объем добываемого ресурса с каждым годом увеличивается. Это приводит к увеличению спроса на системы контроля параметров добываемой нефтегазовой среды. В состав таких измерительных комплексов входят и преобразователи, с помощью которых определяется концентрация газа в добываемом продукте.

Преобразователь газосодержания устанавливается в вертикальном гидроканале нефтяной скважины, причем содержит по два чувствительных элемента, чтобы исключить появление серьезных ошибок. Они подключаются к микропроцессорному накопителю данных, который через модем по радиоканалу периодически передает информацию в базовый компьютер, расположенный в диспетчерском пункте. Базовый компьютер оснащен программным комплексом, реализующим информационную модель двухфазного потока.

Чувствительный элемент преобразователя устанавливается на выходящей части корпуса трубы и снабжен накидной гайкой. Она служит для закрепления изделия на объекте.

Анализ конструктивных решений приемных преобразователей ультразвукового преобразователя газосодержания, выпускаемых в АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина», показал, что чувствительный элемент имеет невысокое отношение полезного сигнала волновода к паразитному излучению. Как следствие, величина выходного напряжения имеет более низкий уровень, чем необходимо.

Изменив конструктивное решение чувствительного элемента, можно повысить отношение полезного сигнала на излучающем кончике волновода к паразитному излучению, вызванному радиальными колебаниями крепежного фланца. Это доказано проведенным математическим моделированием с помощью программных продуктов ANSYS [1]. Амплитуда паразитных колебаний фланца оптимизированной конструкции приемника оказалась ниже по сравнению с основной составляющей, что нельзя сказать про анализируемую конструкцию. Причем у оптимизированной конструкции максимум амплитуды колебаний приходится на излучающий кончик волновода. Моделирование показало, что отношение полезного сигнала к помехе у стандартного волновода составило 2,95, а у оптимизированного - 7,96. Полученные результаты подтвердили возможность повышения показателя – сигнал/шум за счет изменения конструкции волновода. Величина выходного напряжения на приемной пьезокерамике анализируемого преобразователя 0,298 В, а напряжение на пьезокерамике оптимизированного - составляет 1,08 В. Проведя сравнение напряжений в двух случаях, заключаем, что приемный сигнал в оптимизированном преобразователе ультразвукового преобразователя газосодержания имеет в несколько раз большее значение, чем в анализируемом.

1. Сутырина, Л.В. Карасева Т.В., Пименов В.Н. Моделирование пьезокерамического элемента с волноводом с помощью ANSYS. НПЖ Приволжский научный вестник, № 12-2 (64), декабрь 2016 г. С. 91-96.

УМЕНЬШЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДАТЧИКОВ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ

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

Для измерения угловых скоростей подвижных объектов широко применяются электромеханические датчики угловых скоростей (ДУС) компенсационного типа. Принципиальной особенностью их работы является поворот оси чувствительности в процессе измерения, т.е.

$$\beta = \frac{H}{K} (\omega_{y_1} \cos \beta - \omega_{z_1} \sin \beta),$$

где β – угол поворота оси чувствительности; H – кинетический момент; K – коэффициент передачи; ω_{y_1} – измеряемая угловая скорость; ω_{z_1} – перекрестная угловая скорость.

В результате поворота формируют две методические погрешности

$$\gamma_I = -(1 - \cos \beta) \text{ и } \gamma_{II} = -\frac{\omega_{y_1}}{\omega_{z_1}} \beta.$$

Известные способы уменьшения этих погрешностей связаны с ограничением максимального угла поворота оси чувствительности и созданием двухгироскопных конструкций. Каждый из указанных способов имеет существенные ограничения. Поэтому представляет интерес минимизации указанных методических погрешностей с помощью средств бортовой вычислительной техники [1]. В этом случае необходимо использовать выходные сигналы ($U_{\text{ВЫХ}}^y, U_{\text{ВЫХ}}^z$) ДУС и сигналы датчиков углового положения ($U_{\text{ДУ}}^y = K_{\text{ДУ}} \beta^y, U_{\text{ДУ}}^z = K_{\text{ДУ}} \beta^z$) гиросузы, как минимум, двух ДУС расположенных по ортогональным направлениям. Поскольку на борту, как правило, располагается не менее трех ДУС, то предлагаемый способ не требует дополнительного датчика.

Схема алгоритма и программное обеспечение формирования выходного сигнала с уменьшенной величиной методической погрешности формируются в соответствии с выражением, полученным решением четырех уравнений сигналов ДУС:

$$\omega_{y_1} = \frac{K_{\text{ДУ}}}{H R_H} \left[\frac{U_{\text{ВЫХ}}^y}{\cos \beta^y} + \frac{U_{\text{ВЫХ}}^z}{\cos \beta^z} \tan \beta^y \right] / (1 - \tan \beta^y \tan \beta^z),$$

где $K_{\text{МУ}}$, H , R_H – параметры ДУС; $U_{\text{ВЫХ}}^y, U_{\text{ВЫХ}}^z$ – выходные сигналы ДУС.

Несмотря на то, что структура всех ДУС измерительного комплекса идентична, индивидуальные характеристики ДУС отличаются друг от друга, например, масштабными коэффициентами, дрейфом, порогом чувствительности и др. Потому при создании алгоритмов необходимо проводить тарировку каждого ДУС комплекса с целью уточнения таких характеристик как масштабный коэффициент, нелинейность масштабного коэффициента, величины дрейфа.

В результате проведенной тарировки необходима или селекция ДУС в комплекты или введение в схему алгоритма виртуальных масштабирующих устройств.

1. Волков, Н.В. Титов А.С. Анализ погрешностей датчика угловых скоростей //Приволжский научный вестник: научно-практический журнал. Выпуск №12-2(64). – Ижевск, 2016. – С. 23–27.

ФЕДОТОВ Н.В.¹, БЕЛУГИН А.В.², ЕГОРОВ И.А.²,
НИКИФОРОВ Е.А.², РОМАНОВ А.В.², САДЧИКОВА В.А.²

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева¹
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (г. Саров)²

Для обеспечения питания переносной пультовой аппаратуры необходим автономный источник питания с длительной сохранностью энергии и работоспособностью в жестких режимах разряда в широком диапазоне температур при обеспечении высокой механической прочности [1-5]. Разработка источника питания велась в соответствии с техническим заданием на составную часть опытно-конструкторской работы (ОКР). Целью выполнения составной части ОКР являлась разработка источника питания для переносной пультовой аппаратуры со встроенным индикатором снятой емкости, взамен аккумуляторных батарей на базе аккумуляторов типа КНП-А, применяемых для аналогичных целей.

Автономный источник питания с аккумуляторной батареей 23 НКМ-5 и индикатором снятой емкости разрабатывался взамен аккумуляторных батарей на базе аккумуляторов КНП-А с термоукладкой, обеспечивающей их защиту от отрицательных температур, в соответствии с техническим заданием на составную часть ОКР. В техническом задании предъявлены требования по стойкости источника питания к воздействию атмосферных выпадающих осадков, пониженной температуры минус 50 °С, прочности к воздействию многократных механических ударов и падению с высоты 0,5 м. Данным требованиям не удовлетворяла термоукладка аккумуляторов КНП-А.

В процессе решения поставленной задачи был выбран вариант термостатирования аккумуляторной батареи, проведен расчет нестационарного теплообмена, моделирование теплообмена с помощью САПР и изготовлен лабораторный макет источника питания. На макете проведены испытания при воздействии отрицательной температуры. Разработана конструкторская документация опытного образца источника питания. Изготовлены три опытных образца и проведены предварительные испытания. Испытание на охлаждение аккумуляторной батареи до 0 °С при температуре среды минус 30 °С показало результат 4 ч, что удовлетворило требованиям технического задания.

В настоящее время изготавливается партия источников питания для проведения типовых испытаний.

Библиографический список

1. Дульнев, Г. Н. Теория тепло- и массообмена. СПб.: НИУИТМО, 2012.
2. Дульнев, Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. М.:Высш. шк., 1984.
3. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общей ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. М.:Энергоиздат, 1982.
4. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования / Под ред. Р.Г. Варламова. М.: Сов. Радио, 1980.
5. Кондратьев, Г.М. Дульнев Г.Н. Платунов Е.С., Ярышев Н.А. Прикладная физика: Теплообмен в приборостроении. СПб: СПбГУ ИТМО, 2003.

РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МИКРОКАЛОРИМЕТРА

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

Дифференциальный калориметрический метод широко используется в атомной энергетике для оценки выделяемой энергии. Точность данной оценки, прежде всего, зависит от точности дифференциального микрокалориметра. Основные показатели разрабатываемых микрокалориметров должны определяться как на стадии конструирования, так и в рамках производства. Для этого применяется соответствующая контрольно-измерительная аппаратура.

На рис.1 представлена структурная схема измерительного комплекса для оценки основных показателей работоспособности разрабатываемого калориметра.

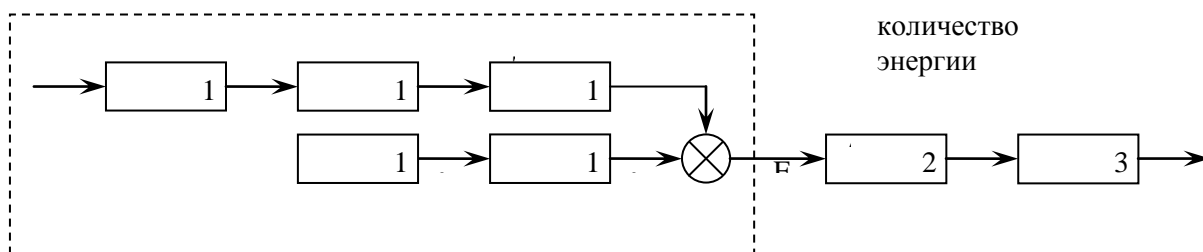


Рис. 1. Структурная схема измерительного комплекса

В рабочую камеру 1.2 дифференциального микрокалориметра 1 помещается контейнер 1.1 с препаратом Po-210, активность (A) которого необходимо измерить. Из-за торможения α -частиц в препарате контейнер 1.1 разогревается, выделяя в рабочую камеру 1.2 количество теплоты Q, которое повышает температуру в камере до значения T, термоЭДС термобатареи 1.3 на рабочей камере принимает значение E. При этом на выходе появляется сигнал:

$$\Delta E = E - E_0,$$

где E_0 – термоЭДС термобатареи 1.3 на камере-свидетеле 1.4, В. Разность термоЭДС ΔE измеряется с помощью мультиметра 2.

При выполнении технологических измерений в ряде случаев возникает необходимость проведения различных вычислительных операций, связанных с определением значений измеряемых величин и погрешностей измерений. Кроме того, для рациональной организации процесса автоматического контроля технологических параметров требуется выполнение различных логических операций. Эти задачи решаются с помощью средств вычислительной техники – вычислительных устройств. В связи с этим, сигнал с мультиметра в виде цифрового кода передается на компьютер 3, который обрабатывает полученное значение по определенной программе. Для проведения калориметрических исследований предлагается использовать современный цифровой мультиметр высокой точности и персональный компьютер, с помощью которого будет производиться обработка и хранение результатов измерений.

Сам микрокалориметр располагается в массивном металлическом корпусе с соответствующей теплоизоляцией. Применение современной измерительной техники позволяет повысить точность определения основных параметров разрабатываемого дифференциального микрокалориметра.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАБОТЫ ГИРОИНКЛИНОМЕТРА С ПОМОЩЬЮ МЕДИАННОГО ФИЛЬТРА

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

Инклинометр – прибор, предназначенный для измерения угла наклона различных объектов относительно гравитационного поля Земли. Помимо собственно величины угла наклона, может измеряться его направление - азимут.

Принцип действия гироскопических инклинометров основан на свойстве гироскопа определять направление географического меридиана Земли. Гироскопический инклинометр ИГН73-100/80 предназначен для определения траектории ствола скважины в непрерывном режиме с требуемой точностью.

В настоящее время ориентация осей прибора относительно осей земной системы координат выполняется посредством самого прибора на основе информации, полученной с датчика угловых скоростей и акселерометров. На результат начальной азимутальной ориентации влияют внутренние и внешние погрешности разного рода. Также свой отпечаток накладывает несовершенство комплектующих. Кроме того, на результат начальной азимутальной ориентации влияют сбои работы гироскопа, однако они довольно редки.

В целях увеличения точности определения положения осей прибора относительно осей земной системы координат существующий алгоритм начальной ориентации предлагается усовершенствовать путем определения аномальных точек измерения с помощью медианного фильтра.

Медианные фильтры достаточно широко применяются на практике как средство предварительной обработки.

Специфической особенностью фильтров является явно выраженная избирательность по отношению к элементам массива, представляющим немонокотную последовательность чисел в пределах апертуры (окна) фильтра, и резко выделяющихся на фоне соседних отсчетов. В то же время на монокотную последовательность медианный фильтр не действует, оставляя ее без изменений. Выборка

происходит по критерию «трех сигм» - грубой погрешностью считается результат x_i , если разность $|\bar{x} - x_i|$ превышает 3δ , где δ – среднее квадратичное отклонение.

Данное нововведение позволит значительно повысить точность начальной азимутальной ориентации, не меняя конструкции инклинометра. Изменения вносятся лишь в программное обеспечение прибора.

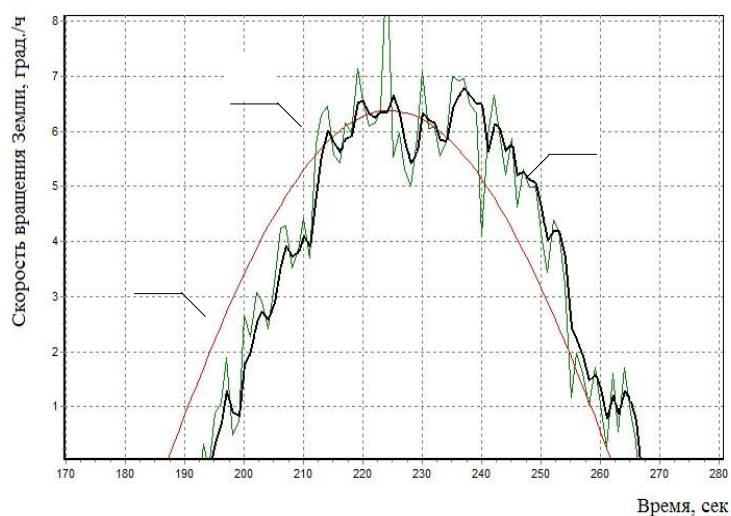


Рис. 1. Демонстрация работы фильтра
1 – с применением фильтра, 2 – без применения фильтра, 3 – идеальная синусоида

ЯВОРСКАЯ М.Н., КАРАСЕВА Т.В.

ОЦЕНКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОТИВООБЛЕДЕНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

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

На данный момент невозможно представить современный самолет, в состав которого не входит противообледенительная система. Аналогичными системами оснащаются в последнее время и вертолеты, чтобы обеспечить требуемый уровень надежности полета в критических условиях. Одним из производителей таких систем является ОАО «АОКБ Импульс», (г. Арзамас), на котором выпускается противообледенительная система «КВАНТ». Она предназначена для сигнализации об обледенении, измерения температуры наружного воздуха в диапазоне от минус 55⁰С до плюс 70⁰С, и в зависимости от данной температуры управляет необходимой цикличностью и длительностью работы.

Оценка работоспособности системы проводится с использованием автоматизированных систем контроля. При оперативных и периодических видах контроля она выдает информацию об исправности. Система контроля позволяет проводить проверку в условиях, имитирующих работу системы с учетом факторов внешней среды. Это дает возможность оценить работоспособность противообледенительной системы с учетом дестабилизирующих факторов (изменяющейся температуре и в условиях вибрации).

С помощью данной системы контролируются следующие параметры: резонансная частота, монотонность АЧХ и напряжение на границах диапазона рабочей частоты. В результате анализа системы автоматического контроля для противообледенительной системы «КВАНТ» были выявлены следующие недостатки. Данная система не является универсальной, так как используется для проверки определенных моделей противообледенительных систем. В зависимости от предъявляемых требований в систему контроля необходимо вносить элементные изменения.

Цепи питания вносят серьезные помехи в работу автоматизированной системы из-за недостаточной электрозащищенности. Для работы силовой и интеллектуальной части системы контроля требуется различное по величине питание, причем, если один источник питания дает сбой, то система контроля моментально выдает ошибку.

Модернизация применяемой системы позволит исключить эти недостатки. Введение в измерительную схему автоматизированной системы контроля дополнительных фильтров по цепям питания и дополнительного экранирования кабелей позволит повысить защиту от внешних помех. Переход на другую схему адаптера расширяет функциональные возможности, а также обеспечит универсальность в плане контролируемого объекта. Присутствие в предлагаемом адаптере мощного резистора позволит имитировать работу нагревательной системы. Предлагаемые элементные решения повлекли за собой и конструктивные изменения системы. Таким образом, разработанная система автоматизированного контроля становится более надежной и универсальной, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к данным системам.

УДК 338

АБРАМЫЧЕВА Д.С., НЕЗНАХИНА Е.Л.

ИННОВАЦИЯ ЦЕННОСТИ КАК ОСНОВА КОНКУРЕНТНОГО ПРЕИМУЩЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Традиционно конкуренцией называется конфликтное соперничество на рынке, вследствие которого у отдельных организаций возникают конкурентные преимущества над другими. Однако на устоявшихся рынках границы отрасли определены и согласованы и усиление конкурентной борьбы снижает возможности роста и получения прибыли. Конкурентная борьба становится самоцелью и требует больших затрат для организации, область возможных конкурентных преимуществ сужается.

В стратегии конкуренции конкурентное преимущество обеспечивается либо снижением затрат, либо внедрением каких-либо инноваций. Если организация не смогла сочетать внедрение инноваций со снижением (или сохранением) цены, то конкуренты, специализирующиеся на инновациях, начинают копировать их.

Создать конкурентное преимущество в современной ситуации возможно лишь при создании дополнительной ценности для покупателя, когда организация издержки и цену совмещает с инновацией.

Повышение ценности и уникальности для потребителя должно сопровождаться одновременным уменьшением затрат. Благодаря этому можно достичь резкого повышения ценности для потребителя и самой организации. Инновацию ценности можно достичь только тогда, когда достигнута максимальная координация системы издержек, цены и полезности, потому что покупатель представляет ценность, как совокупность цены и полезности для себя, а организация видит ценность, как создание ее из цены и издержек.

Инновация ценности – это стратегия, охватывающая все процессы и всю деятельность организации. Поэтому само понятие «инновация» меньше, чем понятие «инновация ценности», так как инновация может затронуть как и саму организацию, так и отдельный процесс в ней. Чтобы достичь резкого роста ценности для своей организации и потребителя, необходимо направлять всю систему организации на получение этого роста (скачка).

Чтобы увеличить ценность для потребителя, нужно делать упор на такие составляющие, которых не было ранее в этой отрасли. Чтобы уменьшить затраты, необходимо снижать или убирать условия, являющиеся причиной конкуренции. Идеальная ценность провоцирует увеличение оборотов производства, что приводит к уменьшению издержек.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИЙ В ГЕРМАНИИ И РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Инновации - это конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового продукта, технологии или услуги, реализованной на рынке и доведенной до конечного потребителя [1]. Рассмотрим развитие инноваций на примере двух стран – России и Германии.

Важным элементом инновационной экономики является технопарк. Он предоставляет услуги по поддержке инновационного предпринимательства, подготовке специалистов, предоставлению информации, а также юридические и другие консультации. Но роль и функции технопарков в России и Германии разные. В Германии главной задачей создания технопарков является поддержка новых фирм. В стране компания сначала попадает в бизнес-инкубатор, где ей помогают составить бизнес-план на начальной стадии, далее компания попадает в технопарк, в котором помогают уже продвинуть продукцию на рынок. В России же эти два инновационных центра работают независимо друг от друга. Сходство в том, что технопарки выполняют в двух странах одни и те же функции. В России технопарки также предоставляют разные консультации, проводят подготовку кадров и т.д.

Германия является страной номер один в Европе по количеству новых разработок и высокому качеству продукции, технологии. Например, Volkswagen - самая крупная компания, занимающаяся выпуском автомобилей. Она на пути к тому, чтобы стать крупнейшим производителем автомобилей. Siemens компания, работающая в области электротехники, транспорта, медицинского оборудования. Этот концерн стремится стать крупнейшей организацией.

Россия тоже старается не отставать от ведущих инновационных стран. Газпром - крупная российская энергетическая компания, занимающаяся добычей, транспортировкой, переработкой и реализацией газа и нефти. Газпром вкладывает значительные средства в научные исследования и разработки, чтобы создавать инновации, как и многие компании Германии. Сбербанк российский универсальный коммерческий банк. Целью инновационной деятельности Сбербанка является обеспечение стабильного роста и устойчивого конкурентного преимущества за счет совершенствования методов создания новых услуг или их улучшения.

Целью инноваций в сфере образования Германии является укрепление системы обучения. Сейчас во многих вузах Германии преподаватели получают заработную плату исходя из того, сколько работы им удалось проделать. Также в стране внедряются информационные и коммуникационные технологии для поддержки учебного процесса на высоком уровне. Особенно имеют большое значение кружки качества, которые позволяют выявить слабые места у учащихся и вовремя исправить недочеты. Преимуществами России в этом направлении являются бюджетное финансирование дополнительного образования, разработка программного обеспечения, обучение студентов по программе третичного образования (обучение, продолжающее полное среднее образование с выпускным экзаменом).

Таким образом, можно сделать вывод, что Россия стремится использовать положительный опыт разработки и поддержки инноваций лидирующих стран и успешно реализует запланированные проекты

**НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ОПЭБ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВОГО КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО ПРОДУКТА**

ОКБМ Африкантов

Стратегической целью Госкорпорации «Росатом» является поиск, развитие и продвижение новых продуктов (новых бизнес-направлений -БН) в рамках стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

В качестве одного из таких БН рассматривается «Оптимизированные плавучие энергоблоки» (ОПЭБ) для внутреннего и внешнего рынка). Организацией-интегратором развития нового направления бизнеса назначен АО «Атомэнергомаш».

Цель работы – поиск и анализ технических решений по оптимизации ПЭБ «Академик Ломоносов» для создания конкурентоспособного продукта (ОПЭБ) с целевыми технико-экономическими показателями, с запасом, соответствующим граничным коммерческим условиям владельца бизнеса (Госкорпорации «Росатом») в рамках модели ВОО («строю», «владею», «эксплуатирую»).

В процессе данной работы совместно с Генпроектантами были проанализированы и приняты следующие направления оптимизации ПЭБ «Академик Ломоносов»:

- оптимизация состава судовых устройств, блоков и помещений (в том числе исключение перегрузочного комплекса и хранилища отработавшего ядерного топлива и твердых радиоактивных отходов и соответствующих систем, оптимизация жилого блока);
- выбор реакторной (КЛТ-40С, РИТМ-200, РИТМ-200М) и паротурбинной установок;
- упрощение устройства жесткой швартовки и передачи энергосред на берег;
- оптимизация численности экипажа.

Ключевым вопросом из приведенных направлений оптимизации ПЭБ являлся выбор РУ. В связи с этим были рассмотрены следующие варианты оптимизированного ПЭБ:

- ОПЭБ с 2 РУ КЛТ-40С с турбиной К-60 УАЛ;
- ОПЭБ с 2 РУ РИТМ-200 с турбиной К-60 УАЛ;
- ОПЭБ с 2 РУ РИТМ-200М с турбиной новой разработки повышенной мощности.

Таким образом, в докладе рассмотрены и представлены результаты анализа и оценки потенциала оптимизации плавучих энергоблоков и перспективности развития нового бизнес - направления Госкорпорации «Росатом» с точки зрения экономической целесообразности. Проведен анализ чувствительности, предполагающий вариацию показателей в модели эксплуатации ОПЭБ от пессимистического к оптимистическому сценарию, что позволяет предварительно определить границы зоны конкурентоспособности каждого варианта и соответствие граничным коммерческим (отсекающим) условиям владельца бизнеса (Госкорпорации «Росатом»). Дополнительно показаны капитальные и эксплуатационные затраты каждого из вариантов с указанием удельной приведенной стоимости производства единицы электрической энергии – LCOE.

ПРОБЛЕМЫ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В УПРАВЛЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процессный подход – это одна из концепций управления, в соответствии с которой вся деятельность организации рассматривается как набор процессов. В отличие от функционального подхода, управление процессами позволяет концентрироваться не на работе отдельных подразделений, а на результатах работы организации в целом. Процессный подход меняет понятие структуры организации. Основным элементом этой структуры становится процесс.

Суть процессного подхода в управлении - объект управления организации рассматривается как взаимосвязанная совокупность процессов. За счет этого выявляются проблемы взаимодействия процессов, которые можно постоянно контролировать и принимать решения по устранению проблем взаимодействия. Таким образом, процессный подход к управлению позволяет более оперативно решать возникающие проблемы и обеспечивать достижение запланированных результатов.

Управление процессом включает:

- определение необходимых ресурсов для результативного и эффективного выполнения процесса;
- порядок принятия решений в случае отказов процесса;
- проведение корректирующих и предупреждающих действий;
- определение необходимого уровня квалификации специалистов;
- обучение, повышение квалификации, мотивация персонала.

На основе анализа работ в области управления процессами [1,2] выявлен ряд важных проблем. Одной из таких проблем является методика разработки процессной модели организации. Такая методика должна не только выделять процессы в существующей деятельности организации, но и определять дополнительные процессы, обеспечивающие соответствие системы управления стратегии развития предприятия. Важной является проблема управления как отдельным процессом, так и всей их совокупностью. После разработки процессной системы управления возникает проблема организации процесса перехода организации на процессное управление.

Разработку предложений по решению проблем процессного управления предполагается проводить на основе системного подхода, позволяющий учесть наиболее важные факторы процесса разработки и внедрения процессного подхода.

Библиографический список

1. Репин, В. В Процессный подход к управлению/ Репин В.В.-М.: 2004. — 408 с
2. Елиферов, В.Г. Репин В.В. Бизнес-процессы: регламентация и управление/ В. Г. Елиферов, В. В Репин М.: 2005. — 319 с

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ЭНГЛА-ГРЭНДЖЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Анализ динамических рядов финансовых показателей является одним из самых распространенных методов выявления взаимосвязей в экономической науке. В этих случаях предполагается, что значение показателя в момент времени является суммой предсказуемой ($Y(t)$) и непредсказуемой (ошибка Et) частей. При этом ошибка представляет собой последовательность независимых случайных величин.

Выделяют два вида нестационарных процессов: стационарные около детерминированного тренда и стационарные в разностях. Для первого типа характерно временное влияние «шоков», для второго же влияние «шоков» не изменяется на протяжении всего времени, следующего за ним.

Применение стандартных регрессионных моделей для оценки финансовых динамических рядов в случаях, если ряд не стационарен, может привести к ложным результатам.

На текущий момент для анализа нестационарных рядов применяются три способа:

- оценивание не исходного ряда, а динамики разности составляющих (может привести к потерям информации о тенденциях изменения финансового показателя в целом);
- построение более сложного тренда (может возникнуть проблема интерпретации полученной тенденции);
- оценивание разностей составляющих и одновременное выявление коинтеграционных зависимостей, это позволит учитывать долгосрочные взаимосвязи между показателями, а не только краткосрочные зависимости. Именно этот подход был предложен в работе Грэнджера в 1981 г.

Грэнджер показал, что наличие долгосрочных связей между случайными процессами можно доказать с помощью стандартного метода наименьших квадратов. В процессе анализа нужно рассчитать величину остатков ошибок Et , как разницу между истинным и полученным в результате моделирования значениями. Если полученный ряд остатков будет слабостационарным, то можно считать, что исходные случайные процессы коинтегрированы, т.е. имеют долгосрочную связь. При анализе финансовых процессов Энгл предложил моделировать ошибку, деля ее на две составляющие: постоянную и непостоянную во времени. Этот вид моделей может использоваться для анализа рынка ценных бумаг, оценивания зависимости доходности от рисков. Описанные модели, основывающиеся на экономических знаниях, являются обоснованными методами моделирования нестационарных финансовых временных рядов.

КРИТЕРИИ ОТНЕСЕНИЯ ОТРАСЛЕЙ К РАЗЛИЧНЫМ КЛАСТЕРАМ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ

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

Одним из эффективных способов повышения конкурентоспособности отраслей экономики является объединение нескольких отраслей в тематические кластеры.

Слово «кластер» (с английского языка «скопление», «кисть», «рой») означает скопление однородных элементов, которое может рассматриваться как самостоятельная единица, обладающая определенными свойствами. Исходя из данного определения можно сделать вывод о том, что объединение отдельных элементов в кластеры приводит к появлению синергетического эффекта, заключающегося в повышении эффективности кластера по сравнению с отдельными входящими в него элементами. В экономической сфере под кластером понимается сконцентрированная на некоторой территории группа взаимосвязанных организаций, поставщиков продукции, комплектующих и специализированных услуг, инфраструктуры, научно-исследовательских и других организаций, взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества как отдельных компаний, так и кластера в целом. В теорию экономических отношений понятие кластера было введено М.Портером в 1998 г. В 1970-х годах под кластером понимали скопление предприятий в пространстве и использовали для описания процессов производства.

Основными преимуществами кластерного образования являются высокие показатели конкуренции и кооперации. Необходимо отметить, что конкурентоспособность кластеров достаточно велика, так как отрасли, входящие в кластер, являются звеном кооперативной сети и одновременно конкурируют с другими отраслями, входящими в соответствующий кластер. Одним из важнейших оснований, по которому отрасли могут объединяться в кластеры, является географический принцип. Географическая близость важна для распространения неявных знаний, то есть тех знаний и опыта, которые не могут быть легко формализованы и переданы и тесно привязаны к носящим их людям. Для всей экономики кластеры выполняют роль точек роста внутреннего рынка. Сейчас пришло время современных кластеров инновационного типа, работающих с экономикой знаний. Теоретические и практические экономические исследования показали, что требуется формирование кластеров не только на уровне предприятий, но и объединение в кластер нескольких отраслей экономики.

Для получения максимально эффективно работающего кластера отраслей экономики, отрасли, входящие в кластер, должны (по аналогии с включением предприятий в кластеры) соответствовать следующим важным критериям: во-первых, обладать максимальной географической близостью предприятий, входящих в отрасли (позволяет получать выигрыш от распределения затрат на поддержание и развитие общих для нескольких отраслей ресурсов, обеспечение дешевизны и быстрых сроков поставки необходимого для бизнеса товара или услуги, распространение неявных знаний); во-вторых, должны обладать родственными технологиями; в-третьих, должны обладать общей сырьевой базой; четвертым важным критерием включения отрасли в кластер является наличие у предприятий отрасли инновационной составляющей.

**МОДЕЛЬ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ОТРАСЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ**

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

В рамках выполняемого авторским коллективом проекта «Разработка методологии оценки привлекательности отраслей с использованием методов ключевых показателей и кластеризации в целях управления экономическими системами» при поддержке РГНФ (15-32-01058a1) возникла необходимость разработки модели кластеризации отраслей экономики по результатам оценки уровня их привлекательности. Последнюю предлагалось оценивать через сочетание показателей текущего состояния отрасли (статическая составляющая) и перспектив развития (динамическая составляющая оценки, темповые/индексные показатели), распределенные в соответствии с подсистемами отраслевой экономической системы мезоуровня (внешнеэкономическая, финансовая, социальная, правовая и пр.). Итоговая оценка была представлена в виде сводных рейтингов видов деятельности по заданному направлению оценки в соответствии с задачами и целями лиц, принимающих решения (заинтересованных сторон). При этом в отношении отраслей, занявших лидирующие позиции в рейтингах/рэнкингах, рекомендуется рассмотреть вопросы создания кластеров и промышленных парков.

Разработка модели кластеризации отраслей экономики по результатам оценки уровня их привлекательности включает в себя несколько процедур:

1) определение критериев отнесения отраслей к определенному кластеру (географическая составляющая, использование родственных технологий и общей сырьевой базы, соответствие региональным и федеральным программам/стратегиям развития регионов и территорий);

2) формирование модели кластеризации видов деятельности на основе показателей оценки текущего состояния по подсистемам региональной экономической системы и «метода связей» с выявлением отраслей, демонстрирующих наиболее сильную вертикальную связь как в прямом, так и обратном направлениях;

3) корректировка модели кластеризации отраслей на основе показателей оценки перспектив развития отраслей экономики в целях структуризации полученного на предыдущем этапе промышленного кластера;

4) формирование рекомендаций для региональных/федеральных органов власти по повышению эффективности управления регионом на основе оценки привлекательности отраслей с использованием методов ключевых показателей и кластеризации.

Реализация подобной модели на практике позволит получить эффективные «союзы» не только на уровне предприятий, но и объединение в кластер нескольких, подчас разноплановых, отраслей экономики.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научного проекта № 15-32-01058 "Разработка методологии оценки привлекательности отраслей с использованием методов ключевых показателей и кластеризации в целях управления экономическими системами».

ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО СЕКТОРА

НИУ - филиал РАНХиГС при Президенте РФ

Машиностроение (как один из основных секторов народного хозяйства) в настоящее время имеет важное значение в развитии отечественной экономики. Сложившаяся на мировой арене геополитическая ситуация не позволяет сохранять ориентацию потребительского большинства на импортные товары и, как следствие, усиление антироссийских санкций приводит все к большей переориентации на производителей продукции, имеющих прописку на территории РФ.

Тенденция снижения объемов машиностроения из-за кризисных 90-х годов привела к деградации отрасли. Уменьшение выпуска станков, сельхозтехники, строительных машин, продукции энергетического машиностроения, с одной стороны, и продукции заготовительного машиностроения - с другой, существенными темпами снижает многие макроэкономические показатели, что отражается на качестве жизни граждан России. Развал научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, опытных заводов лишает возможность применения достижений научно-технического прогресса в реальном производстве.

Экономическая система любой страны, как замкнутый круг, живой организм – обращение ресурсов и товаров (как объект потребления (производства) натуральный) и денег (как объект искусственный, созданный для большей ликвидности) взаимосвязано и учитывает множество факторов, которые можно выразить различными отраслями народного хозяйства. Если что-то случится с одной отраслью, например, она начнет деградировать, то появляются проблемы – возрастает зависимость от иностранных партнеров, что ведет к ослаблению национальной безопасности, увеличивается нагрузка на другие отрасли, снижается уровень благосостояния общества. Государство, которое нацелено на то, чтобы его адекватно воспринимали как политического и экономического партнера должно поддерживать отрасли своей экономики в надлежащем состоянии и не допускать того, что произошло с российской сферой машиностроения в период перестроечных годов.

Почти каждую неделю с экранов телевизора, по радио и в Интернете появляются мнения и предложения политиков о необходимости разработки законодательных актов, которые позволят интенсифицировать производство отечественной продукции. Машиностроительный сектор не исключение. По статистике в России более 50% всего импорта составляет именно продукция машиностроительного комплекса. Учитывая его специфику (станкостроение, энергетическое, нефтеперерабатывающее машиностроение и т.п.), возникает следующая сложность: в некоторых сегментах среди российских поставщиков нет альтернативы ни по качеству, ни по цене. Законодателям предстоит учитывать объективность данного положения при написании того или иного закона, так как в случае, например, полного запрета на импорт конструктивно-сложных станков разработка аналогичных у нас в государстве потребует очень много времени.

С другой стороны, полный отказ от импорта является утопической концепцией. В эпоху глобализации экономических отношений, становления международного рынка капитала и разделения труда не представляется возможным отказ от деловых партнеров из других государств. Это может привести к международной изоляции, итогом которой будет являться ухудшение экономического благосостояния из-за снижения интеграции результатов научно-технического прогресса на международном уровне.

ИНТЕГРАЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ TQC, LEAN И ШЕСТЬ СИГМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Рост конкуренции на всех рынках, кризисные тенденции в экономике обуславливают потребность в концепциях улучшений работы промышленных компаний. В настоящее время используются три концепции непрерывных улучшений: «Бережливое производство» (Lean) [1], «Шесть сигм», «Теория ограничения систем» (ТОС) [2,3]. Приверженцы каждой теории настаивают на их преимуществах, внедряя концепции в производственную систему, подражая компаниям, добившимся успеха благодаря их использованию. Однако, в силу особенностей каждого производства ожидания заметных улучшений в деятельности не всегда оправдываются.

«Бережливое производство», «шесть сигм» и «теория ограничений» являются системными методами повышения эффективности производства. Однако они имеют достаточно разные подходы. «Теория ограничений» сосредоточена на выявлении и устранении ограничений потока, которые сдерживают его пропускную способность. «Бережливое производство» сосредоточено на ликвидации потерь производственного процесса путем сокращения незавершенного производства через принцип вытягивания и уменьшение количества деталей в передаточной партии.

В то время как «бережливое производство» и концепция «шесть сигм», сфокусированы на увеличение эффективности производства за счет устранения потерь во всей системе, «теории ограничений» рекомендует сфокусироваться на улучшение работы в единственном элементе системы – ограничении потока в системе.

Целью работы является анализ особенностей каждой из концепций, разработка рекомендаций по их применению в различных сферах производственной деятельности предприятий, а также возможность совместного использования положительных аспектов нескольких управленческих концепций. Не каждый элемент производственного процесса действительно стоит оптимизировать, и не все потери действительно следует устранять. В этом свете «теория ограничений» может служить весьма эффективным механизмом для определения приоритетности проектов по улучшению, а «бережливое производство» может обеспечить богатый инструментарий методов улучшения.

Библиографический список

1. **Тайити Оно.** Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. - 194 с.
2. **Кокс Д.** Новая цель. Как объединить бережливое производство, шесть сигм и теорию ограничений / Джефф Кокс, Ди Джейкоб, Сьюзан Бергланд ; пер. с англ. П. Миронова. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2011. - 400 с.
3. **Эли М. Голдратт** «Стоя на плечах гигантов», © Eliyahu M. Goldratt, 2008.

СТАДИИ НИОКР В ПРАКТИКЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ООО «Военно-промышленная компания»,
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

НИОКР являются ключевыми составляющими этапами жизненного цикла продукции (ЖЦП). Этапы жизненного цикла в настоящее время рассмотрены как в научной литературе, так и регламентированы нормативно-правовыми актами.

В работах [1,2] Гольдштейн Г.Я. рассмотрены следующие стадии ЖЦП, которые включают НИОКР:

- Стадия 1 - Маркетинговые исследования потребностей рынка;
- Стадия 2 - Генерация идей и их фильтрация;
- Стадия 3 - Техническая и экономическая экспертиза проекта;
- Стадия 4 - Научно-исследовательские работы по тематике изделия (продукции);
- Стадия 5 - Опытно-конструкторская работа и/или опытно-технологическая работа;
- Стадия 6 - Пробный маркетинг;
- Стадия 7 - Подготовка производства изделия на заводе-изготовителе серийной продукции;
- Стадия 8 - Собственно производство и сбыт;
- Стадия 9 - Эксплуатация изделий;
- Стадия 10 - Утилизация изделий.

Стадии ЖЦП, в том числе НИОКР, в соответствии с ГОСТ Р 15.000-94 «Система разработки и постановки продукции на производство. Основные положения» включают:

- Стадия 1 - Исследования, аванпроект;
- Стадия 2 - Опытно-конструкторские работы, опытно-технологические работы;
- Стадия 3 - Производство (постановка на производство, единичное, серийное массовое типы производств);
- Стадия 4 – Поставка;
- Стадия 5 – Эксплуатация;
- Стадия 6 – Ремонт;
- Стадия 7 - Обеспечение эксплуатации и ремонта;
- Стадия 8 - Снятие с производства.

Кроме того, следует выделять несколько стадий внутри бизнес-процессов разработки и реализации НИОКР, которые классически представлены на отечественных предприятиях :

- Стадия 1 - Рассмотрение заявки на реализацию НИОКР;
- Стадия 2 - Проведение НИОКР;
- Стадия 3 - Внедрение и коммерциализация НИОКР по различным направлениям.

Библиографический список

1. **Гольдштейн, Г.Я.** Стратегические аспекты управления НИОКР: Монография / Г.Я. Гольдштейн. Таганрог: ТРТУ, 2000. 244 с.
2. **Гольдштейн, Г.Я.** Инновационный менеджмент. Учебное пособие / Г.Я. Гольдштейн. Таганрог: ТРТУ, 1998. 132 с.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НИОКР НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ООО «Военно-промышленная компания»

Управление НИОКР на современном этапе развития России является одним из основополагающих направлений, позволяющих повысить уровень инновационного развития страны. Сфера НИОКР - одним из ключевых элементов инновационной системы России. Проблемы функционирования системы управления НИОКР в практике промышленных предприятия представлены в работе [1].

НИОКР являются специфической областью знаний, требующей разработки особых инструментов управления, учитывающих стадии жизненного цикла, уровни управления, виды проектов, особенности и характеристики инновационного процесса и т.д. С целью построения эффективных процессов управления НИОКР необходима разработка и внедрение целостной системы управления НИОКР, основанной на конкретных подходах, положениях и достижениях современного инновационного и проектного менеджмента.

Система управления НИОКР – совокупность взаимосвязанных элементов управления НИОКР, направленных на достижение общей цели. В то же время можно выделить несколько подсистем управления НИОКР:

- система управления финансовой сферой НИОКР;
- система управления научно-технической сферой НИОКР;
- система управления коммерческой сферой НИОКР;
- система управления кадровой сферой НИОКР;
- система управления бизнес-процессами в сфере НИОКР;
- система управления контроллинга НИОКР и т.д.

В процессе проведения научных исследований подсистему НИОКР в рамках отдельного анализа можно рассматривать как систему, таким образом изменяя принцип расчленения получать новые элементы НИОКР и новые представления о системе НИОКР.

Система управления НИОКР характеризуется рядом принципов, которые включают в себя:

1. Принцип эмерджентности системы управления НИОКР (система управления НИОКР представляет собой целостную область исследования, ее подсистемы и элементы имеют четкие прямые и обратные связи).

2. Принцип эквивалентности системы управления НИОКР (способность системы управления НИОКР переходить из одного состояния в другое, кроме того, данная система имеет признаки самоорганизующихся систем).

3. Принцип коммуникативности системы управления НИОКР (система управления НИОКР обменивается информацией как с внешней, так и внутренней средой, это подтверждается необходимостью учета целей стейкхолдеров в рамках управления НИОКР).

4. Принцип иерархичности системы управления НИОКР (система управления НИОКР имеет определенные ранги, уровни и связи, что отражает ее четкое строение и структуру) и т.д.

Гусева, И.Б. Далекин П.И., Ковырзина К.В. НИОКР на предприятиях ОПК: современные проблемы // Вестник Института экономики Российской Академии Наук. 2016. № 2. С. 100-114.

ФОРМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УРОВНЕ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Арзамасский филиал
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Развитие инновационной сферы в настоящее время - одно из перспективных направлений в рамках государственной инновационной политики. Разработка дорожных карт и стратегических планов по поддержке субъектов инновационной деятельности является этому прямым доказательством.

Регулирование инновационной деятельности в Российской Федерации осуществляется на следующих уровнях:

- федеральный уровень (органы государственной власти Российской Федерации),
- региональный уровень (органы государственной власти субъектов Российской Федерации),
- местный уровень (органы местного самоуправления). Вопросы регулирования инноваций на федеральном и региональном уровнях рассмотрены в работах [1,2].

Однако, как свидетельствует практика реализации инноваций, на уровне местного самоуправления в Российской Федерации в недостаточной мере развиты процессы регулирования и поддержания инновационной деятельности. Причиной этого является наличие дефицитного бюджета.

Регулирование инновационной деятельности в Российской Федерации должно проводиться на основании принципа взаимодействия и единства между данными уровнями на основании «Конституции» Российской Федерации и специальных нормативно-правовых актов.

Практика регулирования инновационной деятельности на местном уровне в Российской Федерации свидетельствует о наличии следующих форм ее реализации:

- разработка инновационных программ местного уровня и значения, их финансирование, мониторинг и контроль;
- разработка нормативно-правовых актов местного уровня по поддержке и развитию инноваций;
- предоставление муниципальных гарантий для поддержки инновационных проектов;
- финансирование из бюджета местного уровня перспективных проектов в сфере инноваций;
- предоставление льгот, налоговых каникул для субъектов инновационной деятельности;
- юридическая и консультационная поддержка субъектов инновационной деятельности;
- создание фондов по развитию инноваций, предоставление займов.

Библиографический список

1. **Далекин П.И., Статуев А.А.** Регулирование инновационной деятельности на основе концепции инновационного развития Нижегородской области до 2020 года. Современный стиль управления: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Чебоксары: ЧГПУ им. И.Я. Яковлева, 2016. С. 85-89.
2. **Далекин П.И.,** Регулирование инновационной деятельности в Российской Федерации. Менеджмент и маркетинг: вызовы XXI века: материалы студ. Научно-практической конференции. Екатеринбург: УГЭУ, 2016. С. 117-119.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ АССЕССМЕНТ-ЦЕНТРА НИОКР ПРИ ПОДДЕРЖКЕ КОНТРОЛЛИНГА

ООО «Военно-промышленная компания»,
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский филиал НИ НГТУ им. Н.И. Лобачевского

Вопросы формирования комплексного методического инструментария с целью проведения эффективных анализа и оценки в сфере НИОКР в настоящее время встают особо остро в связи с ограниченностью потенциальных ресурсов предприятий, необходимых для

Практика отечественных предприятий, выполняющих НИОКР, свидетельствует об отсутствии единых принципов формирования инструментов, которые имеют разрозненный характер и разрабатываются различными структурными подразделениями. Авторы предлагают проводить разработку, внедрении и оценку результатов инструментов в сфере НИОКР на основе достижений контроллинга.

Одним из перспективных направлений по организации и формированию методического инструментария в сфере НИОКР является создание единого ассесмент-центра НИОКР.

Формирование единого ассесмент-центра НИОКР проводится на основе выделения этапов и стадий НИОКР, целей менеджмента, особенностей и характеристик проектов НИОКР, видов проектов, методов анализа и оценки, предполагаемых к использованию и т.д. Фрагмент ассесмент-центра НИОКР представлен на рис. 1.

Наименование инструмента	Цели менеджмента	Вид проекта НИОКР	Этап 1		Этап 2	
			Стадия 1	Стадия 2	Стадия 1	Стадия 2
Инструмент 1	+			
Инструмент 2	+	+	+	+
Инструмент N			+	+

Рис. 1. Фрагмент ассесмент-центра НИОКР

Таким образом, ассесмент-центр позволяет идентифицировать и систематизировать возможные к использованию инструменты контроллинга при проведении анализа и оценки НИОКР. Ассесмент-центр НИОКР выделяет универсальные инструменты и специфические, которые могут быть применены на определенной стадии или этапе НИОКР.

С целью формирования единого информационного пространства на предприятии, повышения уровня объективности и независимости оценочных и аналитических процедур, разработку ассесмент-центра и подбор инструментария на его основе должна проводить служба контроллинга. Обоснование необходимости внедрения службы контроллинга представлено в работе [1].

Гусева, И.Б. Контроллинг в системе управления предприятием: Монография. Н. Новгород: РИО НГТУ, 2007. 245 с.

АДАПТАЦИЯ ПЕРСОНАЛА НА СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Дзержинский техникум бизнеса и технологий

Цель работы: изучить организацию прохождения адаптации персонала на современных предприятиях.

Одной из проблем работы с персоналом в организации при привлечении кадров является управление адаптацией. В ходе работы были рассмотрены виды, стадии, этапы, проблемы адаптации персонала на современных предприятиях, а также рассмотрен процесс управления адаптацией, составлена программа адаптации и даны рекомендации для сотрудников.

Программа адаптации включает:

- знакомство нового сотрудника со спецификой отдела: целями и задачами подразделения, организационной структурой, порядком взаимодействия с другими подразделениями, филиалами;
- вручение руководителем отдела новому сотруднику справочника сотрудника и прикрепление к наставнику;
- разъяснение новому сотруднику целей и задач на период испытательного срока;
- знакомство сотрудника непосредственно со своим участком работы.

Результаты внедрения программы адаптации персонала:

- уменьшение текучести кадров на 30% за год;
- снижение числа увольняющихся за первое полугодие на 250%;
- снижение расходов на оплату обязательного обучения для сотрудников различных специальностей примерно на 50 тыс.руб. в год.

Выработаны рекомендации для сотрудников:

- учиться, не боясь при этом совершать ошибки и обращаться за помощью и советом к коллегам и руководителю;
- вести себя сдержанно и уверенно, по-деловому, но приветливо;
- показать свою компетенцию, профессионализм в работе;
- узнавать правила, порядки и нормы на данном предприятии и не нарушать их;
- не заикливаться на ошибках и указаниях на эти ошибки;
- не пренебрегать своими принципами и идеалами, оказавшись под давлением коллектива;
- не переносить стиль деятельности со старой работы на новую;
- не делать поспешных выводов на новом месте/должности в первые дни работы.

МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛИЗАЦИЕЙ БИЗНЕСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В состав механизма управления входит совокупность связей различного содержания: рыночные, государственное управление, менеджмент бизнес - структур [3, с. 60]. В связи с этим форму рыночного механизма управления следует представить как институционально-организационный диполь: конкуренция-цена. Функциональное ограничение – в условиях от-

сутствия цели конкуренция и цена влияют на состав и степень развитости социальных функций бизнеса стохастически. Иначе говоря, определенный вектор не формируется. Территориальные ограничения связаны с уровнем развития экономики, формальных и неформальных институтов, влияющих на социализацию бизнеса в конкретном регионе.

Сущность механизма государственного управления – формирование среды, обеспечивающей условия функционирования экономических субъектов различной институциональной природы [2, с. 33]. Соответственно целевая компонента формы механизма государственного управления – установление правил поведения экономических субъектов. Институциональная компонента формы данного механизма – власть как способ реализации цели. Организационно-экономическая компонента формы государственного управления – план (в настоящее время на региональном уровне – стратегический план).

Целевые ограничения действия механизма государственного управления социализацией бизнеса определяются составом и значениями параметров социально-экономической системы среды, характеризующих позитивные тренды ее развития [1, с. 113]. Институциональные ограничения определяются объемом властных полномочий региональных органов власти и управления. Территориальные ограничения представлены локализацией бизнес - структур. Форма механизма управления, применяемого менеджментом бизнес - структур тройственна: по целевому признаку – адаптация к требованиям внешней среды при сохранении образца и его необходимой и достаточной трансформации. По институциональному признаку форма указанного механизма управления – расширение институциональных характеристик бизнеса в соответствии с прогрессивными мировыми трендами его развития. Организационно-экономическая компонента формы механизма – ролевое взаимодействие участников бизнес-процессов [4, с. 170]. Ограничения данного механизма применительно к социализации бизнеса в регионах:

- по целевому признаку отсутствует;
- по институциональному признаку ограничением является имплантация имманентных бизнесу функций в систему поведения институционально отличных от него субъектов;
- по организационно-экономическому признаку ограничение – состав ролей субъектов, взаимодействующих с бизнесом.

Библиографический список

- 1. Мансуров, Р.Ш.** Определение эффективности инвестиционных проектов с учетом интересов различных участников: Дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05: защищена 16.06.2006: утв. 20.05.2007. – Н.Новгород, 2006.
- 2. Мансуров, Р.Ш.** Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, А.С. Ермилин. – Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013.
- 3. Мансуров, Р.Ш.** Определение эффективных стратегических проектов в промышленности: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, С.П. Бараненко, А.С. Ермилин. – Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014.
- 4. Мансуров, Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров.- М.: Российская академия предпринимательства, АП «Наука и образование», 2014.

МОТИВАЦИЯ СОТРУДНИКОВ В УСЛОВИЯХ КОРРЕКТИРОВКИ РЫНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В 2016 г. автор проводила исследование ряда компаний среднего бизнеса. В связи с тем, что компании росли вместе с рынком, основными ожиданиями для талантов [1] были: быстрая карьера, рост статуса, востребованность. Их неисполнение при переходе компании к работе на высококонкурентном или падающем рынке приводит к демотивации персонала и недоверию к менеджменту компаний.

Автор описывает применяемые на практике решения по снижению влияния демотивирующих факторов, повышения интегрированности [2] организации. Применительно к ожиданиям роста доходов предлагается работать в двух направлениях: снижение неоправданных ожиданий, создание возможности для конкретных сотрудников получать больше при более интенсивной работе. Для этого необходимо ввести целенаправленное информирование сотрудников о ситуации на рынке персонала, отслеживать уровни заработной платы конкурентов и явным образом информировать о них сотрудников.

Обеспечить повышение информационной прозрачности организации, внедрение политик оплаты труда, подразумевающих дифференциацию дохода в зависимости от индивидуального вклада сотрудника (группы). Принятие решения о достаточном уровне дохода и соответствующей интенсивности труда при этом в значительной степени смещается в зону ответственности сотрудника, снижая общую демотивацию.

В части обеспечения карьерных (статусных) перспектив предлагается обеспечить широкое информирование всех сотрудников об открывающихся вакансиях (организация ярмарки вакансий в том или ином виде). Проведение обязательного конкурса на закрытие вакансии, независимо от наличия подходящего кандидата. Проведение конкурсов на замещение занятых должностей, в том числе практика Дж. Уэлча [3] с периодическим ранжированием персонала и заменой слабейших сотрудников.

Решением, как показывает опыт компаний в выборке, может стать переход от работы с должностями к работе с ролями. Для этого необходима перестройка всей или части компании в проектную. Для сотрудников статус и доход определяется не должностью, а ролью в конкретном проекте. Роль сотрудника меняется при переходе от проекта к проекту.

Важно отметить, что показатели удовлетворенности и вовлеченности персонала коррелируют с появлением возможностей развития, а не с их реализацией.

Библиографический список

1. Война за таланты / Э. Майклз, Х. Уэнфилд-Джонс, Э. Экселрод; пер. с англ. Ю. Корнилович.- 1-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2005.-280 с.
2. Размышления о менеджменте / И.К. Адизес; пер. с англ. А.Чедия. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 361 с.
3. История менеджера /Дж. Уэлч, Дж. Бирн; пер. с англ. Ю. Корнилович.- 1-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2007. - 496 с.

АДАПТАЦИЯ КОЛЛЕКТИВА ПРИ НАЙМЕ НОВОГО СОТРУДНИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в связи с наблюдаемой стагнацией отечественной экономики все большее количество организаций оказывается в жесткой конкурентной среде. Для лидеров бизнеса становится все более очевидным, что в сложившихся условиях наибольшим конкурентным преимуществом становится человеческий капитал компании.

Значительное внимание уделяется процессу адаптации новых сотрудников на рабочих местах, в том числе тех сотрудников, которые сменили позицию в рамках той же организации. При этом, как правило, практически никакого внимания не уделяется работе с напряженностью среди имеющихся сотрудников в связи с появлением нового коллеги. В зависимости от того, какова организационная культура и как организован процесс подбора и адаптации персонала, градус напряженности может быть весьма различным, выливаясь в открытые или скрытые конфликты, демотивируя персонал и снижая производительность в целом.

Автор ставит для себя задачу проанализировать возможные способы снизить это негативное влияние на уровне корректировки политик и процессов управления персоналом. Описываемые в настоящей статье подходы были успешно применены на практике в ходе работы над политикой замещения вакансий и регламентом процесса адаптации сотрудника на новом рабочем месте в ряде компаний.

Появление нового сотрудника в сложившемся коллективе неизбежно приводит к корректировке сложившихся связей и отношений. Как и любое организационное изменение, это проходит значительно легче при высокой информированности и осознанности своего поведения сотрудниками. При этом важно, чтобы сотрудники осознавали не только оправданность появления новой вакансии, но и оправданность выбора именно этого кандидата.

Решением в данном случае может стать проведение прозрачного и открытого обязательного конкурса на замещение вакансии. Опыт автора в рыночных организациях показывает, что при наличии воли высшего менеджмента данные конкурсы становятся важным инструментом HR и достаточно быстро превращаются в привычный элемент корпоративной культуры.

Для снижения сопротивления сотрудников изменению коллектива также необходимо повысить их вовлеченность в процесс выбора кандидата; продемонстрировать, что их мнение по этому поводу имеет значение и учитывается лицом, принимающим решения. Так, Ф. Лалу в [1] описывает практику обязательного собеседования кандидата на замещение вакансии со всеми будущими коллегами.

При этом необходимо отметить, что независимо от способа принятия решения о найме, участие будущих коллег в собеседовании и сбор мнений по его результатам как дает лицу, принимающему решения, дополнительную информацию по кандидату, так и выявляет потенциальные очаги напряженности в коллективе после найма.

Открывая организации будущего /Ф. Лалу; пер. с англ. В. Кулябиной; [науч. ред. Е. Голуб]. – 2-е изд.- М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 432 с.

УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ЗАПАСАМИ ПРИ НЕЗАВИСИМОМ СПРОСЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях рыночных отношений все большую актуальность приобретает тема управления запасами. Целью управления запасами является бесперебойное обеспечение процесса производства и реализации продукции с минимальными затратами. Товарно-материальные запасы существуют практически на любом крупнопромышленном предприятии. От их величины и умения правильно ими распоряжаться зависит прибыль компании. Эффективное управление запасами определяет конкурентоспособность компании - способность удовлетворить ожидания своих клиентов [1].

Хранение запасов требует дополнительных расходов. Несмотря на затраты, компании вынуждены хранить определенный запас, иначе есть риск потерять еще больше средств от дефицита товара.

В настоящее время разработано несколько наиболее употребительных моделей управления запасами. Обобщенное решение задачи управления запасами можно описать следующим образом: если контроль проводится периодически, то поставка сырья проводится через равные промежутки времени; если контроль постоянный, то при достижении запаса определенного уровня размещается новый заказ [2]. Эти модели пополнения запасов не являются совершенными. В первом случае недостатком является высокий уровень необходимого запаса, во втором – необходимость постоянного контроля объема запаса.

В результате анализа проблем управления запасами сформулировано направление исследования - разработка новых методов управления запасами, обеспечивающих минимальные запасы при высоком уровне обеспечения наличия.

Библиографический список

1. **Е.М. Рогова, Е.А. Ткаченко** Финансовый менеджмент, - Санкт-Петербургский университет экономики и финансов, Москва Юрайт 2011.
2. **Чейз, Р.** Производственный и операционный менеджмент / Р.Чейз, Н. Дж. Эквилайн, Р. Ф. Якобс 8-е изд., перераб. и доп. – Пер. с англ. М. Издательский дом «Вильямс», 2004. – 641 с., 654 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРУЖИНОНАВИВОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время контроль качества продукции является неотъемлемой частью производственного процесса на предприятии. Контроль качества направлен на проверку надежности продукции в процессе ее изготовления, потребления или эксплуатации.

Суть автоматизированного контроля качества продукции на предприятии заключается в получении первичной информации с помощью ПО о состоянии продукции и сопоставлении полученных результатов с заранее установленными требованиями, зафиксированными в чертежах или стандартах предприятия.

Для контроля качества пружинной продукции используются автоматизированные

системы контроля качества, таким примером является система *IQ control*.

IQ control – это автоматизированная система интеллектуального контроля качества, разработанная немецкой фирмой Wafios.

Основные функции системы заключаются в следующем:

- контроль качества пружины в онлайн режиме;
- снижение вариации длины пружины;
- автоматическая регулировка длины витка пружины;
- помощь оператору в определении оптимальной скорости навивки;
- моделирование производства торсионных пружин, оптимизация времени производственного цикла;
- автоматическая регулировка скорости навивки в процессе производства;
- измерение угла изгиба и онлайн коррекция пружин.

Система *IQ* позволяет автоматически определить оптимальные рабочие параметры оборудования для достижения высокого качества продукции при сохранении высокой скорости навивки.

Интеллектуальная система контроля качества *IQ* позволяет снизить допуски длины пружины посредством активного вмешательства в процессе навивки, что дает возможность снизить процент брака при улучшении качества деталей. Измерение параметров пружины осуществляется непосредственно в процессе навивки с помощью камер и специального программного обеспечения.

IQ control имеет базу данных для хранения все записей (измерений) по характеристикам процессов, продуктов, исходных компонентов (сырья или деталей). Хранение информации в базах данных позволяет не только предотвратить появление продукции с несоответствиями, но и дает возможность проводить прототипные исследования в области качества: разрабатывать рецептуру и конструкции продуктов методом расчета без дорогостоящего лабораторного анализа. Компьютерные программы, разработанные в системе управления базами данных, позволяют в считанные секунды производить расчеты, строить графики, гистограммы.

На основе применения интеллектуальной системы контроля качества, промышленные предприятия в режиме реального времени смогут отслеживать брак и снимать его с дальнейших этапов технологического цикла.

В заключение необходимо отметить, что повышение качества выпускаемой продукции несомненно ведет к снижению издержек производства промышленного предприятия и, как следствие, к повышению его конкурентоспособности и эффективности функционирования предприятия в целом.

УДК 658.7(075.8)

КЛОЧКОВА П.М., БОРИСКОВА Л.А.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

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

Глобальные изменения, происходящие в мировой экономике, неизбежно затрагивают российские предприятия, в том числе газотранспортные предприятия. Растущее насыщение конкурентной среды вынуждает предприятия к поиску возможностей повышения своей конкурентоспособности, в том числе за счет эффективной организации процесса материально-технического снабжения.

Система материально-технического обеспечения предприятий, осуществляющих транспорт газа, обладает следующими характеристиками: 1) многоуровневость; 2) распределение закупок по различным подразделениям; 3) участие в процессе дочерних предприятий с различной формой собственности.

Первая характеристика обусловлена структурой газотранспортных предприятий и практически не может быть исключена. Она требует соответствующего учета, в частности, при организации информационных потоков. Вторая может достаточно легко трансформироваться, а третья является серьезным препятствием на пути совершенствования системы материально-технического снабжения в целом.

Основной причиной этого препятствия является то, что государственные и коммерческие структуры в данном случае преследуют различные цели и имеют разные интересы. Цель государственных предприятий совпадает с главной целью развития отрасли. Цель же коммерческих организаций – получение максимальной собственной прибыли. Следовательно, наличие в одной системе материально-технического обеспечения предприятий разных форм собственности превращает эту систему в конгломерат автономных организаций, существующих по своим законам и преследующих свои цели.

В настоящее время к наиболее слабым участкам системы управления материально-техническим снабжением на газотранспортных предприятиях относятся:

- незавершенность организационного построения системы материально-технического обеспечения;
- отсутствие строгой управленческой вертикали и оперативной, постоянно действующей обратной связи между организационными уровнями системы;
- низкая эффективность дисциплинирующих воздействий на управленческий аппарат системы материально-технического снабжения;
- несовпадение целей и интересов участников процесса материально-технического обеспечения газотранспортных предприятий в целом;
- отсутствие результативных показателей деятельности структур материально-технического обеспечения и методического инструментария для ее объективной оценки и стимулирования.

Ввиду несовершенства процесса материально-технического обеспечения на предприятиях трубопроводного транспорта газа при управлении производственными запасами следует уделять особое внимание определению момента и условий, при которых финансовые средства, затраченные на материальные ресурсы, переходят в разряд неэффективных.

УДК 658

КОБАЛЯН А.А.

СОЦИАЛЬНОЕ ПАРТНЕРСТВО – ОДНО ИЗ ГЛАВНЫХ УСЛОВИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ И ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ СПО

Колледж архитектуры и строительства № 7

Социальное партнерство – это система взаимоотношений между работниками (представителями работников), работодателями (представителями работодателей), органами государственной власти, органами местного самоуправления, направленная на обеспечение согласования интересов работников и работодателей по вопросам регулирования трудовых и иных, непосредственно связанных с ними отношений (ст. 23 ТК РФ). Социальное

партнерство – это путь построения гражданского общества. В образовании, следовательно, - путь его демократизации.

Сегодня одной из главных задач системы образования (в связи с ростом требований к квалификации и качеству подготовки специалистов) является полный учет требований работодателей.

Чтобы заинтересовать своих партнеров, образовательное учреждение должно готовить выпускников, обладающих, наряду с профессиональными характеристиками, развитыми личностными качествами, такими как коммуникативность, креативность, ответственность.

Профессиональная готовность студентов рассматривается как личное качество и существенная предпосылка эффективной деятельности специалиста по окончании колледжа, успешного выполнения своих обязанностей, правильного использования знаний, опыта, помогает сохранять самоконтроль, быстро адаптироваться к условиям труда и дальнейшему профессиональному совершенствованию. Современному производству нужны специалисты инициативные, способные внести новые идеи, управлять.

Для повышения профессионального уровня будущих специалистов филиал ГБПОУ КАС № 7 в пос.Новосмолинский активно сотрудничает с такими предприятиями региона, как ОАО Агрофирма «Птицефабрика «Сеймовская»», ООО «База отдыха «Пурхма»», Администрация г. Володарск, Управление Федеральной службы государственной регистрации Кадастра и картографии по Нижегородской области, где студенты получают хорошие практические навыки.

При прохождении студентами колледжа производственной и преддипломной практики заключается договор между колледжем и предприятием, на котором они проходят практику.

Социальное партнерство для СПО должно стать естественной формой существования. В условиях рыночной экономики только в тесном контакте с работодателями, другими образовательными учреждениями, общественными организациями, органами управления и самоуправления образовательное учреждение сможет выполнять свое главное предназначение - давать качественную профессиональную подготовку по специальностям, востребованным на рынке труда.

Успех в деле формирования социального партнерства, а значит повышения качества образования, сегодня во многом зависит от инициативы действий регионального руководства. Но в еще большей степени это зависит от самих образовательных учреждений, от инициативы и энергии их руководителей, понимания ими всей важности данного вопроса и способности вовлечь в него всех своих потенциальных партнеров – как на рынке труда, так и на рынке образовательных услуг.

УДК 658

КОБАЛЯН А.С., КОБАЛЯН А.А.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ: НИЖЕГОРОДСКИЙ ВАРИАНТ

Колледж архитектуры и строительства № 7

Вопрос реализации программы импортозамещения в России стоял на повестке дня уже давно, поскольку доля импорта была и пока еще остается достаточно высокой. Фактором, стимулирующим ускорение решения этой задачи и определяющим ее приоритетность, стали предпринятые против России и нацеленные на стратегические сектора экономики, санкции западных стран.

В марте 2014 г. были введены санкции против Российской Федерации, цель которых в изоляции страны от всего мира. Инициатором этого стало руководство США,

позже присоединились страны Евросоюза и их партнеры. Причиной для столь решительных мер против России, по мнению США, было вступление Республики Крым и города Севастополь в состав России.

Прежде всего, санкционные меры отразились на экспортно-импортных потоках товаров. Если говорить об отраслевой структуре санкций, то можно заметить, что большинство санкции направлено на конкурентоспособные отрасли экономики России: газовую, атомную, военную и нефтяную промышленность России. Такой шаг, предпринятый рядом стран против России, направлен на вытеснение российских компаний с мирового рынка. Правительству Российской Федерации необходимо было как можно скорее реагировать на санкции, выдвинутые западными странами.

В соответствии с Указом Президента РФ от 6 августа 2014 года № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации» правительство РФ ввело 7 августа полный запрет на поставки говядины, свинины, мяса птицы, рыбы, сыров, молока, молочных продуктов, плодоовощной продукции из Австралии, Канады, стран Евросоюза, США и Норвегии сроком на 1 год.

Ограничение импорта иностранных товаров становится толчком для развития собственного сельского хозяйства и расширения поставок с другими странами, например странами Таможенного союза, Азии, Латинской Америки, которые настроены более дружелюбно по отношению к России.

Ввод эмбарго на импорт сельхозпродукции создал дополнительные условия для развития сельского хозяйства региона. С этой целью был утвержден план содействия импортозамещению Нижегородской области на 2015–2020 г.

Итак, одним из главных направлений развития экономики России на ближайшие годы становится импортозамещение, и даже в ряде случаев производство товаров, которые ранее не производились на территории России.

Многие регионы делают ставку на развитие отдельных отраслей с помощью программы импортозамещения.

С 2015 года на территории Нижегородской области действует программа содействия импортозамещению на период с 2015–2020 г. Главной целью программы является финансовая поддержка предприятий, производство которых содействует программе импортозамещения.

С целью уменьшения зависимости продовольственного рынка от поставок импортной продукции и повышения самообеспеченности региона основными продовольственными товарами проводится реализация программ развития производства сельскохозяйственной продукции по таким направлениям, как:

- «Развитие свеклосахарного производства в Нижегородской области на 2015–2017 годы»;
- «Развитие овощеводства защищенного грунта в Нижегородской области на 2015–2017 годы»;
- «Развитие мясного скотоводства в Нижегородской области на 2015–2017 годы»;
- «Развитие семеноводства сельскохозяйственных культур Нижегородской области на 2015–2020 годы».

Сегодня нижегородский регион по многим позициям в числе лидеров по развитию сельского хозяйства в России.

Большинство рассмотренных вопросов уже решается либо будет рассмотрено в ближайшее время. Так, в нашем регионе создан фонд по предоставлению займов на реализацию проектов при Министерстве промышленности и торговли по импортозамещению на беспрецедентно льготных условиях. А Правительство РФ старается облегчить правила стандартизации продукции и таможенному регулированию.

МОДЕЛЬ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ОТРАСЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Исследования проблематики кластеризации показали, что требуется формирование кластеров не только на уровне предприятий, но и объединение в кластер нескольких отраслей экономики. Цель создания кластера - эффективное сочетание внутрикластерной кооперации и внутренней конкуренции, сетевой характер взаимодействия участников позволят сформировать ориентированную на результат цепочку распространения новых знаний, технологий и инноваций, следствием которой будут:

- повышение конкурентоспособности отраслей, входящих в кластер;
- обеспечение высоких темпов инновационного развития научно-технического потенциала территории;
- объединение научно-технических возможностей;
- усиление инновационной составляющей развития отраслей;
- социально-экономическое развитие региона и др.

Авторами была разработана модель кластеризации отраслей на основе показателей оценки текущего состояния отраслей в целях проведения научно-обоснованной промышленной политики. Отличительной особенностью модели является учет показателей оценки привлекательности отраслей по двум группам. Одна группа показателей отражает текущее состояние объекта в различных аспектах (экономическом, социальном и т.п.). Другая группа показателей отражает динамику, т.е. перспективу развития анализируемых объектов. Для реализации предложенного подхода на практике были разработаны методика оценки текущего состояния привлекательности отраслей и методика оценки развития отраслей. Данные методики включают два контура: 1) контур, определяющий состав и значение частных показателей в зависимости от заинтересованных сторон и их целей. Основой данного отбора является общерегиональные и межрегиональные сопоставления. В предложенной процедуре отражены требования, принципы отбора, виды показателей, способы определения величин отобранных показателей; 2) контур, определяющий метод интеграции отобранных частных показателей в комплексный. Предлагаемый метод базируется на методе парных сравнений и позволяет формировать комплексный показатель, включающий показатели различного характера, в основном являющиеся качественными и/или нефинансовыми. Это позволяет формировать рейтинговые оценки привлекательности отраслей. На основе рейтинговых оценок можно определять отрасли, входящие в кластер.

Влияние проекта на развитие региона:

- повышение эффективности управления регионом в области промышленной политики;
- повышение экономического потенциала региона;
- повышение конкурентоспособности отраслей региона путем кластеризации;
- содействие экспорту товаров и услуг предприятий региона в результате создания кластера и др.

Критерии оценки конкурентоспособности кластера: масштаб, технологическое лидерство, уровень жизни населения, бюджетная эффективность, содействие общему экономическому росту, инновационность и др.

Библиографический список

- 1. Колесов, К.И.** Вопросы оценки инвестиционного климата и привлекательности экономических систем / А.А. Иванов, Н.Д. Иванова, Д.Ю. Ковылкин, К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова // «Современные проблемы науки и образования». – 2013. - №4. С. 260.
- 2. Колесов, К.И.** Анализ финансовой отчетности предприятия: учебное пособие / К.И. Колесов, А.С. Узбекова. - Н. Новгород, 2012. - 240 с.
- 3. Колесов, К.И.** Проблемы оценки инвестиционной привлекательности отраслей / К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова, А.А. Иванов, Д.Ю. Ковылкин, Н.Д., Иванова // «Научное обозрение». - 2015. №16. - С.343-346

УДК 338

КОЛОСКОВА Е.М.

МЕНЕДЖМЕНТ В РОССИИ: НАУКА ИЛИ ИСКУССТВО?

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

К настоящему времени профессия менеджера получила широкое распространение по всему миру, а менеджмент стал одним из главных направлений современной экономической науки.

В России направление менеджмент появилось сравнительно недавно, с зарождением рыночных отношений и развитием предпринимательства. Основой его являются человеческие ресурсы (работники) и предпринимательская деятельность. Наша система управления, несомненно, отличается от других стран. Все началось с определения: английское слово «management» не переводится дословно на русский язык, поэтому ключевое понятие размыто и имеет несколько значений: наука управления и искусство управления.

Как наука управления менеджмент имеет самостоятельную область знаний, свой предмет изучения, свои проблемы и способы их решения. Научную основу ее составляет вся сумма знаний об управлении, представленная в виде концепции, теорий, принципов, методов, способов управления. Менеджмент как наука позволяет не только своевременно и качественно управлять текущими процессами, но и прогнозировать развитие событий, разрабатывать стратегию.

Как искусство управления менеджмент базируется на том, что хозяйствующий элемент является сложной системой, на которую воздействуют разнообразные внешние и внутренние факторы. Главным фактором являются люди, которые различаются по характеру, развитию, образованию, мотивам к труду и др. Учет этих факторов требует научного подхода и искусства его применения.

Перечислим основные особенности российского стиля управления:

- процесс принятия решений носит индивидуальный характер;
- решения принимаются менеджерами на каждом уровне управления, вышестоящие руководители не дублируют решения своих подчиненных
- российский топ-менеджер сочетает в своем стиле управления качеством, как черты японского менеджмента, так и американского, т.е. приветствуется профессионализм, инициатива, умение осуществлять координацию действий и контроль;
- процедура контроля строго формализована. Проверки плановые, о них персонал предупреждается заранее, что косвенно стимулирует работу сотрудников и способствует их карьерному росту;
- отношения с подчиненными носят формальный характер, однако неформальные отношения полностью не исключаются.

Сопоставляя российский менеджмент, например, с японским и американским, можно сказать, что он сочетает в себе черты как одного, так и другого, что отвечает особенностям российского рынка и позволяет российскому бизнесу эффективно функционировать в сложных, постоянно меняющихся условиях.

Следовательно, можно сделать вывод, что менеджер в России – не просто выученный управленец, а активный, заинтересованный человек, имеющий огромную базу знаний, он соединяет науку и искусство управления в единый процесс, в основе которого личностный талант по использованию научных и практических знаний и постоянный механизм их пополнения и обновления. Талантливые менеджеры являются ключевыми элементами успешного бизнеса и напрямую влияют на показатели его эффективности.

УДК 67.01

КОНДРАТЬЕВА Е.В.

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
ООО «Пешеланский гипсовый завод»

Первое место в России по объему затрат на научно-исследовательские разработки предприятий в 2014 г. заняла Нижегородская область. Актуальность данной темы не вызывает сомнения, поскольку развитие промышленности Нижегородской области в последнее время происходит за счет развития Оборонно-промышленного комплекса. Однако, на основании приведенных последних данных Росстата выявлено, что достижение 40%-ной доли инновационной продукции к 2020 г., предусмотренные Стратегией развития Нижегородской области до 2020 г., не будет достигнуто. В условиях кризисных явлений актуальность развития инноваций возрастает. В статье обосновывается обостряемость проблемы, необходимость увеличения объема высокотехнологичного продукта в области, рассматриваются причины низкого воспроизводства инновационного продукта в России и Нижегородской области.

В статье также отражена структура промышленности Нижегородской области по отраслям, приведен анализ структуры. На основании вывода о преобладании Оборонно-промышленного комплекса в Нижегородской области сделан акцент на доминирующие инновации в данный комплекс, что недостаточно обеспечивает улучшение благосостояние населения региона, как предусмотрено Стратегией развития Нижегородской области до 2020 г.

Строительная отрасль особо сильно подвергается кризисным явлениям. На примере ООО «Пешеланский гипсовый завод» рассматривается процесс внедрения и развития даже в кризис инновационного проекта «Производство гипсостружечных плит» - экологически чистого продукта, аналога которому нет в России. Внедрение инноваций является вопросами коммерциализации, выживания в сложный период конкурентной борьбы. Поэтому, по мнению автора, инновации начнут свое ярко выраженное развитие именно в организациях внебюджетной сферы.

Рассмотрены действующие концепции инновационного развития в Оборонно-промышленный комплекс в регионе. Автор приходит к выводу, что для успешного развития инноваций необходима эффективная система управления инновациями, что качественнее возможно реализовать на промышленном предприятии среднего уровня.

Использование на практике научных разработок диктует предприятию обновление кадрового состава или повышение квалификации имеющегося, что в кризисное время достаточно сложно реализовать в бюджетной сфере.

Автор приводит сравнительные структуры управления экономикой на ООО «Пешеланский гипсовый завод» и ОАО «Арзамасский машиностроительный завод», исходя из которых делает предположение о том, что развитие инновационных проектов необходимо начинать именно с развития кадрового персонала. Действующая в настоящее время система управления инновациями не способна обеспечить сохранность бюджетных государственных средств. Излагается предположение о слабом контроле за расходованием бюджетных средств в инновации Оборонно-промышленного комплекса России, Нижегородской области.

Можно выделить основные проблемы, препятствующие формированию благоприятного инновационного климата в Нижегородской области:

- негативная экономическая ситуация в стране и регионе;
- процесс внедрения инноваций требует достаточно длительного периода времени. сроки реализации инновационных проектов часто не выдерживаются;
- действующая в настоящее время система управления инновациями не способна обеспечить сохранность бюджетных государственных средств.

УДК 006: 658

КУРАНОВА Е.А., ЗАПОРОЖЦЕВ А.В.

ПОДГОТОВКА ПРЕДПРИЯТИЯ К ПЕРЕХОДУ НА НОВУЮ ВЕРСИЮ СТАНДАРТА ISO 9001:2015

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение системы менеджмента качества является стратегическим решением для организации, которое может помочь улучшить результаты ее деятельности и обеспечить прочную основу для инициатив, ориентированных на устойчивое развитие.

15 сентября 2015 г. опубликована новая версия стандарта ISO 9001:2015 Quality management systems - Requirements. Новая версия ISO 9001 (ИСО 9001) разработана Международной организацией по стандартизации (ISO). 3 октября 2015 г. принят аутентичный национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1]. С выходом новой версии ИСО 9001 отменяется действие предыдущей версии этого стандарта 2008 г. - ISO 9001:2008 (ГОСТ Р ИСО 9001-2008) [2]. Это означает, что системы менеджмента качества (СМК), ранее разработанные по ныне отмененной версии ИСО 9001, требуют перехода на новые требования ISO 9001:2015 (ГОСТ Р ИСО 9001-2015).

Следует отметить, что новая версия ISO 9001:2015 содержит целый ряд существенных изменений, которые переводят этот стандарт на новый уровень в сравнении с версией ISO 9001:2008.

Одним из наиболее интересных изменений стандарта является отход от классических корректирующих и предупреждающих действий. Новая версия стандарта ISO 9001:2015 предлагает применять модель управления рисками. Эта модель является более общей, чем жесткий набор действий, которые указаны в ISO 9001:2008 (в разделах корректирующие и предупреждающие действия).

В настоящее время область управления рисками становится одной из самых важных областей управления предприятием. Процесс управления рисками позволяет предприятию достичь более высоких результатов работы, целевых показателей прибыли и рентабельности, повысить эффективность их деятельности. Кроме того, процесс управления рисками, встроенный в общую систему управления, позволяет избежать нанесения ущерба репутации предприятия и связанных с этим последствий [3].

В связи с переходом на новую версию стандарта ISO 9001:2015 возникает проблема оценки рисков для корректирующих и предупреждающих действий. Так как стандарт ISO 9001:2015 не дает рекомендаций по оценке рисков, то необходимо разработать методику оценки рисков для корректирующих и предупреждающих действий на основе общей теории рисков.

УДК 338

ЛУКЬЯНОВА М.А., БОЛОНИЧЕВА Т.В., УСОВ Н.В.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Логистический процесс прямо или косвенно участвует во всех сферах общественной деятельности и оказывает огромное влияние на деятельность любого предприятия. Тем не менее, предприятие обращает внимание на логистику только тогда, когда в этой сфере возникают проблемы.

Логистический процесс представляет собой определенную последовательность основных логистических операций и совокупность действий, обеспечивающих их выполнение с целью эффективного взаимодействия элементов и оптимизации логистической системы в целом. Осуществление логистических процессов и операций нуждается в централизованном управлении, а управление нуждается в периодической оптимизации при изменившихся условиях деятельности предприятия или внешней среды. Задачами оптимизации управления логистикой являются контроль, анализ и снижение издержек товародвижения.

Актуальность темы обусловлена тем, что в современных условиях технологического прогресса особую важность приобретают вопросы, связанные с оптимизацией логистических процессов на предприятиях. Актуализируется проблема сокращения упущенной выгоды производственных предприятий, связанная с уменьшением времени реагирования на заказ, что требует разработки эффективных подходов к управлению процессом выполнения заказов.

В складской логистике одним из важнейших конкурентных преимуществ и целей оптимизации является время – это едва ли не основной показатель деятельности предприятия, которое использует складские помещения. Большая часть операций, выполняемых вручную, автоматизируется, что помогает избежать большого количества ошибок, связанных с человеческим фактором. Также важно отметить значимую роль логиста в решении специальных задач в логистических процессах и усовершенствовании складской информационной системы.

При поступлении необходимой информации и наличии современных технологий ее обработки в логистических системах фирма сможет извлекать неплохую выгоду. Успешно работающие логистические подразделения ставят компьютеризацию в приоритет и рассматривают ее как важный источник реализации потенциальных возможностей логистики в финансовых аспектах.

Система обработки заказов – это нервный центр логистической системы. Заказ потребителя выступает как коммуникационное сообщение, приводящее в движение весь логистический процесс. Непосредственное влияние на затраты и эффективность всех операций оказывает скорость и качество информационных потоков. Медленные и нечеткие коммуникации могут привести не только к потере потребителей, но и к излишне высоким затратам при транспортировке, содержании запасов и складировании, а также к

потенциальной неэффективности производства из-за частой перенастройки оборудования для выпуска другой продукции.

Анализ деятельности склада – это систематический анализ номенклатуры и процессов обработки заказов. Анализ необходим для быстрого обнаружения ключевых причин возникновения проблем в материальных и информационных потоках, выделения основных путей улучшения процессов и предоставления объективных данных для предприятия.

УДК 338

ЛУКЪЯНОВА М.А., БОЛОНИЧЕВА Т.В., УСОВ Н.В.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При выборе складского оборудования и варианта его размещения оптимальным является вариант с максимальным значением показателя эффективности использования складского объема при минимальных затратах. В результате эффективных мероприятий предприятие сможет осуществить оптимизацию процессов логистики, результатом которой станет достижение основных целевых показателей (табл. 1).

Таблица 1
Основные целевые показатели

№ п/п	Наименование показателя	Достигаемая цель
1	Степень использование площади склада	Максимальная
2	Степень использование объема склада	Максимальная
3	Доступ к товару	Свободный доступ
4	Организация порядка прохождения груза	«ФИФО» («первый прибыл – первый выбыл»)
5	Число обслуживающего «подъемно-транспортного оборудования»	Минимальное
6	Уровень эксплуатационных затрат	Низкое
7	Удобство при монтаже	Легкосборный

Планировка любого складского помещения должна включать в себя грамотное зонирование территории, отведенной для хранения различных категорий грузов, а также определение места установки стеллажей, ширины проходов между ними и организацию рабочих зон и площадок для сортировки. От того, насколько хорошо продумана расстановка стеллажей на складе, зависит не только удобство и скорость работы специалистов, но и прибыль предприятий. Единого варианта распределения стеллажей на складе не существует. В каждом конкретном случае схема определяется с учетом потребностей той или иной организации. Однако, обобщив знания и опыт работы различных организаций, можно сделать следующие выводы:

- упрощенная планировка помещений, чем проще форма склада, тем быстрее можно будет загрузить-выгрузить какой-либо объект;
- расположение стеллажей на складе должно обеспечивать бесперебойный процесс загрузки и отгрузки товаров;
- использование большего количество полок, что позволяет существенно сэкономить занимаемую площадь;
- размещение офиса за пределами склада, чтобы по максимуму использовать возможности складского помещения;

- выделение достаточного места для проходов; они должны быть достаточно узкими, чтобы рационально тратить площадь хранения, и достаточно широкими, чтобы не затруднять работу оборудования;
- перемещение товаров в пределах одного помещения по прямым линиям.

Таким образом, рациональная разбивка складских площадей на рабочие (складские) зоны позволяет обеспечить оптимальный процесс переработки грузов на складе при максимальном использовании имеющихся складских мощностей. Основным принципом деления складской площади является выделение пространства с учетом особенностей поступления товара, характеристик складской техники и т.д. для последовательного осуществления логистических операций грузопереработки.

УДК 388

МАНСУРОВ Р.Ш., ЛЕЩЕНКО Е.С., ЗУБОВ Н.В.

ВИДЫ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТНИКОВ РЫНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Под интеграцией в современной экономике понимается системное объединение стран, регионов, отраслей или организаций для достижения взаимных выгод [1, с. 187]. Интеграция способствует достижению следующих целей:

- использование преимуществ экономии от масштаба за счет расширения размеров рынка и сокращения транзакционных издержек;
- создание более стабильной и предсказуемой среды для взаимной торговли, а также благоприятной внешнеполитической среды;
- создание блока стран для участия в многосторонних торговых и иных переговорах;
- содействие структурной перестройке экономики стран, осуществляющих глубокие экономические реформы, при подключении их к региональным торговым соглашениям со странами, находящимися на более высоком уровне рыночного развития;
- поддержание молодых отраслей национальной промышленности, для которых в этом случае возникает более широкий региональный рынок [3, с. 23].

Для более детального анализа интеграционных процессов их необходимо исследовать на макроуровне:

1. Зона свободной торговли (free trade area) означает отмену торговых ограничений между странами-участницами (таможенных тарифов и количественных ограничений).

2. Таможенный союз (custom union) - межгосударственное формирование, в рамках которого действует соглашение об установлении общего внешнего тарифа, отмене ограничений на торговлю для членов союза и проведении единой внешнеторговой политики в отношении третьих стран.

3. Общий рынок - форма экономической интеграции стран, предполагающая свободное перемещение товаров, работ и услуг, а также факторов производства — капитала, трудовых ресурсов - через границы стран, являющихся членами общего рынка.

4. Экономический союз – межгосударственное соглашение между странами, разрешающее свободное обращение капитала, рабочей силы, товаров и услуг, а также предполагающее гармонизацию и унификацию социальной, фискальной и монетарной политики [2, с. 102].

5. Валютный союз - формальное межгосударственное соглашение о взаимозаменяемости валют во внутренних расчетах, о создании межнациональных или наднациональных эмиссионных центров (выпуск и обращение ценных бумаг и денег) о возможности офи-

циального, с согласия страны-эмитента, использования чужой валюты в денежном обращении своей страны.

Библиографический список

- 1. Мансуров, Р.Ш.** Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, А.С. Ермилин. – Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013.
- 2. Мансуров, Р.Ш.** Определение эффективных стратегических проектов в промышленности: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, С.П. Бараненко, А.С. Ермилин. – Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014.
- 3. Мансуров, Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров.- М.: Российская академия предпринимательства, АП «Наука и образование», 2014.

УДК 388

МАНСУРОВ Р.Ш., ЛЕЩЕНКО Е.С., ТЕЖИКОВ И.И.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Главная цель компании - это удовлетворение потребностей общества за счет преобразования ресурсов (финансовых, материальных, человеческих и др.) в готовую продукцию.

К объективным закономерностям жизнедеятельности компании следует отнести: взаимодействие целого и его частей, иерархичность, коммуникативность, развитие [3, с. 155]. Указанные закономерности являются основой для разработки научно обоснованной методологии управления инновационным развитием компании. По результатам анализа воздействия закономерностей развития и функционирования на состояние объекта можно сформулировать методологические принципы управления инновационным развитием компании: целостность, экономическая эффективность, обратная связь, иерархичность, обеспеченность ресурсами, альтернативность, адаптивность, самоорганизация [1, с. 104].

Целостность. Инновационное воздействие должно обеспечивать появление новых свойств, которых не было ранее. Реализация принципа позволит получить новые результаты с качественными изменениями и обеспечивается теорией портфельного анализа. **Экономическая эффективность.** Данный принцип заключается в отборе тех инновационно - управляющих воздействий, которые обеспечивают эффективный экономический результат. Применяется метод экспертных оценок. **Обратная связь** заключается в разработке каналов передачи информации в обратном направлении для эффективного воздействия на управляемый элемент (участник). **Ситуационное моделирование.** **Иерархичность** заключается в распределении функциональных обязанностей по уровням организационной иерархии. **Используется кластерный анализ.** **Обеспеченность** - выбор таких инновационно управленческих решений, для реализации которых у компании есть необходимые ресурсы соответствующего качества. **Альтернативность** - выбор такого инновационно управленческого воздействия, которое обеспечит выпускаемую продукцию новыми свойствами. **Метод экспертных оценок.** **Адаптивность** - учет основных условий внешней и внутренней среды в процессе инновационного воздействия. **Самоорганизация** - максимальное использование имеющегося потенциала для самоорганизации в процессе инновационного воздействия.

Реализация изложенных принципов позволит разработать программу инновационного развития с учетом корпоративного видения, ограниченности ресурсов и различных взаимосвязей участников [2, с. 65].

Библиографический список

- 1. Мансуров, Р.Ш.** Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, А.С. Ермилин. – Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013.
- 2. Мансуров, Р.Ш.** Определение эффективных стратегических проектов в промышленности: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, С.П. Бараненко, А.С. Ермилин. – Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014.
- 3. Мансуров, Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров.- М.: Российская академия предпринимательства, АП «Наука и образование», 2014.

УДК 685.1(075)

МАТЮКОВ А.А., ТИХОНОВА К.С., РОДЮШКИНА В.Д.

АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИЙ В РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для создания регулирования процесса внедрения инноваций в РФ был создан проектно-документ «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г». Он сообщает, что серьезное отставание России в инновационной сфере обусловлено многими проблемами, касающимися предоставления льгот, разработанности нормативно-правовой базы, коррупционной составляющей.

Ознакомившись с проектом, Л. Э. Миндели пришел к следующему выводу: «Реализация документа вряд ли приведет к достижению означенных целей, если это вообще предполагалось авторами.» Существенным недостатком Стратегии является ошибочность и неадекватность базовых критериев оценки качества науки, научной деятельности и научных достижений, что предопределяет не только заведомую неэффективность исследуемого документа, но и дисфункциональность (вплоть до несостоятельности) государственного управления и государственной политики в сфере науки.

Для обеспечения конкурентоспособности предприятиям РФ необходимо выбрать правильный курс, основанный на точном и объективном анализе.

Другая группа ученых в лице Шутова В.С., Скворцовой А.О., Рожковой Л.В. предлагают альтернативную Стратегию в статье, где описаны три основных сценария развития инноваций [1]:

1. Сценарий индустриального инновационного развития. Достоинства: возможность быстрой реализации при достаточных финансовых потоках; понятность схемы для большинства руководителей индустриальных секторов экономики; сохранение крупных лабораторий, направлений фундаментальных исследований. Недостаток: нерациональное расходование ресурсов. По некоторым оценкам экспертов, лишь 10 % парка модернизации идет на дело, остальное растрачивается (откаты, многоступенчатые схемы поставок и т.п.).

2. Сценарий постиндустриального инновационного развития. Достоинство: он в большей степени обеспечивает вероятность качественного инновационного рывка национальной экономики. Недостаток: относительная сложность реализации данного сценария. Например, создание соответствующих инфраструктур связано с изменением законодательства, выработкой новых стандартов и систем оценки, а это и многое другое потребует много сил, средств и времени.

3. Сценарий инновационного развития с опорой на транснациональные корпорации (ТНК). Достоинства: сохраняется концентрация финансовых средств, что позволяет обеспечить нужный уровень развития науки и техники, пусть лишь внутри корпоративного сектора; приближение науки к бизнесу, к производству в противовес «чистой науке», которая не склонна превращать свои достижения в конкретные технологические решения. Недостаток: корпорации по своей внутренней сути ориентированы на собственные интересы и, занимая ключевые роли в обществе, могут сильно «оттянуть одеяло» на себя.

России необходимо выбрать действенную стратегию дальнейшего развития, путем подробного анализа мирового опыта и внутреннего рынка. За какими моделями останется поле конкуренции, покажет время.

УДК 338

НЕЗНАХИНА Е.Л., КОЩЕЕВА Д.Д., ПЛАТУНОВА Т.Н., СЮСИНА Н.С.

СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ КАК ИНСТРУМЕНТ СОВРЕМЕННОГО МАРКЕТИНГА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интернет - динамично развивающаяся мощная информационная сеть, которая привлекает все большее число пользователей каждый год. Продвижение в Интернете в комплексе маркетинга является необходимым и, как показывает практика, одним из наиболее часто используемых инструментов. Однако с течением времени и развитием технологий традиционные способы продвижения продукции и услуг теряют свою эффективность. На место этих способов приходят новые инновационные и малозатратные способы продвижения в сети. Продвижение в социальных сетях является лидером среди этих способов. Все большее количество рекламодателей обращается к социальным сетям, чтобы повысить лояльность клиентов, обрести новых и напомнить о себе с помощью различных акций.

На данный момент в нашем регионе наиболее популярны три социальные сети:

- Vk.com;
- Instagram;
- Одноклассники.ру.

Если углубиться в анализ целевой аудитории этих ресурсов, можно легко представить себе портреты потребителей. На «отсеивание» аудитории влияет и специфика каждой из перечисленных соцсетей.

Для пользователей сети Vk.com портрет может быть описан так: люди в возрасте 12-40 лет, среднего и низкого достатка, образ жизни может быть совершенно разнообразным, объединяет их то, что они могут позволить себе тратить время на общение (переписки), просмотр раздела «новости», прослушивание музыки и пр. Основная часть целевой аудитории использует эту соцсеть для развлечения и релакса.

Портрет пользователя сети Instagram: молодые люди и девушки в возрасте 16-35 лет, среднего и высокого достатка, в основном люди творческих профессий (фотографы, дизайнеры, блоггеры, мастера сферы красоты, художники и пр.) либо студенты. Сеть Instagram подразумевает наличие красивой картинки и минимум текста, поэтому эту сеть используют для развлечения либо для визуального представления товаров/услуг.

Целевой аудиторией сети Одноклассники.ру является более взрослая категория людей. Возраст около 30-55 лет, среднего и низкого достатка. Можно назвать эту сеть аналогом сети Vk.com для старшего поколения. Цели, реализуемые в этой сети: общение и развлечения.

Итак, исходя из различия потребностей целевой аудитории перечисленных соцсетей, можно вычислить, какая из них будет наиболее эффективна в продвижении конкретного бизнеса, и какого типа посты следует публиковать в каждой из них.

Основным преимуществом таких маркетинговых инструментов является легкость сбора статистических данных по потребителям. При анализе аудитории важно не только фиксировать количество пользователей, но и брать в расчет обстоятельства, которые позволят спрогнозировать тенденции и точнее адаптировать к запросам аудитории технологические аспекты ресурсов, сетку вещания, новые форматы публикаций, предположить и учесть интересы аудитории и особенности потребления.

Продвижение в социальных сетях основано на рекомендациях. Поддержание качественной репутации и имиджа компании во многом, а в некоторых моментах напрямую зависит от количества и характера полученных рекомендаций относительно ее услуг или ее товара.

Не только постоянная реклама и выгодные предложения от имени бренда играют роль в привлечении поклонников (клиентов, партнеров и т.п.). Сейчас наиболее авторитетным ярлыком доверия обладает тот бренд, который чаще рекомендуется. И не с помощью навязанной им же рекламы, а его клиентами (а также иначе связанными с этим брендом людьми).

Чем больше качественных рекомендаций из проверенных и достойных источников имеет бренд, тем выше степень его настоящей и будущей популярности.

Библиографический список

1. **Годин, А. А.** Годин А.М., Комаров В.М. Интернет-реклама: Учеб. пособие. – М: Дашкон и К 2013. – 168 с.
2. **Курасова, М.** Секерин В. Организация рекламных кампаний в системе Интернет // Маркетинг. – 2016. – № 4. – С. 76-80.
3. **Мудров, А.Н.** Основы рекламы. М.: Экономист, 2014.- 319 с
4. Япаров А., Стратегии контекстной рекламы для разных типов бизнеса // Практика интернет маркетинга 3 квартал. 2015. –№ (10). – С. 36.

УДК 338

НОВИКОВА В.Н., РАТАФЬЕВ С.В., УСОВ Н.В., БОЛОНИЧЕВА Т.В.

СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Широкое распространение инновационной активности в различных сферах деятельности привело к пониманию того, что целесообразность использования любой инновации должна быть тщательно обоснована, поскольку применение инновации может иметь как желательные, позитивные, так негативные, нежелательные последствия. В докладе предлагается рассматривать инновационную деятельность с точки зрения разрешения проблемных ситуаций. Такой подход представляется совершенно оправданным в тех случаях, когда исследуется возможность решения некоторой проблемы путем внедрения инновации.

Моделирование процессов выхода из проблемных ситуаций — одна из важнейших задач прикладного системного анализа. Отечественными и зарубежными учеными, занимающимися системным моделированием проблемных ситуаций, предложено немало технологий этой деятельности. При всем их разнообразии, они имеют общие черты, в первую очередь - системный взгляд на проблему, способы решения и оценку возможных последствий. Таким образом, предлагаемый в докладе подход имеет в своей основе системное моделирование процесса принятия решения о целесообразности использования инновации.

Технология прикладного системного анализа предполагает реализацию следующих этапов:

1. Фиксация проблемы в той версии, которую излагает клиент;
2. Диагностика проблемы, т. е. отнесение ее к одному из известных классов с целью выбора методов и процедур разрешения;
3. Составление списка стейкхолдеров - лиц и организаций, причастных к проблемной ситуации, которые будут участвовать в оценке результатов инновационной деятельности;
4. Выявление «проблемного месива», или проблематики, поскольку любая проблема клиента есть симптом лишь одной из «месива» проблем;
5. Определение конфигуратора - набора языков, позволяющего полностью описать все элементы «проблемного месива»;
6. Целевыявление, или выявление «целевого месива»: множество стейкхолдеров всегда приводит к появлению множества целей, обычно противоречивых или даже взаимоисключающих;
7. Определение критериев как параметров, описывающих систему, или показателей качества системы, содержащей проблему;
8. Экспериментальное исследование системы, поскольку полную информацию о ней обычно невозможно получить на основе теоретических построений и «разумных допущений»;
9. Построение и усовершенствование моделей системы, в которой возникла проблемная ситуация; одним из важнейших назначений моделей системы является возможность построения прогнозов последствий применения инновации;
10. Генерирование альтернативных способов разрешения проблемы: в данном случае альтернативами будут являться различные инновации;
11. Выбор, или принятие решения, которым будет являться выбор подходящей (оптимальной в некотором смысле) инновации;
12. Реализация улучшающего вмешательства, оценка его последствий и принятие окончательного решения о целесообразности применения инновации.

УДК 614.72+614.835.4

ОЗДОЕВА А.Х.², БЕРБЕРОВА М.А.¹

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТОВ ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

АНО Международный Центр по ядерной безопасности¹,
РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина²

Одна из наиболее острых и актуальных проблем в нефтегазовом секторе России сегодня - использование нефтяного попутного газа (НПГ). Нерациональное использование НПГ приводит к значительным потерям ценного сырья, ухудшению экономической обстановки в районах добычи. Попутный газ является энергетическим ресурсом и содержит ценнейшие компоненты, служащий сырьем для нефтехимической промышленности.

Таблица 1
Основные показатели использования нефтяного попутного газа в России

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Добыча, млрд м ³	35,9	42,6	48,5	54,9	57,6	57,9	61,2
Сожжено в факелах, млрд м ³	7,1	11,1	11,1	14,7	15,0	14,1	16,7
Поставки на переработку, млрд м ³	23,7	26,0	31,6	34,0	34,9	35,5	34,8
Использовано на собственные нужды, млрд м ³	5,1	5,5	5,8	6,2	7,7	8,3	9,7
Уровень утилизации, %	80,1	73,8	77,2	73,3	74,0	75,6	72,6

Долгое время подходы, предлагаемые компаниями по оценке инвестиционных проектов, носили несколько нормативный характер. Основа этого анализа была заложена довольно давно, однако стоит задуматься над кардинальной модернизацией расчетных параметров. Решить возникшие проблемы, связанные с сжиганием огромного количества потенциально прибыльного сырья (ПНГ), можно только проведя комплексный анализ. Оценка существенности влияния рисков на проект может быть сделана на основе метода анализа чувствительности, который является наиболее распространенным и простым в применении. Сущность данного метода заключается в определении различий в экономической приемлемости проекта (например, значение чистой текущей стоимости) в зависимости от колебания значений рисков факторов.

При анализе проблем использования НПГ следует исходить из приоритетной роли государства, поскольку оно является проводником общенациональных экономических интересов и обладает широким набором регулирующих инструментов. В его компетенцию входит формирование нормативно - правовой и процедурной базы, необходимой для решения экономических проблем. Один из важнейших национальных интересов заключается в рациональном использовании ресурсов углеводородного сырья, и, в том числе нефтяного газа. В сферу интересов государства входит обеспечение надежного энергосбережения, пополнение бюджетов, охрана окружающей среды, в частности, предотвращение сжигания попутного газа.

УДК 338

ОПАРИНА П. В.

МАРКЕТИНГ В ИННОВАЦИОННОЙ СФЕРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Маркетинг – это деятельность по изучению рынка, управлению и регулированию производства и сбыта товаров и услуг на основе информации о конъюнктуре рынка.

Отличительной особенностью маркетинга в инновационной сфере является то, что инновационный маркетинг работает не с реальным продуктом, а с идеей, новшеством. Задача состоит в том, чтобы определить принесут ли данные идея или новшество достаточную прибыль для компенсации затрат на поддержку инновации.

По видам выделяют стратегический и тактический маркетинг. В основу стратегических маркетинговых исследований закладывается анализ конъюнктуры рынка с последующей разработкой сегментов рынка, организацией и формированием спроса, моделированием поведения покупателя. Тактический маркетинг – это способ вывода на рынок новых продуктов, которые могут быть новыми для рынка (потребителей) или для конкретной фирмы, их осваивающий.

Инновационный маркетинг по формам бывает регулярный и санационный. Регулярный инновационный маркетинг служит для поддержания конкурентоспособности организации посредством постоянного формирования и задействования технологического и коммерческого заделов продуктовых и процессных инноваций, способных восстановить или повысить прибыльность ИП в случае ухудшения конъюнктуры сбыта ранее выпускавшегося продукта либо предложения ставших более дорогими покупных ресурсов. Для санационного инновационного маркетинга характерно, что на первом месте выступают не продуктовые инновации, а процессные, ведущие к экономии наиболее дорогостоящих покупных ресурсов, а также к снижению постоянных издержек.

Рассмотрим основные задачи инновационного маркетинга. К ним относятся [1]:

- выбор продукта;

- выбор соотношения между степенью вертикальной интеграции и контрактации в операциях с осваиваемым продуктом (выбор доли собственных работ в себестоимости продукта по сравнению с удельным весом поставок и услуг контрагентов);
- выбор типов сделок, с помощью которых будет организована продуктовая линия (совокупность контрактов на закупку ресурсов и продажу продукта), а также между рыночными и трансфертными сделками и возможностью их проведения на льготных условиях;
- выбор новой продуктовой линии.

Основной ролью инновационного маркетинга является обеспечение определенного коммуникативного поля для создания и распространения инновационных продуктов. Маркетинг может ответить на вопросы, кто должен выступать на данном рынке, чего от него хотят, как обеспечить эффективное функционирование между участниками. Маркетинг также способствует формированию не только высококонкурентных, но и партнерских преимуществ [2].

Использование маркетинга в сфере инноваций предполагает выделение возможностей постоянного уменьшения элементов неопределенности и риска в оценках, решениях и действиях. Таким образом, можно сделать вывод о том, что маркетинг необходим для успешного функционирования и развития инновационного рынка.

УДК 51-7

ПОГОДИНА Е.В., БЕРБЕРОВА М.А.

ИНДИКАТОРЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНАЛА СТОХАСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Московский физико-технический институт

В настоящее время анализ нестационарных временных рядов, как и задач с ними связанными, представляет большую практическую важность и востребованность в различных областях: прогнозирование погоды в метеорологии; прогноз ценовых рядов на финансовых и сырьевых рынках; анализ функционирования организма человека в биомедицине. В частности, возникает задача анализа эффективности функционала стохастического управления, в которой присутствует случайное возбуждение, возникающее через равные промежутки времени и представляющее собой временной ряд. Классическим примером функционала стохастического управления является торговая стратегия на рынке ценных бумаг.

Классическая функция издержек в задаче стохастического оптимального управления не всегда отображает статистические свойства заданного функционала, не учитывает шумы, разброс данных. В данной работе предлагается провести анализ эффективности функционала с помощью различных индикаторов, учитывающих его свойства. Рассматривается частный случай задачи стохастического управления — управление ценными бумагами на финансовых и сырьевых рынках. Анализ проводится на некотором множестве виртуальных траекторий, построенных по интересующему нас фрагменту времени, а не на одной траектории в прошлом, как это принято делать при тестировании функционалов.

В силу нестационарности ряда выборочная функция распределения, построенная по известным данным, порождает виртуальную траекторию, являющуюся стационарным рядом. Поэтому для генерации пучка виртуальных траекторий используется эволюция выборочной функции, рассматриваемая либо как скользящее изменение функции распределения, либо как ее изменение при переходе от одного набора данных к другому.

СУЩНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ СОЦИАЛИЗАЦИИ БИЗНЕСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сущность социализации бизнеса заключается в его влиянии на включающую его систему, ограниченную временными, пространственными и функциональными параметрами, содержание которых определяется ценностями самого бизнеса и взаимодействующих с ним подсистем [1, с. 54]. Данная сущность реализуется в условиях конкретных пространственно-временных ограничений, которые с системной точки зрения можно условно охарактеризовать как периоды: антисоциальный, асоциальный, социальный. В содержательном аспекте каждый период, отражающий сущность социализации бизнеса, представлен вектором взаимодействия бизнеса с иными подсистемами в процессе реализации его экономической доминанты – производства стоимости.

Период антисоциальный связан с разрушением ценностей традиционного общества. В этот период действия бизнеса объективно направлены на разрушение доминирующих отношений. Одним из центральных тезисов данного периода явилось требование социальности его действий в контексте ценностей окружающей среды. На практике социализация реализовывалась в незначительной степени, что было обусловлено настоятельной необходимостью разрушения докапиталистических укладов в целях повышения доступности ресурсов, прежде всего капиталов, рабочей силы. Для данного этапа характерна мимикрия бизнеса, обусловленная необходимостью приспособливаться к требованиям религии, общественной риторики, вне рыночным нормам делового общения. В данный период сформировалось фрагментарное соответствие ценностей бизнеса более широким общественным, социальным требованиям, затрагивающим его внутреннюю и внешнюю среду [2, с. 121].

Асоциальный период развития бизнеса характеризуется декларированным и фактическим обособлением его ценностей. Ценности бизнеса развиваются как общественная доминанта – производство стоимости определяет характер развития социально-экономической системы в целом. Успешное развитие бизнеса в данный период позволило ему отказаться от прямого постулирования необходимости соблюдения предшествующих ему ценностей и создать собственную систему ценностей, основой которой явилось производство стоимости. Состав сопутствующих ценностей: преуспевание, бережливость [3, с. 77], прагматизм, индивидуализм. Отсюда автоматизация общества, доминирование личного, индивидуального. Поэтому определяющей чертой современного социального периода развития бизнеса является интеграция ценностей различных общественных групп [4, с. 92]. Ценности бизнеса становятся многогранными и конкретизируются в зависимости от среды, с которой он вступает в непосредственный контакт.

Библиографический список

- 1. Мансуров, Р.Ш.** Определение эффективности инвестиционных проектов с учетом интересов различных участников: Дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05: защищена 16.06.2006: утв. 20.05.2007. – Н.Новгород, 2006.
- 2. Мансуров, Р.Ш.** Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, А.С. Ермилин.–Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013.
- 3. Мансуров, Р.Ш.** Определение эффективных стратегических проектов в промышленности: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, С.П. Бараненко, А.С. Ермилин. – Н.Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014.
- 4. Мансуров, Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров.- М.: Российская академия предпринимательства, АП «Наука и образование», 2014.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА УЧАСТКЕ СБОРКИ ТОРМОЗНЫХ ШЛАНГОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Экономический кризис обострил проблемы организации производства отечественных предприятий, где продолжают доминировать устаревшие принципы, базирующиеся на концепции массового производства. В современных условиях модернизация производственной системы предприятия представляет собой некапиталоемкий способ повышения производительности и качества, выступает одним из перспективных источников роста конкурентоспособности.

Для понимания задач модернизации необходимо переосмыслить понятие «производственная система». В это понятие входят абсолютно все процессы, операции, связанные с созданием ценности для потребителя, включая и те, что несут в себе потери. Производственная система представляет собой обособившуюся в результате общественного разделения труда часть производственного процесса, способную самостоятельно или во взаимодействии с другими аналогичными системами удовлетворять те или иные нужды, потребности и запросы потенциальных потребителей с помощью производимых этой системой товаров и услуг[1]. Основная масса отечественных предприятий ориентированы на модернизацию производственной системы с использованием японского опыта, известного как TPS – Производственная Система Тойота (Toyota Production System), которая считается общепризнанным эталоном организации производственных процессов. Западная адаптация японской производственной системы получила название Lean production или Lean manufacturing или просто Lean, то есть Бережливое производство[2].

Переход от обычного производства к бережливому знаменует полный пересмотр основ организации как производственных отношений внутри предприятия, так и отношения с поставщиками и потребителями. Бережливое производство – это, прежде всего, современная управленческая философия борьбы с потерями. С этой целью используется целая система методик и инструментов, которые применяются для улучшения как производственных, так и обслуживающих процессов, составляющих производственную систему предприятия, причем такие улучшения завязаны на бизнес -цели организации и акцент делается на устранение всех видов скрытых потерь.

Объектом рассмотрения служит участок производственного предприятия с низкой производительностью труда из-за проблем, возникающих на данном участке (незавершенного производства, ожиданий, лишних перемещений, переработка, работы не добавляющей ценность). В связи с этим целью работы является анализ состояния участка, внедрение усовершенствований с помощью инструментов производственной системы (5S, быстрая переналадка, поток единичных изделий, канбан). Это позволит улучшить технологический процесс и повысить производительность труда на участке.

Библиографический список

- 1. Тайити Оно.**, Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. - 194 с.
- 2. Вумек Джеймс П., Джонс Даниел Т.** Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. -М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.

ПРИЧИНЫ, ТОРМОЗЯЩИЕ РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИЙ В РОССИИ, И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из инструментов поддержки инноваций является мера государственного воздействия. Для успеха инноваций недостаточно оптимизации мер государственной поддержки. Необходимы фундаментальные изменения в системе мотиваций, компетенции и взаимоотношения участников экономики РФ. Актуальные проблемы и возможные пути их решения представлены в табл.1.

Таблица 1

Актуальные проблемы и возможные пути решения

Проблемы и причины	Возможные пути решения
Фактические приоритеты развития инноваций сформулированы, исходя только из государственных соображений	Детальное изучение мировых практик внедрения инноваций, переориентирование работы НИИ на более коммерциализуемые исследования, разработка пути привлечения предпринимателей к отраслям, контролируемым государством. Разработка мер по привлечению частного капитала в инновационную систему
Новые приоритеты четко не сформулированы и меняются от документа к документу	Создание экспертной группы для изучения и анализа инноваций
Утрата перспективных ученых: Молодое поколение из-за сложной экономической и академической ситуации не может быть текущей «точкой роста». Перспективные сотрудники 30-45 лет либо ушли в собственный бизнес, не связанный с наукой, либо уехали за рубеж	Возвращение российских ученых путем создания большего количества позиций, как среднего научного звена, так и старших научных сотрудников. Интегрировать систему оценки квалификации оценки научных сотрудников. Обеспечение защиты прав интеллектуальной собственности
Разрыв между прикладными и фундаментальными науками	Интеграция фундаментальных и прикладных областей между собой. Создание крупных кластеров, национальных лабораторий и национального университета
Значительное отставание науки в ряде перспективных областей. Ученые недостаточно компетентны в некоторых областях, что не позволяет им вести деятельность, отвечающую мировому уровню. Низкий уровень публикации российских исследований в международных научных журналах (Россия – 1,92%, Китай – 16,68%, США – 24,85%.) *	Повышение приоритета при распределении ресурсов и государственной поддержки в сторону технологий и разработок, определенных как наиболее важные. Создание условий для привлечения международных специалистов

Примечание по данным Анализ VCG; НИУ ВШЭ – Индикаторы науки 2015 (экспертное интервью)*

Анализируя действенные пути решения проблем внедрения инноваций в России, необходимо опираться на стратегии стран лидеров, адаптированных под российские реалии, а также разработать действительную систему стимуляции малого и среднего бизнеса путем введения налоговых льгот.

УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ЗАПАСАМИ ПРИ НЕЗАВИСИМОМ СПРОСЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях рыночных отношений все большую актуальность приобретает тема управления запасами. Целью управления запасами является бесперебойное обеспечение процесса производства и реализации продукции с минимальными затратами. Товарно-материальные запасы существуют практически на любом крупнопромышленном предприятии. От их величины и умения правильно ими распоряжаться зависит прибыль компании. Эффективное управление запасами определяет конкурентоспособность компании - способность удовлетворить ожидания своих клиентов [1].

Хранение запасов требует дополнительных расходов. Несмотря на затраты, компании вынуждены хранить определенный запас, иначе есть риск потерять еще больше средств от дефицита товара.

В настоящее время разработано несколько наиболее употребительных моделей управления запасами. Обобщенное решение задачи управления запасами можно описать следующим образом: если контроль проводится периодически, то поставка сырья проводится через равные промежутки времени; если контроль постоянный, то при достижении запаса определенного уровня размещается новый заказ [2]. Эти модели пополнения запасов не являются совершенными. В первом случае недостатком является высокий уровень необходимого запаса, во втором – необходимость постоянного контроля объема запаса.

В результате анализа проблем управления запасами сформулировано направление исследования - разработка новых методов управления запасами, обеспечивающих минимальные запасы при высоком уровне обеспечения наличия.

Библиографический список

- 1. Рогова, Е.М.** Ткаченко Е.А. Финансовый менеджмент, - Санкт-Петербургский университет экономики и финансов, Москва Юрайт 2011.
- 2. Чейз, Р.** Производственный и операционный менеджмент / Р.Чейз, Н. Дж. Эквилайн, Р. Ф. Якобс 8-е изд., перераб. и доп. – Пер. с англ. М. Издательский дом «Вильямс», 2004. – 641 с., 654 с.

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Любая деятельность или комплекс деятельности, в которой используются ресурсы для преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс. Систематическая идентификация и менеджмент применяемых организацией процессов и, прежде всего, обеспечения их взаимодействия могут считаться «процессным подходом». Оптимизация бизнес-процесса или системы - это изменение их с целью повышения эффективности и результативности.

Термин «оптимизация» происходит от латинского слова *optimus* - наилучший, что подразумевает нахождение самого выгодного баланса между взаимоисключающими

характеристиками. Цель оптимизации бизнес-процессов - их совершенствование, ускорение, выбор наилучших вариантов из имеющихся при соответствующих условиях [1].

Оптимизация бизнес-процессов проводится в соответствии с внешними и внутренними критериями. Это может быть количество транзакций, продолжительность операции, ее стоимость. Выбор того или иного критерия зависит от применяемой стратегии развития. На основании процессного подхода для непрерывной оптимизации бизнес-процессов собираются идеи и рациональные предложения от участников процессов по их совершенствованию (мозговой штурм) [2]. В результате непрерывная оптимизация дает: повышение производительности труда, повышение лояльности работников, развитие коммуникации работников и управленческого состава, тиражирование успешного опыта.

Однако при применении данной концепции руководители предприятий сталкиваются с многочисленными скрытыми проблемами и трудностями, которые невозможно выявить на стадии подготовки к оптимизации. Часто руководство недовольно результатами проведенных изменений, происходит рассогласование ожидаемого и реально полученного результата, т.е. внедрение технологий произошло, изменения внутри отдельных структурных единиц проведены, а на всю систему это не повлияло, основные задачи не достигнуты. Также выделенные средства на реализацию проекта не принесли видимой отдачи, что вызывает негативную реакцию всех участников производственного процесса [3].

В дальнейшем ставим перед собой задачу разобраться в причинах и проблемах при внедрении концепции оптимизации бизнес процессов.

Библиографический список

1. Центр бизнес-процессов. Оптимизация бизнес-процессов и систем компании - (<http://spb-progressor.ru>)
2. Управленческий консалтинг - (<http://piter-consult.ru>)
3. **Милехина, О.В.** Проблем оптимизации бизнес-процессов в организациях. // Сибирская финансовая школа. 2012, С. 111-114.

УДК 65.0

РЯБЧИКОВА О.Н., НЕЗНАХИНА Е.Л

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ПРОЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Все больше видов работ рассматривают как проекты. Работники отвечают за выполнение конкретной цели в рамках установленной сметы проекта к определенному сроку. Управление проектом требует внимания к трем основным моментам - времени, затратам и качеству выполнения работы. Приоритетность того или иного критерия эффективности различна в зависимости от вида деятельности проекта.

В настоящее время по отношению к группе требований, предъявляемых потребителями к продукции, широко используется термин ценность (Value). Данное понятие с точки зрения потребителя, означает возможность приобретения товара, обладающего наиболее важными характеристиками, в установленный срок и по самой низкой возможной цене.

Существует огромное количество вариантов классификации проектов:

- в зависимости от состава, структуры проекта - монопроект, мультипроект, мегапроект;
- в зависимости от масштаба – малые, средние, большие, очень большие проекты;

- в зависимости от длительности проекта выделяются - краткосрочные среднесрочные долгосрочные проекты;
- технические и нетехнические;
- по степени сложности.

Кроме того, можно выделить ряд проектов по созданию крупных и сложных технических сооружений, являющихся социально значимыми объектами. Эти особенности предполагают включение в жизненный цикл проекта большого числа согласований различного рода, что влечет за собой увеличение длительности разработки. В этом случае целесообразно уделить внимание изучению процесса согласования. Для этой цели можно применить анализ на основе «Схемы технологического процесса», разработанный инженерами-механиками Американского общества.

В данном инструменте предлагается анализ структуры процесса с помощью условных символов.

Выделяют следующие элементы процессов:

- **процесс (операция)** ○ – набор заданий, в результате выполнения которых «вход» преобразуется в полезный «выход»;
- **задание (контроль)** □ - процесс, в результате выполнения которого происходит, в большей или меньшей степени преобразование «входа» в желаемый «выход»;
- **поток (транспортировка)** ⇨ – поток материалов представляет собой перемещение изготавливаемого изделия от задания к заданию;
- **хранение** ▽ – состояние детали, когда она не находится в процессе выполнения какого-либо задания или перемещения к следующему заданию, т.е. находится в состоянии хранения.

Анализ на основе «Схемы технологического процесса» позволит выделить процессы, создающие ценность (операция и контроль) и процессы, которые не создают ценность (поток и хранение) и время которых должно быть минимизировано.

УДК 658

САЙГАКОВА Н.М., БАШИРОВА А.Р., ЗАПОРОЖЦЕВ А.В., БАЕВСКИЙ А.А.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ОПЕРАТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобилестроение - одна из основных отраслей экономики России. Одним из ярких представителей автомобилестроительного кластера является Российская автомобилестроительная компания «Группа ГАЗ», которая выпускает лёгкие и среднетоннажные коммерческие автомобили, тяжёлые грузовики, автобусы, легковые автомобили и автокомпоненты. При анализе деятельности завода были выявлены следующие проблемы: большие запасы готовой продукции, высокие долги внешним поставщикам, низкая эксплуатационная готовность оборудования, полная зависимость от вложений в предприятие, низкое качество выпускаемой продукции, высокая текучесть персонала.

Анализ работы одного из участков цеха ПАКРУ компании «Группа ГАЗ» позволил выявить ряд проблем:

- потери в производственном процессе;
- производство деталей большими партиями;
- большой объем НЗП в производственном потоке;
- загрузка оператора сверх нормы;
- существенные колебания в загрузке оператора.

Для устранения данных недостатков предлагается применить концепцию «бережливого производства». В данном подходе имеется ряд инструментов позволяющих решить подобные проблемы: стандартизированная работа, система 5 «S», построение потока единичных изделий, внедрение тянущей системы «Канбан».

Применение этих инструментов на заводе позволит повысить эффективность производства и обеспечить безопасную организацию рабочего места, снизить себестоимость продукции, повысить качество выпускаемой продукции, сократить время производственного цикла.

1. А.Н. Моисеев, И.А. Тувашкина, А.Н. Сидоренков, А.Е. Ушаков, Г.И. Белявский: Производственная система «ГАЗ». Основные положения. Стандартизация рабочего места: учеб. пособие /А.Н. Моисеев [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 82 с

УДК 388

САФРОНОВ И.В.

ФОРМИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ УЧЕТНОЙ ПОЛИТИКИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В международных стандартах учета и финансовой отчетности учетная политика рассматривается с позиций обеспечения достоверной информацией заинтересованных пользователей, на основе которой может быть дана адекватная оценка финансового состояния организации. Процесс разработки учетной политики для управленческого учета, который ориентирован на требования МСФО, позволяет снизить затраты на проведение трансформационных процедур. С позиции анализа норм российского законодательства в области бухгалтерского учета, отчетности и международных стандартов предлагается механизм унификации учетной политики по российским стандартам и МСФО.

Для формирования учетной политики в управленческом учетно-аналитическом комплексе на основе стандартизации учетных принципов за основу рекомендуется взять учетную политику, составленную по российским стандартам и жестко регламентируемую отечественным законодательством. Далее необходимо проанализировать ее основные положения с позиции реализации в плоскости управленческого учета и попытаться преобразовать их в положения учетной политики для целей управленческого учета по МСФО, которые ориентированы на профессиональное суждение и, как следствие, предполагают большую свободу действий.

Учетная политика в системе управленческого учета решает ряд задач:

- получение в системе учета информации, достоверно отражающей реальное положение финансово-хозяйственной деятельности предприятия;
- процесс формирования управленческой отчетности, которая должна отвечать критериям полноты, удобства для анализа, осуществляемого управленцами – топ-менеджерами и руководителями подразделений;
- формирование (определение способа расчета) показателей, на достижение которых мотивированы топ-менеджеры.

Самый большой эффект учетная политика дает в виде повышения эффективности работы всей компании и отдельных ее подразделений. Это обеспечивается, прежде всего, согласованной работой каждого подразделения с финансовой структурой организации по вопросам содержания отдельных положений учетной политики для целей управленческого

учета. Здесь финансовая служба выступает главным методологом, управляющим процессом разработки и согласования учетной политики, так как выработка оптимального управленческого решения возможна только в том случае, если учетная политика, составленная для целей управленческого учета, согласовывается со всеми подразделениями компании.

УДК 388

САФРОНОВ И.В.

ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основной целью управленческого учета является предоставление менеджменту компании полного комплекта плановых, прогнозных и фактических данных о функционировании предприятия как экономической и производственно-хозяйственной единицы для обеспечения возможности принимать экономически взвешенные управленческие решения. Другими словами, заинтересованные пользователи нуждаются в управленческой информации. В связи с этим представляется целесообразным уточнение категории «информация» применительно к управленческому учету.

В научных работах современных экономистов отсутствует однозначное толкование понятия «управленческая информация», а также современные авторы по-разному подходят к предназначению управленческой информации, поэтому требования, предъявляемые к ней, отличаются по форме, но не противоречат друг другу. Выделение требования системности управленческой информации предполагает наличие системы информационного обеспечения.

Обобщая подходы различных авторов к определению понятия «информационное обеспечение», можно констатировать, что система информационного обеспечения управленческого учета представляет собой комплексное и емкое понятие, затрагивающее все управленческие процессы учетного комплекса предприятия, и учитывает влияние внутренних и внешних факторов бизнес-среды.

Анализ экономической литературы позволил предложить концептуальные основы системы информационного обеспечения управленческого учета, учитывающие либеральный характер и требование высокого качества, детализации и глубины предоставляемой управленческой информации.

Проведенное исследование эволюции концепции управленческого учета, истоков его методологической обособленности, взглядов различных российских и зарубежных ученых на его сущность, роль и принципы позволило уточнить сущностные характеристики категории «управленческий учет», под которым мы понимаем систему получения информации для принятия управленческих решений, структурированную как совокупность учетно-аналитических процедур и включающую в себя определенную часть бухгалтерской информационной базы, методы по ее реклассификации, перегруппировке, обобщению и обработке, выстроенную по принципу наибольшей адаптированности к специфике деятельности организации и релевантности к принятию решений.

ПЛАНИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Планирование занимает важное место в инновационной деятельности, так как позволяет правильно расставить приоритеты и достичь высоких результатов.

Инновационная деятельность не возможна без планирования из-за того, что нам необходима цель при осуществлении дальнейших действий.

Задачами планирования являются [1]:

- 1) целевая ориентация всех участников;
- 2) перспективная ориентация и раннее распознавание проблем развития;
- 3) координация деятельности всех участников инноваций;
- 4) подготовка управленческих решений;
- 5) создание объективной базы для эффективного контроля;
- 6) информационное обеспечение участников инновационного процесса;
- 7) мотивация и стимулирование участников.

Координационная деятельность напрямую связана с планированием инновационной деятельности, так как это деятельность по обеспечению взаимосвязи и слаженности работы субъектов, объектов, процессов труда во временных и пространственных рамках. [2]

Выделяют следующие формы координационной деятельности [1]: распорядительная, инициативная, программная и бюджетная формы.

Распорядительная форма координации выражается в директивном утверждении плановых документов, обязательных для исполнения всеми участниками инновационных процессов. Инициативная форма координации выражается в добровольном и осознанном согласовании действий менеджеров и всех участников в пределах делегированных им полномочий и общих плановых ограничений. Программная форма координации осуществляется в форме установленных каждому участнику частных плановых заданий в соответствии с общей программой работ по инновационному проекту. Бюджетная форма координации осуществляется при разработке планового бюджета в виде ограничений по материальным, трудовым и финансовым ресурсам, выделяемым каждому участнику.

Также следует отметить ряд принципов планирования инновационной деятельности:

- единство научно-технических, социальных и экономических задач развития;
- научная обоснованность и оптимальность решений;
- доминирование стратегических аспектов, комплексность, непрерывность, гибкость и эластичность;
- бюджетная сбалансированность.

Эти принципы устанавливают общие правила проектирования и эффективное функционирование подсистемы в инновационном менеджменте [1].

Также важную роль в инновационной деятельности наравне с планированием занимает прогнозирование [1]. Прогнозирование эффективности инноваций базируется на анализе соотношения предполагаемых затрат и ожидаемой выгоды от использования новшества [2].

Прогнозирование в инновационном менеджменте имеет свои особенности:

- 1) результат реализации инновационного проекта представляет собой инновацию - оперативную или стратегическую;
- 2) для инновационных проектов характерна существенная многокритериальность;
- 3) широкое использование субъективных качественных оценок в инновационном менеджменте.

Планирование и прогнозирование в инновационной деятельности являются ключевыми аспектами при осуществлении какого-либо задуманного проекта или разработки. Благодаря планированию мы можем расставить приоритеты в производстве инновационного продукта, а с помощью прогнозирования можем предполагать, что следует ожидать от этой идеи и какие перспективы нас ждут.

Библиографический список

1. http://studopedia.ru/5_113983_tema--marketing-v-innovatsionnoy-sfere.html
2. <http://www.studfiles.ru/preview/6320850/page:29/>

УДК 388

СКРЯБИНА Л. И.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВНЕДРЕНИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В РОЗНИЧНУЮ ТОРГОВЛЮ АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИЕЙ

Колледж архитектуры и строительства № 7

Согласно Федеральному закону № 171-ФЗ, с 1 января 2016 г. все магазины и предприятия общественного питания должны подтверждать факт закупки алкогольной продукции с помощью системы Единая государственная автоматизированная информационная система (ЕГАИС), а с 1 июля 2016 г., согласно Федеральному закону №182-ФЗ, вступили новые требования об отчете о розничных продажах, т. е. через программу должна проходить каждая единица продукции.

ЕГАИС предназначена для государственного контроля за объемом производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции. Основная цель нововведения — сократить долю нелегального крепкого алкоголя, которая сегодня в России достигает 40–50 %.

Так, после оплаты товара на руках у клиента не только продукция, но и чек с помощью которого любой покупатель, используя код и телефон, сможет убедиться в законности покупки и качестве продукции. Как результат, магазину будут больше доверять, так как он на законных основаниях подтверждает качество и надежность своей продукции.

В 2013 г. на крупных предприятиях вновь запустили работу ЕГАИС в тестовом режиме. Существует множество проблем как для предприятий-производителей, так и оптовых и розничных предприятий. Приведем стандартный набор для ЕГАИС, если нет автоматизации или оборудование не подходит к требованиям ЕГАИС. Посмотрим, что придется покупать всем, начиная от крупных оптовых сетей и заканчивая мелкими магазинчиками: сканер 2D-кодов PDF417; установленный программный модуль ЕГАИС; кассовое ПО, совместимое с софтом ЕГАИС; интернет соединение со скоростью не менее 256 кбит/с; крипто-ключ со встроенным криптопровайдером РКІ/ГОСТ; усиленная квалифицированная электронная подпись. Данный набор устанавливается на каждое подразделение. В среднем стоимость комплекта на одну торговую точку составляет 80 000 руб.

Также проблема кроется в том, что для установки ЕГАИС необходим проводной Интернет. Однако, у нас есть территории, где нет возможности подключения проводного интернета. А для ЕГАИС наличие интернета обязательно. Для приема товара следует нанять отдельного сотрудника, который будет сканировать каждую закупленную бутылку, так как если мы примем товар, одна из бутылок окажется нелегальной, ответственность будет нести руководство магазина.

ЕГАИС является универсальной системой, работать с которой пользователь может через любую бухгалтерскую программу - 1С, Ахартa, Сакура и др. Преимущество такого подхода в том, что налогоплательщикам не пришлось приобретать специальный программный продукт и вносить изменения в отработанный процесс ведения бухгалтерии. Однако с этим связан и ряд сложностей, на которые жалуются организации. Проблема часто заключается в неправильных настройках систем учета пользователей, не проявившихся ранее, либо в неработоспособности некоторых модулей, которые прежде не были задействованы. Недостатки удалось обнаружить только после подключения к ЕГАИС.

Один из распространенных вопросов, с которым обращаются пользователи на горячую линию ЕГАИС, отсутствие в системе сформированных накладных. На практике может возникнуть ситуация, когда у продавца акцизная марка с проданного товара (алкогольной продукции) считывается, а у покупателя она не распознается. Такое происходит из-за того, что сканеры штрих кодов у контрагентов могут быть из разных ценовых категорий. В дорогостоящих моделях имеется функция распознавания поврежденных кодов, а в дешевых аналогах она отсутствует. Также проблема в том, что на момент подключения необходимо будет внести остатки в магазине алкогольной продукции. Это достаточно трудоемкий процесс - каждую бутылку необходимо зафиксировать в системе вручную с помощью сканирования.

УДК 338.3

ТАРАНОВ Н.С., ДУБИК Е.А.

ИДЕОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В учебной и научно-экономической литературе к основным функциям управления предприятием относят: организацию производства; планирование и прогнозирование; учет, контроль и анализ; регулирование; координация; мотивация [1–5]. Однако, кроме перечисленных функций часто выделяют идеологическую.

Понятие «идеология» в экономическом словаре определяется как «учение об устойчивых идеях, системе идей, взглядов, убеждений, в которых осознаются и оцениваются отношения людей к действительности» [6]. Идеология на предприятии – это система ценностных установок, ориентиров, норм и принципов поведения сотрудников для достижения общих целей.

Идеология напрямую связана с следующими элементами управления предприятия: творческая мотивация, повышение уровня сознания людей, формирование и задействование духовного потенциала личности, воспитание и развитие человека. К идеологической функции управления на предприятии можно отнести:

- мобилизацию – средство общности идей, где происходит сплочение членов коллектива и побуждение их к эффективной деятельности;
- аксиологичность – формулирование и распространение в организации ценностей, имеющих характер социальной нормы;
- прогностичность – выработка прогноза в форме идеала, который обозначает не то, что будет, а что должно быть;
- нормативность – выявление в организации норм поведения, восприятия, мышления, отношений и т.д.;
- самоидентифицированность – выработка, предоставление и формирование критерия условий места и роли в компании членами коллектива.

Идеологическая функция управления на предприятии в современных экономических условиях – это один из главных факторов движения и роста бизнеса, воплощаемый, как правило, руководящим и менеджерским составом компаний.

Библиографический список

- 1. Блинов, А.О.** Производственный менеджмент: Учебник / А. О. Блинов [и др.]; Под ред. А.Н. Романова, В.Я. Горфинкеля, М.М. Максимцова –Москва: изд-во Проспект, 2014 – 400 с.
- 2. Дубик, Е.А.** Повышение эффективности управления ресурсами производства: Учеб. пособие / Е.А. Дубик, Л.Н. Басова-Нижний Новгород: изд-во НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2015 – 107 с.
- 3. Дурандин, М.М.** Организация производства и менеджмент: учеб. пособие/ М.М. Дурандин, Г.М. Охезина –Нижний Новгород: изд-во НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013 – 205 с.
- 4. Фатхутдинов, Р.А.** Производственный менеджмент: учеб. для вузов. / Р.А. Фатхутдинов – Санкт Петербург: Питер, 2011 – 496 с.
- 5. Яшин, С.Н.** Организация, управление и планирование производства: учеб. пособие / С. Н. Яшин, Н. А. Мурашова, Т. М. Крюкова – Нижний Новгород: изд-во НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012 – 353 с.
- 6. Slovari-online.** [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.slovari-online.ru/> (дата обращения: 10.03.2016).

УДК 685.1(075)

ТИХОНОВА К.С., РОДЮШКИНА В.Д., МАТЮКОВ А.А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В РОССИИ И КИТАЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ключом к успешному развитию страны является грамотное управление инновационной деятельностью. Развитие инноваций в разных странах не происходит по одному и тому же сценарию. А значит, успех выбранного инновационного курса дает стране возможность улучшить свою позицию в мировом рейтинге, поднять качество жизни, способствует увеличению уровня внутреннего валового продукта. Для выявления закономерностей развития инноваций необходимо проводить сравнение со странами, занимающими лидирующие позиции. Из этого списка можно выделить Китай – страну с успешной моделью внедрения и развития инноваций. Выбор Китая для анализа обусловлен нестандартностью его инновационного развития. Эта страна не стала копировать европейский или американский опыт, а пошла собственным путем, учитывая национальную специфику. Фундаментом инновационного развития в Китае являются: реализация управленческих инноваций, политика внешней открытости, создание свободных экономических и технологических зон. Сравним внедрение инноваций в России и Китае, представим данные в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что важным шагом для развития инноваций в России может стать ориентация на успешный опыт Китая, а именно, партнерство между наукой, государством, сферой образования и бизнеса, то есть создание четкой национальной инновационной системы. Нормализация документооборота за счет опыта стран лидеров даст России возможность наладить «диалог» государства и бизнеса.

Таблица 1
Внедрение инноваций в России и Китае

Китай	Россия
Хорошо развитая научная база: основу составляют молодые ученые, недавно закончившие обучение	72 % научных сотрудников – люди старше 40 лет, причем 22% из них старше 60 лет
Проблема «утечки мозгов» решена при помощи различных программ («100 талантов»)	Проблема «утечки мозгов» не решена
Слабость фундаментальной науки была препятствием превращения Китая в инновационную державу	Сохраняет преимущества перед Китаем в фундаментальной науке
Исследования и разработки направлены на конечного потребителя	Российские исследования в перспективных областях (нанотехнологии) нацелены не на рыночный спрос, а на государственный оборонный сектор
Доля проводимых исследований в частных предприятиях 17-20 % Специальные налоговые льготы, стимулирующие разработки и внедрение технических достижений	Доля проводимых исследований в частных предприятиях 1-2% Увеличение льгот для российских предприятий способствовало бы инновационному развитию
Льготы для иностранных коммерсантов. Политика открытых дверей	Сложности для зарубежных инвесторов

УДК 338

УСОВ Н.В., БОЛОНИЧЕВА Т.В., НОВИКОВА В.Н., РАТАФЬЕВ С.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ АРКТИЧЕСКОЙ МОРСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Арктика сегодня – это стратегически важный регион, в котором сосредоточились интересы не только приарктических государств (России, США, Канады, Дании, Норвегии), но и Европейского союза, а также других стран с развитой экономикой, таких как Китай, Южная Корея и Япония.

Необходимость развития инфраструктуры для всех видов морской деятельности в северном регионе сегодня особенно актуализируется в связи с обострением международной обстановки на наших южных морских рубежах, поскольку беспрепятственный выход в Мировой океан для России существует только через ее северные и дальневосточные порты. Для эффективного хозяйствования в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) необходимо развитие Арктической морской транспортной системы (АМТС), которая способна обеспечить надежные транспортные связи, эффективное освоение месторождений полезных ископаемых, экспорт нефти и газа и вследствие этого улучшение условий жизнедеятельности в северных субъектах РФ, поступательное движение национальной экономики.

Полноценное развитие Арктической зоны Российской Федерации, имеющей геополитическое и экономическое значение, невозможно без создания современной инфраструктуры АМТС на основе ее базовых элементов – ледокольного флота и портов. В условиях международной конкуренции на арктическом фланге России нужна эффективная морская транспортная система, которая обеспечит не только освоение северных месторождений и арктического шельфа, но и интенсификацию транзитных грузоперевозок по Северного морского пути (СМП).

Отдельный вопрос – создание в структуре АМТС современного транспортного флота под национальным флагом. Эту задачу в основном самостоятельно решают компании-перевозчики и грузовладельцы. Сегодняшнее состояние инфраструктуры арктических портов и транспортно-логистических узлов, за исключением специализированных терминалов отгрузки углеводородов, не отвечает современным требованиям к транспортному обеспечению Арктической зоны Российской Федерации, предусмотренному государственными программами.

По каждому арктическому порту должны быть разработаны конкретные программы модернизации и развития, однако для этого необходима реальная стратегия развития портовой инфраструктуры Северного морского пути.

Модернизация инфраструктуры АМТС и превращение Северного морского пути в международный транспортный коридор позволят обеспечить самокупаемость Арктической морской транспортной системы и будут способствовать эффективному освоению запасов Арктической зоны РФ и транспортному обеспечению северных регионов.

УДК 339.9

ФАЛАЛЕЕВА Т.В.

О ПРАКТИКЕ ВНЕДРЕНИЯ КОНТРОЛЛИНГА В РОССИИ

Арзамасский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексева

Отставание России от развитых стран свидетельствует о том, что одной из основных причин является отсутствие современных инструментов управления, которые позволили бы эффективнее влиять на результирующие показатели деятельности отдельных субъектов хозяйствования, повышая потенциал страны в целом. Одним из таких «новых инструментов» является сегодня контроллинг [2].

В конце XX века немцы заимствовали из английского языка термин *controlling*, обозначив им качественно новое явление в управлении предприятием, интегрировав традиционные методы учета, нормирования, планирования и контроля в единую систему получения, обработки и обобщения информации и принятия на основе ее управленческих решений. Эта система – система контроллинга – управляет предприятием, будучи сориентированной на достижение оптимальной в данных условиях прибыли (оперативный контроллинг), а также на решение глобальных стратегических целей: стабильное развитие предприятия, повышение стоимости его бизнеса и другие социальные факторы (стратегический контроллинг).

Следует отметить, что оперативный и стратегический контроллинг – это взаимодействующие элементы единой системы контроллинга. Решая в целом общую задачу эффективного управления затратами и результатами, они требуют построения сложной многоуровневой контроллинговой структуры в соответствии с производственной структурой предприятия и используют достаточно разнообразный и специфичный арсенал методов (метод расчета сумм покрытия, гибкое бюджетирование, ABC-анализ и пр.) [1]. Возникает вопрос, а смогут ли российские предприятия работать сегодня по такой «схеме»? Другими словами, должна ли Россия слепо перенимать теорию немецкого контроллинга и применять его в своей практике?

С одной стороны, основные характеристики Континентальной модели учета вполне применимы к сложившейся учетной системе в РФ:

- бухгалтер регламентируется отечественным законодательством и отличается высокой степенью консервативности;
- учетная политика в стране направлена на удовлетворение правительственных требований.

С другой стороны, концепцию контроллинга, которая функционирует в Германии, нельзя «скопировать» к нашим условиям. Учетно-аналитические школы Германии и России различны и, несмотря на ряд общих черт, продолжают опираться на отечественные традиции и опыт.

Поэтому российские предприятия стоят сегодня перед выбором одной из трех концепций:

- копирования западной теории контроллинга;
- адаптации западной теории контроллинга;
- создания российской теории контроллинга.

Библиографический список

1. **Гусева, И.Б.** Контроллинг в системе управления предприятием. [Текст]: монография / И.Б. Гусева. – Н. Новгород: НГТУ, 2007. – 243 с.
2. **Фалько, С.Г.** Контроллинг для руководителей и специалистов [Текст]: учебн. пособие / С.Г. Фалько. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 272 с.

УДК 330. 101

ЦЫБАНОВ И.П.

ПУТИ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

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

Одной из основных проблем на пути развития потенциала отечественных промышленных предприятий является дисбаланс между затратами на производство и финансированием науки на государственном уровне и на уровне частного сектора экономики [1]. Кроме того, на пути развития инновационного потенциала промышленных предприятий России стоит недостаточно проработанная инновационная политика нашего государства. Большую роль здесь играет коррупционная составляющая: деньги, выделяемые на инновационное развитие, не имеют четкого механизма их отслеживания, в связи с чем зачастую они «оседают» на счетах по развитию мнимых проектов. В этом смысле требуется более четкий государственно-правовой механизм, направленный на жесткую отчетность по финансированию инновационных проектов из государственных средств.

Что касается частного сектора, то на данный момент он также испытывает финансовое, технологическое и интеллектуальное голодание. Финансовое голодание возможно перекрыть путем иностранных инвестиций в сферу развития российских предприятий. Однако для привлечения иностранных инвестиций в экономику российского бизнеса, необходимо создание более благоприятного инвестиционного климата. При этом учитываются следующие факторы: политическая, экономическая и социально-правовая стабильность в стране, курс проводимой политики, емкость и спрос внутреннего рынка, открытость доступа к природно-сырьевым ресурсам, наличие и эффективность правового механизма, направленного на регулирование деятельности иностранных инвесторов и защиты их интересов, политика макроэкономического порядка и перспективы экономического роста и т.д.

Многие из обозначенных факторов в нашей стране не удовлетворяют требованиям инвесторов, в частности: политическая нестабильность, высокий уровень коррумпированности и криминализации экономики и властных структур, запрет иностранным компаниям доступа ко многим видам природного сырья, высокие издержки на производство, нестабильная макроэкономическая политика. Все это отпугивает потенциальных инвесторов. Без иностранного инвестиционного капитала развитие инновационно-производственных предприятий частного

сектора российской экономики на сегодняшний день невозможно. Поэтому для привлечения иностранных инвесторов требуется комплексная работа по всем из рассмотренных направлений.

Кроме того, одна из ключевых проблем заключается в оторванности от потребителя, процессы передачи технологий в России происходят по своим собственным законам, без учета конкретных потребностей промышленного производства [2]. В группу факторов, тормозящих развитие инновационного потенциала производственных предприятий, можно также отнести несовершенство законов экономического развития [2].

Вывод: данные факторы образуют систему демотивации развития инновационного потенциала промышленных предприятий, только решение обозначенных проблем будет способствовать их развитию.

Библиографический список

- 1. Борискова, Л.А.** Управление разработкой и внедрением нового продукта: учебн. пособие/ Л.А. Борискова, О.В. Глебова, И.Б. Гусева. – Москва, ИНФРА-М, 2016. – 272 с.
- 2. Гусева, И.Б.** Классификация факторов, влияющих на инновационный и производственный потенциал научно-производственного предприятия: Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы Международной НПК / И.Б. Гусева, М.В. Кожевникова. - Н.Новгород, НГТУ, 2014. - С. 182-184.

УДК 331

ЧАЛОВ В.П.

ОСОБЕННОСТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В 2015 году завершилось формирование Инжинирингового дивизиона, начавшееся с передачи АО «НИАЭП» в 2012г функций единоличного исполнительного органа компании «Атомстройэкспорт». Группа компаний ASE, возглавляемая АО «НИАЭП», стала центром инжиниринговых компетенций атомной отрасли. Созданная объединенная компания ориентирована на усиление позиций на международном рынке за счет интеграции компетенций и оптимизации производственных связей в единой команде предприятий. Именно в такой конфигурации Группа компаний ASE является наиболее конкурентоспособной и может эффективно расширять портфель заказов. Сегодня Группа компаний ASE является одним из лидеров мирового атомного инжинирингового бизнеса, занимающая более 30% глобального рынка сооружения АЭС и осуществляющая свою деятельность более чем в 20 странах.

Одним из индикаторов правильности выбранного курса является рост финансово-экономических показателей. В 2015 г. портфель зарубежных заказов достиг 70 млрд долл. США, что выше плановых показателей на 3,2 млрд долл. Выручка объединенной компании увеличилась по сравнению с сопоставимым контуром 2013 г. более чем в 1,6 раза, достигнув 166,6 млрд рублей. При этом доля зарубежной выручки составляет 60%. Производительность труда за два последних года выросла в 1,6 раза в сопоставимых ценах.

Важной особенностью развития инжиниринговой деятельности ГК Росатом является задача обеспечения и поддержки данной деятельности инновационными подходами и технологиями. В течение 2015 г. Инжиниринговый дивизион значительно нарастил объемы выпускаемой инновационной продукции. Выручка от реализации инноваций составила более 13 млрд руб. Проведен технологический аудит организаций дивизиона, результаты которого подтвердили приоритеты компании: сокращение сроков и стоимости сооружения энергоблоков АЭС и минимизация эксплуатационных затрат. Определены технологические

проблемы, требующие первоочередного решения для создания следующего поколения конкурентоспособных технологий атомной энергетики; реализован проект по управлению проектированием и сооружением сложных инженерных объектов; разработана программа инновационного развития АО «НИАЭП». Задачами инновационного развития компании можно назвать:

- обеспечение инновационной поддержки создания объекта на всех этапах жизненного цикла;
- создание и совершенствование системы управления знаниями;
- повышение вовлеченности персонала в инновационную деятельность (ИД);
- создание эффективной системы управления ИД, включая инфраструктуру поддержки создания и продвижения инновационных продуктов, процедуры и регламенты, культуру инновационного мышления, систему мотивации ИД и пр.;
- сокращение времени осуществления процессов проектирования за счет инновационных технологий и др.

В планах компании реализация НИОКР по сокращению сроков сооружения, оптимизации технологических решений и по сокращению эксплуатационных расходов.

Библиографический список

- 1. Чалов, В.П.** Колесов К.И. Оценка потенциала рынков сооружения АЭС (по результатам технологического аудита инжиниринговой компании АО НИАЭП) / Экономика и предпринимательство. - 2015. - № 11-1 (64-1) – с. 692-695
- 2. Чалов, В.П.** Колесов К.И. Сущность и определение инжиниринговой деятельности / Научное обозрение. - 2015. №23. – С. 172-175
- 3. Колесов, К.И.** Анализ финансовой отчетности предприятия: учебное пособие / К.И. Колесов, А.С. Узбекова. - Н. Новгород, 2012. - 240 с.
- 4. Плеханова, А.Ф.** Стратегические бизнес-процессы /А.Ф. Плеханова, А.А. Иванов, Н.Д. Иванова, К.И. Колесов // «Современные проблемы науки и образования».-2014. №3. - С. 350
- 5. Колесов, К.И.** Технологический аудит инжиниринговой компании для разработки программы инновационного развития / К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова, А.А. Иванов, Д.Ю. Ковылкин, Н.Д. Иванова // «Научное обозрение». - 2015. №2. - С.215-219
- 6. Юрлов, Ф.Ф.** Повышение экономической безопасности предприятий ОПК на основе применения SWOT-анализа / Ф.Ф. Юрлов, К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы. 2014. - С. 471-476
7. Стратегическое планирование деятельности НПО и промышленных предприятий на основе портфельного и SWOT-анализа: монография / Ф.Ф. Юрлов и др.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2013. - 254 с.
- 8. Колесов, К.И.** Проблемы оценки инвестиционной привлекательности отраслей / К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова, А.А. Иванов, Д.Ю. Ковылкин, Н.Д., Иванова // «Научное обозрение». - 2015. №16. - С.343-346
- 9. Колесов, К.И.** Процессный подход к управлению экономическими системами / Управление большими системами: материалы 11 всероссийской школы-конференции молодых ученых, 2014. - С.592-601

УПРАВЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ КАПИТАЛОМ - ИНСТРУМЕНТ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Человеческий капитал включает компетенции сотрудников, их знания, способности и опыт, а также их мотивацию реализовывать стратегию и внедрять инновации. Изучая поведение сотрудников, их вовлеченность в те или иные процессы, оценивая их удовлетворенность, можно повысить эффективность деятельности организации. Если в стратегии компании стоит задача инновационного развития, необходимо определить факторы, влияющие на данный процесс, и, несомненно, важнейшим, влияющим на качество и скорость инновационной деятельности (ИД), является человеческий капитал. Для повышения инновационной активности (ИА) организаций, реализации программы их инновационного развития необходима вовлеченность персонала в ИД компании. На уровень вовлеченности оказывает влияние мотивирование. При этом следует знать мотивы, создающие носителям знаний условия для их вовлечения в ИД (в том числе для обмена знаниями).

Система мотивации должна повысить вовлеченность персонала в ИД, тем самым увеличить конкурентоспособность предприятия: снизить стоимость процессов и снизить сроки выполнения задач; повысить качество оказываемых услуг и пр.

Рассмотрим управление человеческим капиталом на примере Инжинирингового дивизиона ГК Росатом. Группа компаний ASE осуществляет свою деятельность на высокотехнологичном рынке, что накладывает повышенные профессиональные требования к уровню компетенций сотрудников. Приоритетные направления деятельности в области управления человеческим капиталом:

- обеспечение кадровыми ресурсами необходимого качества в соответствии со стратегическими целями и задачами инновационного развития;
- развитие профессиональных компетенций;
- развитие корпоративной инновационной культуры;
- повышение эффективности управления персоналом.

Механизмы реализации приоритетных направлений:

- обеспечение компании квалифицированным персоналом за счет эффективной системы отбора, обучения и развития персонала, внедрения системы оценки и планирования карьеры, анализа вовлеченности сотрудников;

- сохранение и передача ключевых знаний и навыков;
- совершенствование программы инновационного развития;
- обеспечение единых принципов и подходов к управлению персоналом;
- реализация инновационных проектов и др.

Объединенная компания пятый год принимает участие в исследовании уровня вовлеченности сотрудников. Вовлеченность (личная заинтересованность сотрудников в достижении стратегических целей компании) напрямую влияет как на показатели инновационного развития компании, так и финансово-экономические результаты Инжинирингового дивизиона. В результате управления человеческим капиталом в 2015 году инициирован проект по формированию портфеля интеллектуальных прав на технологию управления проектированием и сооружением сложных инженерных объектов на основе Multi-D. В планах Группы компаний ASE: нарастить объемы патентования существующих и разрабатываемых технологий в области проектирования и сооружения в России и за рубежом

с целью повышения конкурентоспособности продукции и услуг, поставляемых на экспорт; выявить коммерчески ценные РИД; создать базу данных РИД и др.

Библиографический список

- 1. Чалов, В.П.** Колесов К.И. Оценка потенциала рынков сооружения АЭС (по результатам технологического аудита инжиниринговой компании АО НИАЭП) / Экономика и предпринимательство. - 2015. - № 11-1 (64-1) – с. 692-695
- 2. Чалов, В.П.** Колесов К.И. Сущность и определение инжиниринговой деятельности / Научное обозрение. - 2015. №23. – С. 172-175
- 3. Ганкевич, К.А.** Колесов К.И. Технологический аудит инжиниринговых компаний / Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций». - Н.Новгород: Изд-во Нижегород. гос. техн. ун-т., 2014. - С.138-142
- 4. Колесов, К.И.** Инновационное развитие атомной энергетики – ключ к экономической безопасности России безопасность / К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова, К.А. Ганкевич, Ц. Чжао // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы.- Н.Новгород, 2015-С.145-148
- 5. Колесов, К.И.** Анализ финансовой отчетности предприятия: учебное пособие / К.И. Колесов, А.С. Узбекова. - Н. Новгород, 2012. - 240 с.
- 6. Плеханова, А.Ф.** Стратегические бизнес-процессы /А.Ф. Плеханова, А.А. Иванов, Н.Д. Иванова, К.И. Колесов // «Современные проблемы науки и образования».- 2014. №3. -С. 350
- 7. Колесов, К.И.** Технологический аудит инжиниринговой компании для разработки программы инновационного развития / К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова, А.А. Иванов, Д.Ю. Ковылкин, Н.Д. Иванова // «Научное обозрение». - 2015. №2. - С.215-219
- 8. Юрлов, Ф.Ф.** Повышение экономической безопасности предприятий ОПК на основе применения SWOT-анализа / Ф.Ф. Юрлов, К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы. 2014. - С. 471-476
- 9.** Стратегическое планирование деятельности НПО и промышленных предприятий на основе портфельного и SWOT-анализа: монография / Ф.Ф. Юрлов и др.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2013. - 254 с.
- 10. Колесов, К.И.** Проблемы оценки инвестиционной привлекательности отраслей / К.И. Колесов, А.Ф. Плеханова, А.А. Иванов, Д.Ю. Ковылкин, Н.Д., Иванова // «Научное обозрение». - 2015. №16. - С.343-346.

УДК 338

ЯКОВЛЕВА Г.Н.

АНАЛИЗ МОДЕЛИ МОНОПОЛИСТИЧЕСКОЙ КОНКУРЕНЦИИ НА ПРИМЕРЕ РЫНКА СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрим структуру рынка, при которой действуют многочисленные фирмы, продающие близкие, но не совершенные товары-заменители. Таковую структуру рынка принято называть монополистической конкуренцией. Монополистической в том смысле, что каждый производитель является монополистом своего варианта товара и конкуренции, поскольку существует значительное число конкурентов, продающих подобные товары [1].

Монополистическая конкуренция является не только наиболее распространенной, но и наиболее трудно изучаемой формой отраслевых структур. Для подобной отрасли не может быть построено точной абстрактной модели, как это можно сделать в случаях чистой монополии и чистой конкуренции. Многое здесь зависит от конкретных деталей, характеризующих продукцию и стратегию развития производителя, предсказать которые

практически невозможно, а также природы стратегического выбора, имеющейся у фирм данной категории.

Рассмотрим рынок спортивной одежды для понимания модели монополистической конкуренции. Итак, существует большое количество производителей данной продукции как отечественных, так и зарубежных. При этом каждый производитель старается придать своему товару некоторые характерные особенности - наблюдается дифференциация. Кроме того, из-за большого количества продавцов на рынке, у них нет возможности каким-либо образом объединиться и установить совместную ценовую политику. Благодаря этому цена становится важнейшим инструментом конкурентной игры и дает возможность при ее снижении переманивать потребителей.

Проанализируем мультинациональную компанию Nike, имеющую контракты с 750 заводами в 56 странах мира. В ассортименте компании более 300 видов спортивной обуви: футбольные бутсы, баскетбольные кроссовки, беговые кроссовки, теннисные кроссовки и др. Продукция экспортируется во все страны мира. Наиболее крупными конкурентами Nike являются Adidas, Reebok и Puma.

Таблица 1

Сводные финансовые показатели фирмы Nike (млн долл.)

Наименование показателей	2014	2015
Оборот / Выручка	27,799	30,601
Валовая прибыль	12,446	14,067
Производственные расходы	15,353	16,534

Финансовая деятельность корпорации Nike на конец 2015 финансового года была благоприятной (табл.1). В последние пять лет финансовые показатели бизнеса Nike постоянно растут [2].

Несмотря на то, что в настоящее время фирма Nike является лидером мирового и отечественного рынка спортивной обуви, ей необходимо следить за деятельностью основных конкурентов, не уступая им ни в качестве продукции, ни в цене, всевозможно совершенствоваться и развиваться, и таким образом сохранять свои позиции на рынке.

Библиографический список

1. Энциклопедия экономиста: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/ekonomicheskaya-teoriya/monopolisticheskaya-konkurenciya.html>
2. Обзор рынков: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://economy.uz/producers/clothes-companies/nike-inc-2015/>.

УДК 338

ЯКОВЛЕВА Г.Н.

ХАРАКТЕРИСТИКА РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В начале XXI в. в России устанавливается постиндустриальное общество. Постиндустриальными странами называют, как правило, те, в которых на сферу услуг приходится значительно более половины ВВП, в России этот показатель составляет 60%.

Разработчики постиндустриальной теории указывают следующие черты [1]:

- усовершенствование технологий, механизация и автоматизация производства позволяют уменьшить долю людей, непосредственно занятых в материальном производстве;

- современная экономика достигла такого качества, когда большинство работников должны иметь относительно высокий образовательный уровень;
- благосостояние значительной части населения поднялось настолько, что интеллектуальный рост и совершенствование творческих способностей заняли важное место в ценностной шкале общества;
- люди, основные материальные потребности которых удовлетворены, занятые интеллектуальным трудом, предъявляют повышенный спрос на услуги;
- повышение роли квалифицированного труда приводит к тому, что основным «средством производства» становится квалификация работников.

В постиндустриальном обществе наибольшее развитие получают наукоемкие, ресурсосберегающие и информационные технологии: микроэлектроника, программное обеспечение, телекоммуникации, робототехника, производство материалов с заранее заданными свойствами, биотехнологии и др.

К особенностям современного научно-технического прогресса теории постиндустриального общества относят замену механических взаимодействий электронными технологиями; миниатюризацию, проникающую во все сферы производства. Главный тренд изменения технологических процессов — возрастание автоматизации, замена неквалифицированного труда работой машин и компьютеров.

Сейчас Россия встала на путь к развитию полноценного постиндустриального общества. Трудно предположить, когда же завершится это развитие и Россия начнет переходить к системе нового качества жизни, в котором на первый план выходят сфера услуг и основными потребностями становятся социальные и духовные потребности человека.

Российская экономическая система довольно развитая. Но все же у нее есть огромный потенциал и «пространство» для дальнейшего развития. Можно сделать несколько выводов о состоянии современной российской экономики [2]:

- по способу производства Российская Федерация является капиталистической страной;
- по форме организации производства преобладает рыночная экономика, которая взяла курс на переход к смешанной экономике;
- по уровню развития производительных сил Россия – постиндустриальная страна;
- наконец, по степени взаимодействия с окружающей средой наша страна имеет открытую экономическую систему, о чем свидетельствует большое количество торговых и прочих договоренностей между другими мировыми государствами.

Библиографический список

1. «Модель современной экономики России: методы, технология, результаты» И.Г. Пospelov: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://spkurdyumov.ru/forecasting/model-sovremennoj-ekonomiki-rossii-metody/>.
2. Экономика России. Основные черты российской экономики: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ereport.ru/articles/weconomy/russia.htm>

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Экономическим толчком для развития мебельной промышленности России (табл.1) явился тяжелый августовский кризис 1998 г.

Таблица 1.**Основные показатели работы организаций по виду экономической деятельности «Обработка древесины и производство изделий из дерева»**

Показатели	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.
Число действующих организаций и их территориально-обособленных подразделений (на конец года)	6997	17972	18669	19319
Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, млрд. руб.	65	145	264	449

В настоящее время в структуре потребления мебели в РФ основная доля приходится на корпусную мебель (спальные гарнитуры и стационарные кровати) и это сегмент, с которым связаны основные надежды российской мебельной промышленности. По мере роста средней площади жилья, приходящегося на одного гражданина России, увеличивается доля потребления мягкой мебели (является для наших соотечественников не только предметом интерьера, но основным местом для сна), шкафов купе, спальных гарнитуров, всевозможных стеллажей, тумб и т.д.

Наличие значительных лесных ресурсов привлекает к нашей стране внимание мировых игроков. Сегодня иностранные компании вкладывают денежные средства в строительство заводов по производству ДСП и МДФ, а в будущем рядом с ними появятся мебельные фабрики, что позволит нашей стране стать одним из крупнейших мировых производителей мебели.

Перспективным развитием является подсобное производство в сельскохозяйственных организациях. С общей долгосрочной российской стратегией развития, когда стоит вопрос об интенсивном развитии сельского хозяйства, чрезвычайно важно иметь собственные вспомогательные источники финансирования, способные существенно стабилизировать экономическое положение предприятий и страны в целом. Это могут быть подсобные промыслы и производства.

Библиографический список

Промышленное производство в России 2016: стат. сб./Ростат. М., 2016. – 347 с.

Математическое моделирование геофизических процессов

УДК 519.624.8

БОЧКОВ В.С., КАТАЕВА Л.Ю., МАСЛЕННИКОВ Д.А.

АЛГОРИТМ ПОИСКА ЗОН ОЧАГОВ ПОЖАРА НА ВИДЕО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема природных катаклизмов на протяжении всей жизни человечества стояла на первом месте, так как последствия данных явлений очень тяжелы во многих сферах жизни общества как с точки зрения биологических жертв, так и экономических упадков государств, подвергшихся природным катастрофам. В частности, к таким проблемам относят и проблему лесных пожаров, которая особенно остро стоит в местностях с теплым климатом. И если основным фактором распространения лесных пожаров являются внешние условия, то главная причина возгораний – деятельность человека. В [1-4] приведены данные о возгораниях леса, где убытки становятся колоссальными, в целых краях и областях объявляется режим чрезвычайного положения, а виной тому выступает человек и неосторожное обращение с огнем. Вследствие этого перед наукой стоит проблема моделирования таких пожаров на ЭВМ и способов его тушения, а также и предотвращения возгорания леса.

Большое количество работ посвящено математическому моделированию пожаров и процесса их тушения [5 - 9], анализ которых показал, что использование полных математических моделей не позволяет осуществлять моделирование в режиме реального времени в силу их сложности и больших временных затрат, связанных с ограничениями применения численных методов [4]. Одним из перспективных направлений вычислительной кибернетики является разработка новых способов обнаружения и анализа за пламенем. В работах [5 - 9] отмечено, что наиболее целесообразна подача воды в нижнюю часть зоны пиролиза, так как именно в ней находится источник энергии и горючих продуктов, а конвективное распространение энергии происходит преимущественно снизу вверх. При лесных пожарах подача воды в очаг пламени без учета его структуры неэффективна, поэтому необходимо разработать алгоритм видеоаналитики для выявления зон уязвимости пожара.

Разработан алгоритм извлечения и обозначения зон пламени из видеопотока. Алгоритм реализован в многопоточном конвейере обработки видео. Приведено сравнение времени и точности работы алгоритма между ПК с 8-ядерным процессором Intel Core i7 и 4-ядерным микрокомпьютером Raspberry PI 3 Model B. Найдены оптимальные характеристики размера кадра для обработки на плате с точки зрения сохранения точности и удовлетворения временных характеристик алгоритма. Применение данных алгоритмов позволяет в реальном времени реагировать на появившееся пламя и находить оптимальные точки его тушения, а возможность импортирования алгоритма на микрокомпьютер позволяет устанавливать программно-аппаратное обеспечение прямо на работа в виде отдельного модуля.

Библиографический список

1. Официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства - Лесные пожары, URL: http://www.rosleshoz.gov.ru/forest_fires/

2. Статистика пожаров РФ 2014 г., URL: <http://wiki-fire.org/Статистика-пожаров-РФ-2014.ashx>
3. Сведения о пожарах и их последствиях за январь-июнь месяцы 2015 года, URL: http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari/2015_god
4. Статистика пожаров, происшествий и ЧС, URL: <http://central.mchs.ru/stat/fire>http://www.rosleshoz.gov.ru/forest_fires/
5. Катаева Л.Ю. и др. Методы решения задач естествознания: учебное пособие для студентов технических специальностей / Л.Ю. Катаева, М.Б. Крайзлер, А.В. Савченко; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева. Нижний Новгород, 2007.
6. Беляев И.В. Математическое моделирование подавления волны горения при различных внешних воздействиях: дис. канд. физ.-мат. наук. – Нижний Новгород, 2013. -132 с.
7. Катаева Л.Ю., Белоцерковская И.Е. Численное и аналитическое решение математической модели низового пожара с учетом влияния угла наклона подстилающей поверхности // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2010. № 2 (81). С. 44-48.
8. Нищенков В.В. и др. Об оптимальной стратегии тушения лесного пожара водяной пушкой / В.В.Нищенков, Н.А.Романова, Л.Ю.Катаева, Д.А.Масленников, А.А.Лощилов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 692.
9. Романова Н.А. и др. О зависимости массового расхода воды для успешного тушения лесного пожара от температуры точки прицела / Н.А.Романова, А.А.Лощилов, И.В.Беляев, Л.Ю. Катаева // Фундаментальные исследования. 2014. № 6-7. С. 1380-1383.
10. Yoon-Ho Kim. RGB Color Model Based the Fire Detection Algorithm in Video Sequences on Wireless Sensor Network / Yoon-Ho Kim, Alla Kim, Hwa-Young Jeong // International Journal of Distributed Sensor Networks (2014 г.), 10 стр.

УДК 551.46

КОРОЛЬ А.А., РУВИНСКАЯ Е.А., КУРКИНА О.Е., КУРКИН А.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ВНУТРЕННИХ ВОЛН НА ОПОРЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСИ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ О. САХАЛИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящей работе выполнено моделирование генерации нелинейных внутренних волн из бароклинной приливной волны с учетом натурных данных по температуре, солености, давлению, приливным колебаниям уровня моря, предоставленных СахНИИРО [1]. Численная модель, используемая нами, основывается на двумерных полнонелинейных уравнениях гидродинамики невязкой несжимаемой стратифицированной жидкости. Расчеты выполнены для нескольких трасс в шельфовой зоне о. Сахалин вблизи объектов нефтегазового комплекса.

Исследована структура придонной скорости и вариации горизонтальных и вертикальных скоростей по глубине для заданных точек в предполагаемом месте расположения гипотетических опор. Для вычисления давления на боковую поверхность удлиненного цилиндра (опоры) используется формула Морисона [2]. Проведено моделирование перераспределения примеси в толще воды с использованием уравнения адвекции-диффузии для предвычисленных значений скорости в каждой точке расчетной области и заданного распределения концентрации примеси.

Представленные результаты получены при поддержке стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов на 2016-2018 гг. (СП-2311.2016.5), для ведущих научных школ Российской Федерации (НШ-6637.2016.5) и гранта РФФИ 16-05-00049.

Библиографический список

Рувинская Е.А., Куркина О.Е., Куркин А.А. Моделирование «внутренней погоды» в экосистеме стратифицированного морского шельфа // Экологические системы и приборы, 2011. – № 6. – С. 8–16.

Халфин И.Ш. Воздействие волн на морские нефтегазопромысловые сооружения. М.: Недра, 1990.

УДК 519.624.8

КУКЛИНА А.А.

О ЧЕТЫРЕХШАГОВОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ МОНОТОННЫХ УРАВНЕНИЙ В ГИЛЬБЕРТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Многие задачи физики, такие как анализ движения заряженных частиц, проблемы плазмы, задачи теории рассеяния, нелинейной теории поля и другие требуют решения нелинейных уравнений. Довольно часто получение аналитического решения таких задач слишком сложно, поэтому развивались численные методы, стремясь к получению эффективного алгоритма, дающего достоверные результаты. Например, распространение получил метод Ньютона, который имеет квадратичную скорость сходимости.

Известны итеративные методы, которые дают и более высокую скорость сходимости, например в банаховом пространстве были построены двухшаговый и трехшаговый методы решения нелинейных монотонных уравнений с высокой скоростью сходимости.

В данной работе был построен четырехшаговый метод решения нелинейных монотонных задач в гильбертовом пространстве, выведена следующая теорема.

Пусть H выпуклое гильбертово пространство. Дано уравнение $Bx = 0$, где $B: H \rightarrow H$ - равномерный деминепрерывный оператор, $B = A + \alpha E$, где $\alpha > 0$, $A: H \rightarrow H$ - монотонный оператор, $(Bx - By) \geq cx - y^2 \forall x, y \in H, c > 0$. $B(x, y)$ - разделенная разность первого прядка оператора B , т. е. $B(x, y)(x - y) = Bx - By, \forall x, y \in H$. Будем решать данное уравнение четырехшаговым итерационным методом

$$x_{k+1} = \bar{\bar{x}}_k - [B(x_k, x_k - \beta Bx_k)]^{-1} B(\bar{\bar{x}}_k) \quad \bar{\bar{x}}_k = \bar{x}_k - [B(x_k, x_k - \alpha Bx_k)]^{-1} B(\bar{x}_k),$$

$$\bar{\bar{x}}_k = \bar{x}_k - [B(x_k, x_k - \alpha Bx_k)]^{-1} B(\bar{x}_k) \quad \bar{x}_k = x_k - [B(x_k, x_k - \alpha Bx_k)]^{-1} B(x_k),$$

где α, β — некоторые числа.

Для всех x, y, z из множества $M_0 = \left\{ x \in H \mid x - x_0 \leq \mu \frac{Bx_0}{c} = \mu\tau \right\}$, где $\mu = c1 + 6$,

выполнены следующие условия: существует оператор $[B(x, y)]^{-1}$, $B(x, y) - B(y, z) \leq K1(x - y + y - z), K > 0$, начальное приближение x_0 метода удовлетворяет

неравенствам $\frac{c_2}{c} \leq |\delta| \leq \frac{c_1}{c}$, при $\delta=\alpha$ и $\delta=\beta$, $c_1>0$, $c_2>0$, $h < 1$, $ah < 1$, где

$$h = \frac{k_1}{c} \left(\frac{|\delta^*| |B(x_0)|}{c} + \frac{|B(x_0)|}{c} \right), \quad \delta^* = \max\{|\alpha|, |\beta|\}, \quad a^2 = \frac{3|\alpha| + (3h+5)\frac{1}{c}}{|\alpha| + \frac{1}{c}},$$

тогда последовательность $\{x_k\}$, определяемая соотношениями, сильно сходится в \mathbb{N} к единственному решению x^* уравнения, причем $\|x_k - x^*\| \leq b \left[(ah)^{10^k} \right]$, где $b = \frac{Bx_0}{c(ah)}$.

УДК 551.46

РОДИН А.А., КУРКИН А.А., ЛИХОДЕЕВ Н.М., ЗЕМЛЯНИКИН А.Я.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОЛНЫ ПРОРЫВА НАД РАЗЛИЧНЫМИ ДОННЫМИ ПРОФИЛЯМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Накат волн на наиболее распространенные донные и береговые профили является традиционной темой исследования гидродинамики прибрежной зоны. Слабым местом существующих численных моделей является отсутствие или ненадежность доказательства их адекватности в рассматриваемой области применения. Поэтому вопрос об оценке применимости конкретного программного пакета, как правило, остается открытым и требует верификации полученных данных как с помощью аналитических решений, так и лабораторных и натурных экспериментов.

В рамках данной работы лабораторно и численно исследовался процесс трансформации волн, образованных в результате гидродинамического коллапса, над тремя типами донного профиля: плоское дно с вертикальной стенкой, плоский откос и подводный уступ. Лабораторные эксперименты проведены в экспериментальной гидродинамической установке на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Численное решение получено с помощью вычислительного комплекса CLAWPACK (версия 4.6.2, www.clawpack.org), решающего методом конечных объемов одномерную систему нелинейных бездисперсионных уравнений мелкой воды, записанную в полных потоках и представляющую собой законы сохранения, записанные в дифференциальной форме. Такая модель подходит для описания как гладких, так и разрывных течений жидкости. Обрушение волны в алгоритме CLAWPACK аппроксимируется гидродинамическим скачком. Длина пространственного шага во всех экспериментах одинакова и равна 0,005 м, временной шаг подбирался автоматически, удовлетворяя условию Куранта-Фридрихса-Леви. Начальные условия соответствовали условиям лабораторных экспериментов.

В общей сложности было проведено 12 лабораторных и 12 численных экспериментов, по результатам которых было показано, что как в случае малых значений параметра нелинейности (отношения высоты волны к высоте невозмущенной глубине воды), так и при реализации сильнонелинейных сценариев, результаты численных экспериментов (высота наката и форма падающей волны) в целом хорошо соответствует лабораторным данным. Все полученные результаты (бенчмарки) как численные, так и лабораторные будут опубликованы в открытом доступе на сайте лаборатории моделирования природных и техногенных катастроф (www.lmnad.nntu.ru).

Представленные результаты научно-исследовательской работы получены при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (МК-1127.2017.5).

УДК 519.624.8

РОСЛОВСКАЯ Л.М.

НЕКОТОРЫЕ ОЦЕНКИ СВЕРХУ ДЛЯ РЕШЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ НЕОДНОРОДНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ НЕРАВЕНСТВ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Среди приближенных методов решения нелинейных задач особый интерес вызывают непрерывные методы, сводящиеся к решению задачи Коши для дифференциальных уравнений некоторого порядка. Порядком непрерывного метода называется порядок дифференциального уравнения.

Интерес к этим методам вызван наличием мощного пакета прикладных программ для численного решения нелинейных дифференциальных уравнений. Кроме того, на основе непрерывных методов можно строить различные итерационные методы, так как всякая дискретизация непрерывного метода порождает некоторый итерационный процесс для решения нелинейной задачи. В то же время на основе известных итерационных методов можно строить непрерывные методы.

При исследовании сходимости непрерывных методов возникает необходимость нахождения оценок сверху для решений линейного дифференциального неравенства с переменными коэффициентами.

Пусть имеем дифференциальное неравенство вида

$$y''(x) + p(x)y'(x) + q(x)y(x) \leq f(x), \quad x \geq x_0,$$

с начальными условиями $y(x_0) = y_0, \quad y'(x_0) = y'_0,$

где функция $y(x) \in C^2[x_0, +\infty)$; $f(x), p(x), q(x) \in C[x_0, +\infty)$.

Чтобы воспользоваться полученными ранее оценками сверху для решений линейных неоднородных дифференциальных неравенств второго порядка с постоянными коэффициентами, заморозим коэффициенты $p(x)$ и $q(x)$. Для этого положим $x \leq \tau$, τ – фиксированное положительное число.

Тогда получим неравенство с постоянными коэффициентами вида

$$y''(x) + p(\tau)y'(x) + q(\tau)y(x) \leq f(x) + \\ + [p(\tau) - p(x)]y'(x) + [q(\tau) - q(x)]y(x).$$

Введем замену

$$f(x) + [p(\tau) - p(x)]y'(x) + [q(\tau) - q(x)]y(x) = F(x, \tau),$$

тогда последнее неравенство примет вид:

$$y''(x) + p(\tau)y'(x) + q(\tau)y(x) \leq F(x, \tau).$$

Используя известные оценки для неоднородного линейного неравенства с постоянными коэффициентами, находим необходимые оценки для решений первого неравенства.

УТОЧНЕННОЕ УРАВНЕНИЕ КОРТЕВЕГА-ДЕ ВРИЗА ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ВОЛН НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА В ДВУХСЛОЙНОЙ ЖИДКОСТИ С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННОЙ ГЛУБИНЫ ДНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Внутренние гравитационные волны – вид волновых движений в слоистой (стратифицированной) жидкости (газе), плотность которой растет с глубиной Z . Простейший случай внутренних волн на границе раздела двух однородных несжимаемых жидкостей, из которых нижняя имеет большую плотность. Динамика таких волн крайне сложна из-за их нелинейности. Особенный интерес представляют локализованные возмущения, описываемые в слабонелинейном пределе фундаментальными неизлучающими решениями упрощенных моделей (эволюционных уравнений).

В данной работе ставится задача получить эволюционное уравнение Кортевега – де Вриза второго порядка (КдВ2) для двухслойной жидкости с неровным дном, аналогично уравнению для поверхностных волн в однородной жидкости, представленному в работе [Karczewska et al., 2014]. Для решения поставленных в работе задач была выбрана система компьютерной алгебры Maple, в которой был написан программный комплекс, содержащий в себе процедуру асимптотического вывода уравнения КдВ2.

Рассматриваем систему дифференциальных уравнений Лапласа с граничными условиями. Имеем дело с двумя слоями разной плотности и толщины. Вся жидкость в каждом слое однородна. На границах раздела слоев запишем кинематические и динамические граничные условия, выполняющие роль условий «сшивки» для рассматриваемых функций, также записывается условие непротекания на дне (в силу переменного дна).

В предположении малости амплитуд распространяющихся возмущений граничные условия могут быть сведены к более простому виду путем разложения всех неизвестных функций, в них входящих, в ряды Тейлора по малым отклонениям от невозмущенного уровня. Используя слабонелинейную теорию, все члены результирующих рядов будем раскладывать в степенные ряды по малому параметру.

Чтобы получить уравнение КдВ2, необходимо выписывать уравнения при каждом порядке малости для ε . Подставляя аналогичные ряды для всех слагаемых всех порядков, входящих в выведенные эволюционные уравнения рассматриваемой задачи, с такой точностью по ε , чтобы обеспечить их корректность, и складывая эти эволюционные уравнения до нужного порядка включительно, в итоге получаем уравнение КдВ2 для внутренних волн на границе раздела в двухслойной жидкости с переменным дном.

Из исходной системы уравнений невязкой несжимаемой стратифицированной жидкости с неровным дном с помощью асимптотической процедуры получено обобщенное уравнение Кортевега – де Вриза второго порядка для длинных нелинейных волн. Коэффициенты для этого уравнения с учетом переменной глубины дна были получены впервые в рамках поставленной задачи. Проведено численное сравнение динамики волн в рамках различных альтернативных подходов для поверхностных волн и внутренних волн в двухслойной жидкости.

1. Karczewska A., Rozmej P., Infeld E. Shallow-water soliton dynamics beyond the Korteweg–de Vries equation //Phys. Rev. E. 90, p.012907-1-8, 2014

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ НАТУРНЫХ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Для верификации и построения математических моделей прогнозирования морских природных катастроф необходимы натурные данные. Такие данные могут быть получены с помощью бесконтактных методов измерения.

Для выполнения данной задачи была разработана информационная система автономного мобильного робототехнического комплекса, позволяющая выполнять длительные многопараметрические измерения окружающей среды прибрежных зон.

Информационная система предназначена для сбора, хранения, анализа информации, поступающей с измерительного оборудования мобильного роботизированного комплекса, а также для мониторинга состояния и настройки самого оборудования в процессе эксплуатации комплекса.

Система взаимодействует со следующим оборудованием, входящим в состав мобильного комплекса: современный судовой радар РЛС «Река» Микран для измерения характеристик морских волн, многопараметрическая платформа WXT520 для измерения характеристик атмосферы, высокоточное навигационное оборудование GPS/ГЛОНАСС OS-203, два лазерных сканера Sick LMS-511, реализующих режим трехмерного сканирования до 80 м на пути следования мобильного комплекса. Основным вычислительным блоком, на котором выполняется обработка и сбор данных, является защищенный без вентиляторный компьютер Matrix MXE-5400, оборудованный хранилищем на базе SSD диска вместимостью 1ТБ.

Возможности системы: загрузка данных, поступающих с измерительного оборудования; сохранение данных в файлы и базу данных; анализ данных посредством математических моделей; предоставление актуальной информации о состоянии измерительного оборудования; отображение данных, поступающих с измерительного оборудования в структурированном и графическом виде посредством пользовательского интерфейса; управление и настройка измерительного оборудования.

Информационная система реализует следующие модули. Модуль загрузки данных, предназначен для подключения к программным интерфейсам измерительного оборудования и чтения данных посредством алгоритмов разбора данных, согласно спецификации протокола каждого аппаратного компонента. Модуль представления данных реализует набор структур, позволяющих описать физические переменные, используемые в комплексе и их взаимосвязь. Основная цель данного модуля предоставить интерфейс для работы с данными в контексте физических величин. Представление данных также позволяет связать физические характеристики в единый объект программного уровня для удобства манипулирования им. Модуль анализа данных предназначен для обработки набора входных данных посредством алгоритмов: алгоритма динамической обработки экспериментальных данных (выделение сигнала, спектральный анализ, вейвлет анализ), алгоритма определения пороговых значений высот волн вдали от берега, алгоритм пересчета наката волн по высотам волн вдали от берега.

Представленные результаты научно-исследовательской работы получены при поддержке стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам на 2015-2017 годы (СП-193.2015.5).

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ ВНУТРЕННИХ ВОЛН НАД ШЕЛЬФОВЫМ УСТУПОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева
Университет Южного Квинсленда, Тувумба (Австралия)

Изучение динамики внутренних волн является актуальной проблемой в связи с активным использованием водных ресурсов в хозяйственной жизни человека. Внутренние волны в океане могут оказывать большое влияние на широкий спектр различных процессов, таких как надводная и подводная навигация, трансформация береговой линии и донной поверхности, миграция промысловой рыбы. Внутренние волны могут оказывать опасные воздействия на прибрежные сооружения: нефте- и газодобывающие платформы, газопроводы, буровые станции и т.д. Для предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций необходимо заранее знать характерные параметры внутренних и поверхностных волн в заданной акватории. При проведении подобных исследований одной из важных задач является изучение и прогнозирование спектральных характеристик внутренних волн: амплитуд и длин при трансформации над континентальным уступом.

В рамках данной работы численно и аналитически исследовался процесс трансформации внутренних квазимонохроматических волн над донным уступом с помощью программного пакета MITgcm, разработанного в Массачусетском технологическом институте. Численная модель основана на решении уравнения Навье–Стокса без учета вязкости, теплопроводности и диффузии. Исследования проводились в линейном приближении для волн малой амплитуды в двухслойной жидкости с резким подъемом дна. В численных расчетах определялись коэффициенты трансформации волн (коэффициенты прохождения и отражения) в зависимости от глубины залегания пикноклина, волнового числа набегающей на уступ волны и высоты уступа. Кроме того, определялись также волновые числа прошедшей и отраженной волн.

Полученные результаты приведены в графической форме; на их основе предложены аппроксимационные формулы. Точность расчетов контролируется с помощью закона сохранения потока энергии волн.

УДК 621

БЕСПАЛОВ А.Д.², АБРАМОВ А.А.¹, АНДРЕЕВ В.В.¹

ЭНЕРГЕТИКА РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Школа №30 им. Л.Л. Антоновой (г. Н. Новгород)²

В настоящей работе рассматривается текущее состояние и использование источников энергии в Российской Федерации, а также проводится их сравнительный анализ на примере тепловой электростанции (ТЭС), гидроэлектростанции (ГЭС), атомной электростанции (АЭС), а также промышленных электростанций, работающих на альтернативных источниках энергии.

Первым, наиболее часто используемым, традиционным источником электроэнергии является уголь. Он используется на теплоэлектростанциях, вырабатывающих электрическую энергию за счет преобразования химической энергии топлива в механическую энергию вращения вала электрогенератора. Как и для любой из видов электростанций, у ТЭС есть свои недостатки: используются невозобновляемые энергетические ресурсы, образуется много твердых и газообразных отходов, а также значительные расходы на транспортировку топлива. География размещения, как правило, зависит от наличия в регионе топлива, на котором они работают.

Вторым, рассматриваемым нами источником электроэнергии являются гидроэлектростанции. Данный способ имеет особенности, среди которых неистощимость и доступность, исходящие из основных свойств воды. Но он имеет также и недостатки: станции достаточно дорогие в строительстве, очень долго строятся (15-20 лет), требуют создания крупных водохранилищ, вода из которых используется в промышленности, сельском хозяйстве, населением. Водоохранилища затапливают ценные земли, изменяют гидрологический режим и климат прилегающих территорий. Создание каскадов ГЭС снижает скорость течения воды в реках, способствует большому загрязнению рек, нарушает естественные маршруты миграции рыб.

Третий рассматриваемый источник - энергия деления ядер атомов. В основе данного источника энергии лежит принцип деления урана или плутония. Это самый экологически чистый, но и в тоже время самый опасный вид электростанций. Данное обстоятельство связано с тем, что в случае аварии на атомной электростанции могут возникнуть большие экологические проблемы. У данного источника имеются как отрицательные факторы, так и положительные, например, низкая себестоимость электроэнергии, экологически чистое производство, высокая мощность.

К четвертому виду источников электроэнергии относится целая группа, их называют альтернативными источниками, или нетрадиционными. К альтернативным источникам энергии относятся: солнечная, геотермальная, приливная и ветровая энергия. Как и у любого источника, у них есть свои плюсы - экологичность, возобновляемость. Но, к сожалению, есть и недостатки: ограниченность применения, малая единичная мощность установок, высокая стоимость сооружения, и, как результат, дорогая электроэнергия на период окупаемости установки.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что во всех видах традиционных электростанций, а также ряда электростанций, работающих на альтернативных источниках энергии (на-

пример, приливные и ветровые), лежит принцип преобразования механической энергии в электрическую. Несмотря ни на что, строительство и эксплуатация атомных, тепловых и гидроэлектростанций в той или иной степени наносят ущерб окружающей среде, несравнимый с их преимуществами. Также станции с альтернативными источниками энергии могут быть применены лишь в странах с большой территорией и наличием соответствующих климатических и природных условий. Возможно, при дальнейшем развитии технологий, данные методы получения энергии смогут получить лидирующие позиции, но на данный момент такого быть не может.

Таким образом, можно сделать вывод, что нужно искать новые источники и способы получения электроэнергии, а также улучшать традиционные виды электростанций, повышая их эффективность и безопасность.

УДК 621

БЕСПАЛОВ А.Д.², АБРАМОВ А.А.¹, АНДРЕЕВ В.В.¹

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹

Школа №30 им. Л.Л. Антоновой (г. Н. Новгород)²

БЕСПАЛОВ А.Д., ¹АБРАМОВ А.А., ¹АНДРЕЕВ В.В.

В работе рассматривается текущее состояние и использование атомных электростанций на быстрых нейтронах в России и во всем мире, а также приводится история их создания и сравнительный анализ. В 1939 г. немецкие ученые Отто Ганн и Франц Штрассман открыли деление ядра урана под действием медленных нейтронов. Поглотив лишний нейтрон, ядро деформируется, приобретая вытянутую форму. Под действием электростатических сил отталкивания ядро разрывается на два осколка, которые разлетаются с огромной скоростью и излучают 2-3 нейтрона. Осколки ядра быстро тормозятся в окружающей среде – топливе. Тепло от топлива отводится теплоносителем, в качестве которого используется вода в реакторе на медленных нейтронах; натрий или свинец в реакторе на быстрых нейтронах. Реакция деления ядер урана идет с выделением энергии в окружающую среду. Эта энергия колоссальна. При делении 1 г урана выделяется столько же энергии, сколько при сгорании 2,5 т нефти.

Атомные электростанции – это тепловые электростанции, предназначенные для выработки электрической энергии путем использования энергии, выделяемой при контролируемой ядерной реакции. Единичная мощность энергоблоков АЭС достигает 1,5 ГВт. Советские инженеры, разрабатывавшие реакторы на быстрых нейтронах, сначала построили опытный БР-2 (ртутный), а потом экспериментальные БР-5 и БОР-60 с натрием вместо ртути. Первый промышленный ядерный реактор на быстрых нейтронах – БН-350 – был запущен в 1973 году. Реакторная установка в Шевченко проектировалась ведущими российскими организациями, и ее электрическая мощность составляла 350 МВт. Реактор был выведен из эксплуатации в 1998 году. На основе проб и ошибок предыдущих реакторов в 1980 г. был построен и введен в эксплуатацию реактор БН-600. Он обладал гораздо большей мощностью (600 МВт). В качестве главного конструктора РУ выступал Нижегородский ОКБМ. Эксплуатационный срок установки продлен до 2020 г.

На основе наработок прошлых лет, в 2015 году был построен и введен в энергосистему Урала энергоблок №4 Белоярской АЭС с реактором БН-800. Электрическая мощность энергоблока составляет 880 МВт, что гораздо больше его предшественников. Также было принято множество новых решений для реактора БН-800 на основе реактора БН-600. В данный момент идет строительство нового реактора - БН-1200. Его пуск планируется в 2020 го-

ду, и ожидается, что он проработает 60 лет. Как и его предшественник, он будет использовать топливо: МОХ-топливо - смесь оксидов ^{235}U и ^{239}Pu .

Преимущества АЭС на быстрых нейтронах перед АЭС на тепловых нейтронах состоит в том, что при поломке они быстро ремонтируются и не наносят серьезного вреда окружающей среде. Также данный тип реактора способен нарабатывать из ^{238}U ^{239}Pu , которого может получиться до 40 % больше, а также возможно использование этих установок для сжигания долгоживущих радиоактивных отходов.

Недостатки АЭС на быстрых нейтронах перед другим типом АЭС состоят в том, что в них натриевый теплоноситель, после которого на трубах первого и второго контура остается накипь. Удаление этой накипи очень опасный и длительный процесс.

На данный момент во многих странах мира ведутся разработки ядерных реакторов на быстрых нейтронах, но создать их получилось только у России. Также многие ученые в сфере ядерной физики считают, что реакторы на быстрых нейтронах – это будущее человечества, так как они могут не только воспроизводить топливо для атомных электростанций, но и обладают большим КПД.

УДК 621

БОРОВИК В.Р., КОЛБАСИНА П.А., ОСИПОВА С.Л.

ЗАГАДОЧНЫЙ БЕСПОРЯДОК: ИСТОРИЯ ФРАКТАЛОВ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Школа № 8 (с.п. Новосмолинский)

До недавнего времени геометрические модели природных объектов строились на основе сравнительно простых фигур: прямых, прямоугольников, окружностей, сфер, многогранников. Однако этот набор, трудно применим для описания сложных объектов, таких как, турбулентный поток жидкости, пористые материалы, форма облаков, кровеносно-сосудистая система, крона дерева. Для их описания служат фракталы.

Фракталы - множества точек в пространстве, обладающие свойством самоподобия. Объекты фрактальной геометрии по своему внешнему виду резко отличаются от привычных для нас правильных геометрических фигур. Для них разработано понятие размерности, способной принимать дробные значения. Открытие фракталов произвело революцию не только в геометрии, но и в физике, химии, биологии. Фрактальные алгоритмы нашли применение в различных областях науки и культуры.

Фракталы можно разделить на три группы: геометрические, алгебраические и стохастические.

Основными представителями геометрических фракталов являются: кривая Пеано, снежинка Коха, треугольник Серпинского.

Алгебраическая группа фракталов получила такое название потому, что они образуются при помощи алгебраических формул. Это самая большая группа фракталов. Примером алгебраического фрактала служит множество Мандельброта.

Еще одним известным классом фракталов являются стохастические фракталы, которые получаются в том случае, когда в итерационном процессе случайным образом меняют какие-либо его параметры. Типичный представитель стохастических фракталов «Плазма».

Программ для генерации фракталов большое множество. Для построения геометрических фракталов хорошо приспособлены так называемые L-Systems. Суть этих систем состоит в том, что имеется определенный набор символов, каждый из которых обозначает определенное действие и набор правил преобразования символов.

Фрактальная графика позволяет создавать абстрактные композиции, где можно реализовать такие композиционные приемы, как горизонтальные и вертикали, диагональные направления, симметрию и асимметрию и др. Фрактальная графика незаменима при создании изображений облаков, гор, водных и других поверхностей, очень напоминающих природные неевклидовы поверхности.

Для создания фракталов работали с программой Incendia Next. Это свободно распространяемое программное обеспечение. Используя язык программирования PascalABC, написали программы, которые позволяют получать различные виды фракталов: стохастический фрактал, треугольники, окружности, дерево Пифагора, множество Мандельброта, треугольник Серпинского и папоротник. В результате написания программ из определенной последовательности букв и цифр появились различные фрактальные рисунки.

Данную работу можно использовать на уроках информатики при изучении графики в среде PascalABC, а также на уроках геометрии и искусства.

УДК 66.074.912

ГОЛУБЧИКОВ Д.О.¹, ОТВАГИНА К.В.²,
САЗАНОВА Т.С.², ВОРОТЫНЦЕВ И.В.²

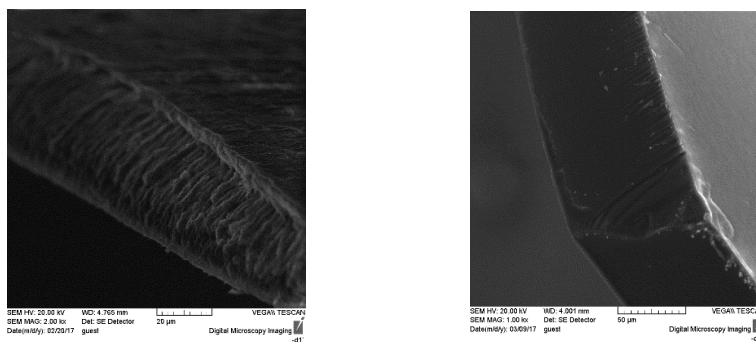
АСИММЕТРИЧНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

Лицей №82 (г. Нижний Новгород)¹

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Интенсивное развитие науки и техники требует непрерывного создания новых функциональных материалов с заданной морфологией на масштабах порядка 10–100 нм. Перспективным подходом при решении этих задач является синтез и модификация высокомолекулярных соединений различного состава и строения. Кроме того, значительное влияние на структуру и эксплуатационные свойства материала, такие как физико-механические и поверхностные свойства, оказывает способ его получения. Метод инверсии фаз успешно применяется для получения мембранных материалов на основе полисульфонов, полиамидов и ацетата целлюлозы с асимметричной пористой или непористой структурой. В этой работе метод инверсии фаз применен для получения асимметричных мембран на основе природного мукополисахарида хитозана (ХТЗ). Цель работы состояла в разработке метода получения асимметричных мембран на основе ХТЗ и контроле микроструктуры с помощью микроскопических методов: атомно-силовой микроскопии (АСМ) и растровой электронной микроскопии (РЭМ). Пленочные материалы на основе исходного ХТЗ и сополимеров ХТЗ с виниловыми мономерами были получены с применением «сухого» и «мокрого» способа в рамках метода инверсии фаз.

На снимках АСМ материалов на основе чистого ХТЗ наблюдается различие рельефа поверхности в зависимости от ориентации мембраны «к подложке» или «на воздух». Это подтверждается разницей параметров шероховатости R_a (средняя арифметическая шероховатость) и R_z (высота неровностей профиля) для различных сторон более чем в два раза. На поверхности мембран визуализируются углубления, которые могут являться тупиковыми порами сложной конфигурации. Результаты РЭМ подтверждают образование асимметричной структуры мембран, полученных «мокрым» способом, с формированием более плотного и более рыхлого слоев различной толщины. В случае мембран, полученных «сухим» способом, формирование асимметричной структуры не подтвердилось.



а

б

Рис.1 Изображения РЭМ мембран на основе чистого ХТЗ:
а - полученной «мокрым» способом; *б* - полученной «сухим» способом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект 15-19-10057.

УДК 620

ГРУЗДЕВ А.Л.

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ГБПОУ «Нижегородский радиотехнический колледж»

Новейшие тенденции материаловедения открывают комбинированные материалы, усиленные либо волокнами, либо диспергированными твердыми частицами. У первых в неорганическую металлическую или органическую полимерную матрицу введены тончайшие высокопрочные волокна из стекла, углерода, бора, бериллия, стали или нитевидные монокристаллы. В результате такого комбинирования максимальная прочность сочетается с высоким модулем упругости и небольшой плотностью. Именно такими материалами будущего являются композиционные (композитные) материалы.

По своей сущности композиционные (композитные) материалы представляют собой конструкционный (металлический или неметаллический) материал, в котором имеются усиливающие его элементы в виде нитей, волокон или хлопьев более прочного материала. В качестве примеров композиционных материалов можно привести пластик, армированный борными, углеродными, стеклянными волокнами, жгутами или тканями на их основе; алюминий, армированный нитями стали, бериллия.

Комбинируя объемное содержание компонентов, можно получать композиционные материалы с требуемыми значениями прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости, а также создавать композиции с необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими и другими специальными свойствами [1, С.112].

Конечно, последние достижения в разработках композитных (композиционных) материалов обладают большим интересом, чем предыстория их появления.

Вместе с развитием и совершенствованием композиционных материалов увеличивается и область их применения. Например, после Второй мировой войны композиты стали использовать в автомобилестроении. В 1954 году в США появился первый спорт-кар, корпус которого состоит из стекловолокна Kaiser - Dargin. Машина разогналась до 60 миль/ч за 15,1 с, и максимальная скорость составляла чуть меньше 100 миль/ч (около 160 км/ч). Эти характеристика машина получила благодаря небольшому весу (всего 997 кг). Затем композиты стали использовать в космо- и авиастроении (Boeing 787 Dream Liner 50% фюзеляжа изготовлено из композиционных материалов на основе углерода). Далее стали производить из композитов оружие (из композитов на 90% состоит

межконтинентальная ракета «Тополь – М»). Наконец, в стоматологии примером композитов являются обычные пломбы [2, С,1].

Таким образом, традиционно применяемые металлические и неметаллические материалы в значительной мере достигли своего предела конструктивной прочности. Поэтому развитие современной техники требует создания материалов, надежно работающих в сложной комбинации силовых и температурных полей, при воздействии агрессивных сред, излучений, глубокого вакуума и высоких давлений. Удовлетворить эти требования можно использованием композитных материалов.

Библиографический список

1. **Соленов, А.П.** Справочник по конструкционным материалам. / Под ред. Арзамасова Б.Н. – М.: МГТУ им. Баумана, 2009 г.;
2. Композиционные материалы, <http://expertmeet.org/topic/17433-kompozitcionnye-materialy/>.

УДК 621.3

ДОЛГОПОЛОВ А.Г., КОРОЛЕВА Е.В.

УМНЫЙ ДОМ

Школа №17 им. Арюткина Н.В. (г. Заволжье)

Цель нашей работы привлечь внимание к изменениям климата и связанных с ним изменений в жизни всего человеческого общества. Сегодня мы много слышим о глобальном потеплении. В нашей стране потеплению рады все, особенно коммунальные службы. Для изношенного жилья и живущих в нем граждан – это, несомненно, хорошо. Если тепло снаружи дома, то износ жилья и внутри дома фактически не замечается.

Эта проблема касается и нашего небольшого города Заволжья. Износ жилого фонда в городе огромен, все панельные дома имеют датой постройки 50-70-е годы XX века. А так как зимой в России случаются морозы, то сбережение энергоресурсов выходит на первый план. В связи с необходимостью проведения энергосберегающих мероприятий и выполнения Федерального Закона РФ от 23.11.2009г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности» выполнение энергосберегающих мероприятий позволит снизить потребление энергоресурсов.

Мной были проведены измерения температуры, зафиксированы места потери большого тепла в подвале, в местах общественного пользования и в некоторых квартирах. Эти материалы были обсуждены на собрании жильцов дома, затем переданы в ЖЭК. Дом был включен в число первоочередных домов на ремонт. Все это время я продолжал собирать данные, фотографировал процесс ремонта, сравнивал и рассчитывал вклад в энергосбережение нашего дома.

Разработанный мной проект рассчитана на три этапа:

1. Установка общедомовых приборов учета энергоресурсов; установка автоматизированного теплового пункта; замена окон с повышенной теплоизоляцией в местах общего пользования;
2. Утепление подвальных и чердачных помещений;
3. Утепление фасадов здания.

На начало 2017 года был реализован 1 этап в полном объеме, так же был проведен косметический ремонт мест общественного пользования. Для экономии необходим, прежде всего, строгий учет. Поэтому были установлены общедомовые приборы расходования ресурсов. Установка автоматизированного теплового пункта привело к экономии тепловой энергии путем регулирования подачи горячей воды в зависимости от температуры воздуха

на улице. Замена окон с повышенной теплоизоляцией в местах общественного пользования и установка доводчиков на входных дверях уменьшили потери тепла в здании в целом.

Реализация 2-го этапа начнется по мере накопления средств от экономии на тепле в 2017 г.

На реализацию 3-го этапа ЖЭК уже нашел подрядчиков, которые согласились провести утепление фасада по всему периметру здания на более выгодных условиях за счет частичного вложения средств самих жителей дома. Этот этап ЖЭК планирует реализовать в течении летнего периода.

Помимо всех мероприятий, желательно установить на лестничных площадках подъездов энергосберегающие лампочки и датчики движения. Это позволило бы экономить электрическую энергию.

Проект «умный дом», на мой взгляд, может быть реализован во многих жилых многоквартирных домах.

УДК 664

ЖИРНОВА М.А.

ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ В НАШЕЙ ЖИЗНИ

Нижегородский радиотехнический колледж

Актуальность и значимость пищевых добавок в продукты питания подкреплена открытостью вопроса о степени влияния их на организм человека, в частности на состояние здоровья.

История применения пищевых добавок (уксусная и молочная кислоты, поваренная соль, некоторые специи и др.) определена несколькими тысячелетиями. Как известно, пищевые добавки могут быть как натуральными (природными), так и искусственными веществами или их соединениями, специально вводимыми в пищевые продукты в процессе технологи изготовления с целью придания пищевым продуктам определенных свойств (например, сохранения их качества). При этом к пищевым добавкам не относят соединения, повышающие пищевую ценность или фармакологическую направленность продуктов питания (например, витамины, минеральные вещества, аминокислоты, пищевые волокна и другие).

Анализ классификации пищевых добавок сформировал следующий «химический ряд»: красители (E100-E182), консерванты (E200-E299), антиокислители (E300-E399), стабилизаторы (E400-E499), эмульгаторы (E500-E599), усилители вкуса и аромата (E600-E699)[1].

Анализ влияния пищевые добавки на организм человека определил отрицательную тенденцию некоторых видов как естественных, так и искусственных добавок. Кроме того, есть определенные противопоказания отдельным группам людей, страдающим теми или иными заболеваниями (многие из которых могут вызывать аллергическую реакцию разной степени тяжести).

По статистическим данным отечественных и зарубежных исследователей, доля пищевой аллергии во всем мире возрастает и нет устойчивой тенденции (изменяется по странам в широких пределах от 0,01 до 50%)[2].

По медицинским данным, пищевая аллергия развивается уже в детском возрасте. Поэтому при приеме некоторых пищевых продуктов, начиненных пищевыми добавками, нередки случаи анафилаксии. Следовательно, складывается важная социальная и медицинская проблема, поскольку это является частой причиной обращения пациентов за скорой медицинской помощью во всем мире[3].

Тогда возникает вопрос: «Почему число заболеваний, связанных с потреблением современных продуктов питания неуклонно растет?» Ответ на данный вопрос можно найти в результате подробного качественного анализа современных достижений химии и биотехнологий.

Библиографический список

- 1. Габриелян, О.С.** Крупина, Т.С., Учебное пособие. Пищевые добавки. - М.: Издательский дом «Дрофа», 2010;
- 2. Орещенко, А.В.** Берестень, А.Ф., О пищевых добавках и продуктах питания // Пищевая промышленность. - 2013. - №6;
- 3. Поздняковский, В.М.** Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза пищевых продуктов: Учебник.-3-е изд. испр и доп./В.М. Поздняковский.-Новосибирск,2014.-555 с.

УДК 621.039

ЗИМИНА К.Д.², АНДРЕЕВ В.В.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹,
МАОУ Школа №30 им. Л.Л. Антоновой (г. Н. Новгород)²

Атомная энергетика - самая экологически чистая и безопасная отрасль. Однако потенциальная опасность серьезных аварий с возможным выходом продуктов деления за пределы защитной оболочки АЭС заставляет инженеров и конструкторов постоянно заботиться о повышении надежности и безопасности этих энергетических объектов. Одним из основных барьеров на пути распространения продуктов деления является герметичный первый контур. В его состав входит ядерный реактор, в котором сравнительно холодный теплоноситель, приходящий от главного циркуляционного насоса нагревается в активной зоне и поступает в парогенератор, где отдает свое тепло теплоносителю второго контура. После чего процесс повторяется. Несмотря на то, что “холодный” теплоноситель имеет температуру около 300°С, он, попадая в корпус реактора, действительно имеет температуру ниже, чем горячий теплоноситель на выходе из активной зоны. Постоянное повторение таких колебаний температуры может сказаться неблагоприятно на конструкционном материале корпуса реактора. Необходимо точно представлять, как происходит смешение этих разных по температуре потоков с тем, чтобы знать, как этот процесс воздействует на металл корпуса реактора. Такие задачи возникают и в других контурах ЯЭУ и, вообще, в теплообменном оборудовании.

Исследование процессов смешения неизотермических потоков сложная задача. Прогнозировать распределение полей температур при смешении потоков жидкостей разной температуры можно, используя сложные математические уравнения (теоретический способ), экспериментальным путем, а также применяя различные расчетные модели. Теоретический способ прогнозирования полей температур сложен и не всегда позволяет получить решение в конкретной технической системе. Экспериментальные исследования длительны и дороги. Вариант с расчетными моделями предполагает использование мощных компьютеров и дорогих вычислительных программ, которые не всегда позволяют адекватно описывать исследуемую систему.

В настоящей работе рассматривается способ исследования процесса смешения неизотермических потоков экспериментальным способом. Мы исследовали процесс подачи холодного теплоносителя в кювету прямоугольной формы с фиксацией картины получаемых полей температуры на экране тепловизора. Чтобы восстановить картину изменения полей температуры во времени мы сделали ролик, последовательно монтируя в нем фотографии, которые фиксировались тепловизором. Данная работа требует больших затрат времени. Что-

бы ускорить процесс построения таких роликов, представляющих процессы распределения температуры в кювете, было решено использовать искусственные нейронные сети для заполнения пропусков в последовательности изображений полей распределения температуры. В качестве информации для обучения искусственной нейронной сети используются фотографии распределения полей температур через небольшие промежутки времени. В процессе обучения сеть пытается восстановить изображение распределения полей температур в кювете, а результат ее работы проверяется с учетом известных заранее изображений. Добившись хорошего совпадения между прогнозируемым изображением и изображением из обучающей выборки мы с определенной погрешностью можем предполагать, что обученная нейронная сеть сможет восстановить нам недостающие (пропущенные) изображения в последовательности изображений.

УДК 629.124.791

КАЛИНИН Е.Д.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКОНОВ МЕХАНИКИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЛЕДОВОЙ ХОДКОСТИ СУДОВ

Гимназия № 80 (г. Н. Новгород)

В настоящее время физика очень тесно связана с астрономией, геологией, химией, биологией, другими естественными науками и, конечно же, с кораблестроением. Она много объясняет в этих науках, предоставляет им мощные методы исследования.

Для того, чтобы порты на замерзающих акваториях работали круглогодично, необходимо продлить навигацию. Ледокольный флот является эффективным и безальтернативным средством. Его поддержание в рабочем состоянии и прогнозирование ледовой ходкости, а также изучение вопросов, связанных с динамикой ледоколов, является актуальным.

Для разрушения льда используют разные способы и средства [1]. В работе описан процесс разрушения льда ледоколами при движении в различных ледовых условиях: в сплошных, битых и тяжелых льдах, когда движение осуществляется набегами [1, 2].

В различных ледовых условиях ледокол совершает равномерное, ускоренное движение или торможение. Ускоренное движение (разгон) происходит за счет превышения тяги ледокола над ледовым сопротивлением при соответствующих скоростях. Замедленное движение (торможение) передним или задним ходом происходит за счет того, что тяга винтов ледокола равна нулю или направлена в сторону, противоположную движения ледокола, или за счет превышения ледового сопротивления над тягой ледокола при соответствующих скоростях. При равномерном движении ледокола тяга винта равна ледовому сопротивлению.

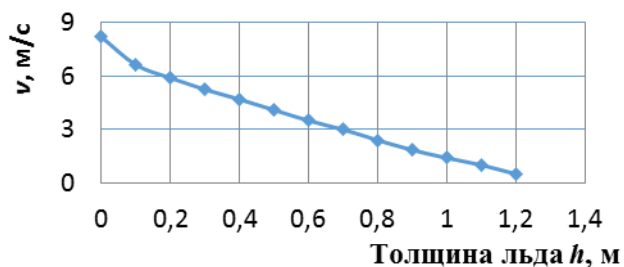


Рис. 1. Диаграмма ледопроеходимости для ледокола проекта 21900 «Санкт-Петербург»

зависимостей и уравнений кинематики решены задачи ходкости на примере ледокола

В работе определены параметры движения ледоколов в различных условиях с использованием законов механики; получены расчетные зависимости параметров движения; в результате математического эксперимента показано, что надежные методы расчета ледовой ходкости невозможно выполнить без знания основных законов физики.

Для каждого вида движения записан второй закон Ньютона, получены уравнения движения. С использованием полученных

проекта 21900 типа «Санкт-Петербург». Для этого ледокола построены зависимости сопротивления от скорости движения в сплошном ледяном покрове толщиной меньше предельной и получена кривая ледопроеходимости (рис. 1). Предельная ледопроежимость ледокола «Санкт-Петербург» составила 1,2 м. Во льдах большей толщины он будет прибегать к работе набегам.

Библиографический список

1. **Ионов, Б.П.** Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов. СПб.: Судостроение, 2001. -512 с.
2. **Грамузов, Е.М.** Калинина Н.В. Теоретико-экспериментальная модель движения речных ледоколов в тяжелых льдах // Физические технологии в машиноведении: Сб. науч. тр. / Интелсервис.- Н. Новгород, 2000.- Вып. 2.- С.170-180.

УДК 621

КОВЛЕВА Е.А., СТЕШЕНКО А.А.

МАТЕМАТИКА В МЕДИЦИНЕ

Школа № 8 (г. Н.Новгород)

В биологии, медицине и здравоохранении в круг явлений, изучаемых с помощью математики, входят: процессы происходящие на уровне целостного организма; заболевания и способы их лечения; приборы и системы медицинской техники; популяционные и организационные аспекты поведения сложных систем в здравоохранении; биологические процессы, происходящие на молекулярном уровне. В настоящее время широко применяются математические методы в биофизике, биохимии, генетике, физиологии, медицинском приборостроении, создании биотехнических систем.

Существует проблема тренировки детей. Приходит ребенок 10-12 лет на тренировку с нормальным сердцем. Потом начинается период, когда мышцы быстро растут, а сердце не успевает расти. Такой ребенок может при пульсе 200 бегать часами. Сердце маленькое, оно при этом закисляется, а мышцы не закисляются. В 13 - 16 лет дистрофия миокарда уже есть, но он чемпион России в легкой атлетике, в лыжных гонках... Ему исполняется 16 – 17 лет, надо идти в сборную команду, а у него сердца работает не в правильном ритме.

Первоначально врачи проводят исследования сердца, по результатам которых дают соответствующую нагрузку. Тогда не будет никаких проблем, сердце будет сохранено. Объемы будут наращиваться постепенно, сердце будет догонять мышцы.

Мы решили обратить внимание учащихся, занимающихся спортом, на данную проблему. Самым простым способом дозирования нагрузок является определение максимального и субмаксимального пульса. Максимально допустимый пульс - частота пульса, которая соответствует той работе сердца, при которой достигается максимально возможное потребление кислорода работающими мышцами.

Существует известная упрощенная математическая формула

$МП = 220 - В$, где МП – максимальный пульс, В – возраст.

Субмаксимальный пульс рассчитывается как 75 или 85% от максимального.

$СП = 0,75 \times МП$ (для людей, имеющих проблемы с сердцем),

$СП = 0,85 \times МП$ (для людей, тренированных и практически здоровых).

Таким образом, максимальный эффект для здоровья мы получаем при нагрузке, соответствующей субмаксимальному пульсу.

Для выявления индивидуальной переносимости нагрузок существует еще один метод определения физической работоспособности.

Двойное произведение: $ДП = П \times АД : 100$, где ДП - это двойное произведение; П - частота пульса в 1 мин; АД - величина систолического артериального давления.

Для здорового человека ДП должен быть при субмаксимальной нагрузке в пределах 250-330.

Для вычисления степени нагрузки пользуемся алгоритмом:

1. Находим разность между пульсом после нагрузки и до нагрузки;
2. Полученный результат умножаем на 100;
3. Полученный результат делим на количество пульса в минуту до нагрузки.

Если увеличение пульса составляет 35-50% от исходного, то нагрузка малая, если прирост 50-70% - нагрузка средняя, если прирост 70-90% - нагрузка высокая.

Все медицинские открытия должны опираться на численные соотношения. А методы теории вероятности (учет статистики заболеваемости в зависимости от различных факторов) и вообще вещь в медицине необходимая.

УДК 621

ЛОСКОТ И.В.², АБРАМОВ А.А.¹, ОРЕХОВА Е.Е.¹, АНДРЕЕВ В.В.¹

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
МАОУ Школа №30 им. Л.Л. Антоновой (г. Н. Новгород)²

В работе рассмотрено текущее состояние и использование альтернативных источников энергии в мире, а также проводится их сравнительный анализ на примере солнечной (СЭС), ветряной (ВЭС) и гидроэнергетики (ПЭС). Данные способы получения энергии являются перспективными и призваны любыми способами сохранить и преумножить энергетический потенциал нашей планеты.

Проблема необходимости альтернативных источников энергии поднимается в обществе регулярно. Энергетический комплекс пытается выйти из монопольной зависимости от компаний, добывающих уголь, нефть и газ, использование которых не является энергоэффективным, а также наносит большой вред окружающей среде. Необходимо найти баланс использования энергоресурсов, позволяющий человечеству жить и развиваться в приемлемых для существования условиях окружающей среды; с поправкой на необходимость поддержания качественных условий жизни у существующих и будущих поколений людей.

В поиске выхода из этой ситуации может помочь освоение новых технологий по добыче энергии. Первый рассмотренный нами альтернативный источник энергии основан на непосредственном использовании солнечного электромагнитного излучения. Данным энергоисточником является солнечная энергия. Этот способ имеет особенности, среди которых - неистощимость и доступность - исходящие из основных свойств солнца. Но он имеет также недостатки, перекрывающие достоинства: низкий КПД установки, дорогое оборудование, зависимость от погодных условий, загрязнение среды при производстве, большие габариты и сложность в эксплуатации.

Второй источник - ветряная энергия - основан на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в ее различные другие формы. В нем ученые со всего мира видели большой энергетический потенциал еще с 1930-х годов (начало первых испытаний). Но на данный момент имеется множество негативных факторов: ветровые установки (ветряки) требуют больших территорий под свою установку и использование, а издаваемый оборудованием инфразвук негативно влияет на окружающую флору и фауну и мешает передаче радиоволн.

Третий рассматриваемый энергоисточник - энергия приливов и отливов. В основе данного источника энергии лежит принцип преобразования энергии потока воды в электроэнергию посредством гидравлических турбин, которые приводят во вращение

электрические генераторы, но используют при этом кинетическую энергию вращения Земли. Это один из перспективных типов гидроустановок. Связано это с тем, что топливо для получения электроэнергии в этом случае не нужно, не имеется выбросов в атмосферу, а также этот способ отличается простотой в обслуживании и эксплуатации. При должном уровне развития технологии, воду можно передавать по каналам для орошения полей; снижается риск затопления и улучшаются условия для существования торговых путей. У данного источника имеется множество положительных факторов, но также большое количество недостатков: на постройку подобных сооружений требуются большие затраты, всегда затопляются большие площади, перекрываются реки, создаются препятствия для фауны, нарушаются пищевые цепочки, водные бассейны заболачиваются, цветение водоемов увеличивает вымирание рыбы. Подводя итоги, хотелось бы отметить, что строительство и эксплуатация солнечных, ветряных и приливных электростанций наносят ущерб окружающей среде, несравнимый с их достоинствами. Также станции с альтернативными источниками энергии могут быть применены лишь в странах с большой территорией.

Возможно, при дальнейшем развитии технологий данные методы получения энергии смогут получить лидирующие позиции, но на данный момент такого быть не может. Поэтому необходимо вспомнить об имеющемся направлении ядерной энергетики, которая уже на данный момент имеет значимые позиции в сфере получения энергии. Управляемый термоядерный синтез, по прогнозам, является одним из самых выгодных, чистых и безопасных в эксплуатации, а главное – относительно неисчерпаемым (применение гелия и бора, как топливо). Он основывается на синтезе тяжелых ядер из более легких и выделением энергии в процессе слияния ядер. Работы по созданию таких установок, называемых «Токамаками», начались еще в 50-х годах в СССР, но позже разработки были приостановлены и заморожены. В настоящее время ученые из различных европейских стран трудятся над созданием самой большой подобной установки.

Таким образом, можно сделать вывод, что на данный момент самым перспективным альтернативным источником энергии является управляемый термоядерный синтез. Также требуется постоянное развитие и синтезирование различных направлений энергетики, что поможет в их совершенствовании, улучшении энергетического комплекса, а также экономическому, техническому и научному развитию страны.

УДК 629.113

ЛУКЪЯНЕНКО А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ДЛЯ КОНЦЕПТ-КАРА SHELL ECO-MARATHON

Школа №35 (г. Нижний Новгород)

Сегодня активно используются природные ресурсы, но, к сожалению, они ограничены. Все мировое сообщество стремится решить проблему источников энергии. Одни предлагают искать более емкие топливные элементы, другие – сокращать расход уже имеющихся источников энергии.

Мы решили разработать варианты силовой установки (двигателя) для модернизации и возможной интеграции в прототип болида для участия в международных соревнованиях «Shell Eco-Marathon».

В данной работе было поставлено и решено несколько задач:

1. Изучение регламента соревнований Shell Eco-Marathon;
2. Проведение тягового расчета прототипа в соответствии с регламентом соревнований Shell Eco-Marathon;

3. Подбор силовой установки в соответствии с регламентом соревнований и полученным тяговым расчетом;
4. Рассмотрение вариантов модернизации силовой установки в соответствии с правилами проведения соревнований Shell Eco-Marathon.

Рассмотрев исторический аспект, регламент соревнований и спецификации болидов разработки других участников соревнований, можно сформулировать требования к техническим характеристикам силовой установки болида Shell Eco-Marathon: объем 25-60 куб. см, мощность порядка 0,5-2 л.с. и расход топлива от 0,5 до 1 л/ч. Некоторые из подходящих по характеристикам двигателей и их краткие технические данные представлены в табл.1. Исходя из полученных результатов тягового расчета и дополнительного изучения технических спецификаций двигателей, мы выбрали двигатель Honda GXV-57. Некоторые из характеристик данного ДВС представлены в табл. 1.

Таблица 1
Технические характеристики ДВС Honda GXV-57

Название ДВС	Объем, см ³	Максимал. мощность, л.с.	Расход, л/ч	Сухая масса, кг	Макс. крут. момент (при кол-во об/мин), Н*м	Номинальная мощность, л.с.
HONDA GXV-57	57	2,04	0,58	5,4	3,263 (4000)	1,82

В качестве дополнительных работ над данным двигателем нами были рассмотрены различные варианты модернизации, а именно снижение веса двигателя за счет удаления ненужных запчастей и некоторых элементов защиты. Также для использования выбранного ДВС в рамках соревнований Shell Eco-Marathon необходимо, согласно регламенту, поменять топливopодaющую систему с карбюраторной на инжекторную. Можно для достижения желаемого результата заменить механический блок управления на электронный, что позволит совершить ручную настройку силовой установки.

В ходе проведенного исследования были выполнены все поставленные перед работой задачи, цель работы достигнута. Были получены следующие результаты:

1. Переведен и изучен регламент соревнований Shell Eco-Marathon;
2. Рассмотрены различные варианты двигателей внутреннего сгорания, отвечающие правилам проведения данных соревнований;
3. Отобрана силовая установка модели Honda GXV-57;
4. Установлено, что двигатель Honda GXV-57 отвечает всем требованиям регламента соревнований «Shell Eco-Marathon»;
5. Определено, что данный двигатель внутреннего сгорания имеет некоторые недостатки, которые необходимо будет исправить в дальнейшем при его интеграции в прототип. К этим недостаткам относятся: отсутствие инжекторной системы топливopодaчки, большой вес самого двигателя в «сухом» состоянии.

УДК 530.1

МАРКИНА В.Б., КОРОЛЕВА Е.В.

«КАБЛУКИ ПРАВЯТ МИРОМ! ФИЗИКИ ДОКАЖУТ ОБРАТНОЕ!»

Школа №17 им. Арюткина Н.В. (г. Заволжье)

Наш мир все больше и больше сталкивается с катастрофами как личного, так и массового характера. Часть из них неизбежна (природные катаклизмы), но другая часть – это наше незнание законов физики.

Одни, «насмотревшись» репортажей с горнолыжных курортов, лихо спускаются с ближайшей горы до первого дерева, другие, даже подготовленные крановщики, водители и т.д., опрокидывают краны, переворачивают автомобили, забыв о силе притяжения земли, о законах трения и т.д. Таких случаев масса. Вот я и решила подойти с научной точки зрения к самой простой проблеме – проблеме женской обуви на каблуках.

На сегодняшний день среди старшеклассниц появилась модная тенденция ношения обуви на высоких каблуках. Я задумалась, насколько сильно отличается давление обуви на каблуках от давления обуви без каблуков.

Решая данный вопрос, я поставила перед собой следующие задачи:

- рассчитать и сравнить давление, производимое обувью без каблука и с каблуком;
- доказать, что высокий каблук вредит здоровью;
- предложить свои способы решения проблемы.

В итоге выработался план эксперимента:

- рассчитать давление, оказываемое обувью на каблуке и без каблука;
- в течение недели наблюдать за самочувствием ученицы, носящей обувь с высоким каблуком: состояние ног и спины;
- познакомиться с литературой о вреде или пользе обуви с каблуком и без каблуков;
- дать рекомендации по выбору обуви.

Когда у меня был очередной урок физкультуры на лыжах, я обратила внимание на свои следы. У меня появился вопрос: одинаковое ли давление я оказываю в разной обуви? Я измерила глубину погружения в снег в обычной обуви и сравнила с глубиной погружения на лыжах. В результате расчетов были получены следующие данные: глубина погружения в обуви $h_6 = 0,17$ м, а на лыжах $h_л = 0,03$ м, давление, производимое обувью без каблука $p_6 = 12\,401$ Па, а лыжами $p_л = 1250$ Па. Сравнив эти два значения, получаем, что давление, оказываемое в обуви почти в 10 раз больше, чем давление на лыжах. Это объясняется тем, что давление зависит от площади, у обуви без каблука площадь меньше, поэтому давление оказывается больше, а у лыж такое же давление распределяется по большей площади и существенно уменьшается. [1]

Насколько сильно отличается давление человека в обуви без каблука, от давления в обуви на каблуках?

Чтобы высчитать площадь обуви без каблука, воспользуемся тетрадным листом в клеточку, обведем контур подошвы, на которую опирается нога, посчитаем количество полных квадратиков, попавших внутрь контура, и прибавляем половину числа неполных квадратиков, через которые прошла линия контура. Полученное число умножим на площадь одного квадратика, равную $0,25 \text{ см}^2$ и получим, что общая площадь обуви без каблука $0,0379 \text{ м}^2$. [1] Зная формулу давления $p = \frac{F}{S}$ и вес ученицы 47 кг, получаем $p = \frac{470 \text{ Н}}{0,0379 \text{ м}^2} = 12401$ Па. Эта же ученица в обуви с каблуком 10 см, общая площадь которых $0,0113 \text{ м}^2$ оказывает давление $p = \frac{470 \text{ Н}}{0,0113 \text{ м}^2} = 42593$ Па. Исходя из полученных данных, мы видим, что давление, оказываемое ученицей в обуви с каблуком 10 см в 3,4 раза больше, чем давление, производимое этой же ученицей в обуви без каблука.

Сравним давление ученицы в обуви на каблуках (42 593 Па) и давление этой же ученицы на лыжах ($p = \frac{470 \text{ Н}}{0,376 \text{ м}^2} = 1\,250$ Па). Оказывается, что давление ученицы, стоящей в обуви на каблуках, почти в 13 раз больше давления ученицы на лыжах.

Мы решили узнать, влияет ли эта разница в давлениях на самочувствие ученицы. Побочные эффекты постоянного ношения обуви на высоком каблуке возникают вследствие усиленной нагрузки на поперечный свод стопы, и создаются прекрасные условия для формирования так называемой «распластанной» стопы. Когда пятка практически постоянно находится в высоко поднятом положении, это приводит к возникновению нефизиологических перерастяжений, смещения суставов и связок стопы [4].

Таблица 1

	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день
Спина	_____	Чувствуется небольшое напряжение мышц спины	Чувствуется напряженность в спине	Чувствуется усталость в спине	Неправильная походка, нарушение осанки	Начала горбиться	Сильно болит спина
Ноги	Небольшая усталость	К концу дня чувствуется усталость	Появилась боль в ногах	К вечеру появилась отечность	Сильная боль в ногах	Чувствуется напряжение икроножных мышц	Вечером появились судороги

Человеческое тело может без вреда для себя приспособиться к каблукам высотой не более 2,5 – 2,7 см. Если каблук выше 3 см, то сокращается ахиллесово сухожилие, центр тяжести «уходит» вперед. Каждые 2 лишних сантиметра высоты каблука на 25% увеличивают давление на пальцы, что очень способствует заболеваниям ног. [4]

Сделав собственные выводы, я хочу дать несколько советов по выбору обуви:

- повседневная обувь должна иметь каблук устойчивой формы не выше 2,7 см;
- носите обувь на высоком каблуке в исключительных и праздничных случаях. Если надевать модельные туфли с узкими носами и высоким каблуком изредка (на 3-4 ч), они не повредят вашим ногам;
- пусть ваша обувь соответствует тем нагрузкам, которые ожидаются в течение дня, а также вашему самочувствию, и не доставляет вам никаких неприятных ощущений.[4]

Библиографический список

1. **А.В. Перышкин**, Е.М. Гутник «Физика», 7 класс, М – Дрофа, 2009
2. www.1september.ru 2011г, выпуск № 2
3. **Л.А.Горев** «Занимательные опыты по физике» - «Просвещение», 1985
4. www.krasotaizdorovie.ru

УДК 629

НИКОНОВА И.О.², АБРАМОВ А.А.¹, АНДРЕЕВ В.В.¹

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ЧЕЛОВЕКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹,
Школа №30 им. Л.Л. Антоновой (г. Н. Новгород)²

Ионизирующее излучение – это любое излучение, вызывающее ионизацию среды, то есть протекание электрических токов в среде, в том числе и в организме человека, что часто приводит к разрушению клеток, изменению состава крови, ожогам и другим тяжелым последствиям. Основную часть облучения население Земли получает от естественных источников радиации. Это природные радионуклиды, содержащиеся в земной коре, строительных материалах, воздухе, пище и воде, а также космические лучи. В среднем они определяют 80% годовой эффективной дозы, получаемой людьми, в основном вследствие внутреннего облучения.

Основные радиоактивные изотопы, встречающиеся в горных породах Земли: калий 40, рубидий 87 и члены двух радиоактивных семейств, берущих начало соответственно от урана 238 и тория 232. Существуют также и искусственные источники радиации, примером которых могут служить производства, техника, аппаратура, связанные с применением радиоактивных изотопов, специальные военные объекты, бытовые излучатели. Альфа-излучение - представляет собой ядра гелия, которые испускаются при радиоактивном распаде элементов тяжелее свинца или образуются в ядерных реакциях. Бета-излучение - это

электроны или позитроны, которые образуются при бета-распаде различных элементов от самых легких (нейтрон) до самых тяжелых. Гамма-излучение — электромагнитное (фотонное) излучение с очень короткой длиной волны (менее 0,1 нм), испускаемое при ядерных превращениях или взаимодействии частиц. Нейтроны (поток которых образует нейтронное излучение) преобразуют свою энергию в упругих и неупругих взаимодействиях с ядрами атомов; при неупругих взаимодействиях возникает вторичное излучение, которое может состоять как из заряженных частиц, так и из гамма-квантов (гамма-излучение). Рентгеновское излучение возникает в среде, окружающей источник бета-излучения, в рентгеновских трубках, в ускорителях электронов и т.п. и представляет совокупность тормозного и характеристического излучения, энергия фотонов которых составляет не более 1 МэВ. Как и гамма-излучение, рентгеновское излучение обладает малой ионизирующей способностью и большой глубиной проникновения.

Радиоволны, световые волны, тепловая энергия солнца - все это разновидности излучений. Однако излучение будет ионизирующим, если оно способно разрывать химические связи молекул, из которых состоят ткани живого организма, и, как следствие, вызывать биологические изменения. Действие ионизирующего излучения происходит на атомном или молекулярном уровне, независимо от того, подвергаемся ли мы внешнему облучению или получаем радиоактивные вещества с пищей и водой, что нарушает баланс биологических процессов в организме и приводит к неблагоприятным последствиям. Медицинские исследования рентгеновскими лучами (рентгенологические исследования) во многих случаях предоставляют важную информацию о состоянии здоровья обследуемого человека и помогают врачу поставить точный диагноз в случае целого ряда сложных заболеваний.

Ионизирующее излучение вызывает различные заболевания: онкологические, наследственные болезни, ожоги, лучевая болезнь, катаракта и др. Лучевая болезнь — это комплексное заболевание, развивающееся в организме человека, постоянно испытывающий влияние радиоактивных излучений в диапазоне от одного до 10 Гр. Хотя нарушения в организме происходят уже при дозировке облучения в 0,1 – 1 Гр, но такие нарушения считаются доклиническими, то есть бессимптомной стадией заболевания. Существует две формы заболевания: острая и хроническая. Различают их по механизму развития и динамике симптомных проявлений. Острая форма никогда не переходит в хроническую, и наоборот. Лучевые поражения организма классифицируют на группы по специфике поражения. Например, первая группа — это ближайшие последствия лучевого облучения, то есть лучевые ожоги и острая форма лучевой болезни. Вторая группа — отдаленные последствия, то есть лейкозы, злокачественные опухолевые образования, ускорение старения и сокращение времени жизнеспособности. И третья группа лучевых поражений — генетическая, то есть врожденные дефекты, уродства и наследственные болезни. Симптоматика при лучевой болезни зависит от степени поражения гамма-излучениями и степени тяжести самой болезни. Радиофобия — комплекс нервно-соматических психических и физиологических расстройств, иногда трудно поддающихся лечению, выражающийся в необоснованной боязни различных источников ионизирующего (радиация) и неионизирующего электромагнитного излучения.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. ДРОССЕЛЬНАЯ ЗАСЛОНКА ДИАФРАГМЕННОГО ТИПА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в сфере автомобилестроения применяются разные системы, осуществляющие подачу топлива в камеру сгорания двигателя. Существующие конструкции достаточно хорошо изучены, чтобы осуществлять удовлетворительно эффективную работу на различных режимах и нагрузках. Проведем анализ имеющихся систем, их характеристик, а также разберем их преимущества и недостатки.

Рассмотрим разделение систем впрыска топлива на карбюраторную и инжекторную. Принципиальное различие систем заключается в способе образования горючей смеси, поступающей далее в камеру сгорания. В карбюраторных системах (б) топливная смесь образуется в диффузоре, а инжекторная система (а) впрыскивает топливо в воздушную струю или непосредственно в камеру сгорания. В обеих системах нас будет интересовать дроссель, регулирующий подачу воздуха в топливо-воздушную смесь. В большинстве случаев он представляет собой круглую пластину, закрепленную на горизонтальной оси и поворачиваемую на определенный угол в зависимости от нажатия на педаль газа. Исключение представляет собой заслонка в карбюраторе шибберного типа (в), где в диффузоре в вертикальной плоскости перемещается цилиндр со скошенной стенкой, который и регулирует величину воздушного потока.

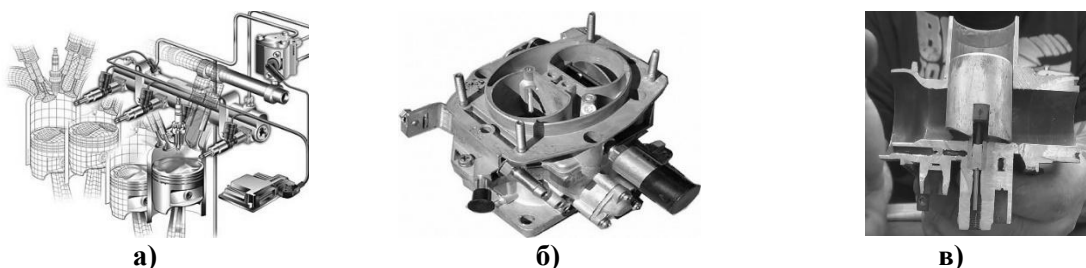


Рис. 1. Системы подачи топливоздушной смеси в ДВС

На двигателях с повышенной производительностью даже инжекторные системы не могут полностью удовлетворить потребности автовладельцев и подвергаются доработке. Ключевыми путями доработки становятся увеличение диаметра впускного клапана для получения большей пропускной способности или придание оси крепления лепестка заслонки обтекаемой формы для сохранения целостности потока воздуха и создания наименьшего числа завихрений. Однако ни один способ не позволяет добиться идеально однородного потока воздуха. В связи с этим я считаю возможным применение дроссельной заслонки диафрагменного типа.

Конструкция данной заслонки сочетает в себе ламельную диафрагму (а), по конструкции аналогичную используемой в фотообъективах, и корпус с приводом от обычной дроссельной заслонки (б). Каждый лепесток в диафрагме имеет две точки крепления – постоянную и подвижную, благодаря чему сам может смещаться, образуя разную площадь перекрытия с остальными лепестками. Совокупный эффект от этого заключается в том, что при сохранении возможности плавно регулировать скорость набегающего потока мы получаем максимально возможно ровный воздушный поток на полностью открытом дросселе. Это позволит более точно настроить двигатель для работы на повышенных оборотах и даст мощно-

стной прирост, так как увеличится объем и скорость набегающего потока, возрастет качество смеси и степень сжатия.



Рис. 2. Диафрагменная заслонка:
а – диафрагма фотоаппарата, б - дроссельная заслонка

Устройство имеет ряд недостатков, устранить которые можно только экспериментами по продувке устройства для изучения поведения потока воздуха. Наиболее очевидным из них является то, что целесообразность применения такой заслонки можно с уверенностью обосновать лишь на двух режимах работы – при холостом ходе и полном открытии, когда поток либо не встречает сопротивления вообще, либо это не играет значительной роли для двигателя. Невозможно спрогнозировать точно, как поведет себя воздушный поток, встретивший на своем пути преграду в виде частичного перекрытия впускного патрубка лепестками в режиме неполного открытия, поэтому дальнейшее развитие проекта будет связано с изучением поведения воздушного потока в системе и оптимизацией конструкции узла: количество лепестков, приблизительные граничные положения, ликвидация завихрений вокруг центрального отверстия в диафрагме и возле стенки клапана.

УДК 6Т4(09)

САДОМОВСКАЯ А. А., СЕНИЧЕВА О.А.

АРКТИЧЕСКИЙ САННО – ГУСЕНИЧНЫЙ ПОХОД

Школа № 17 им. Арюткина Н. В. (г. Заволжье)

Путешествия в научных целях никогда не отойдут на второй план. Практической, прикладной наукой лучше всего заниматься в экстремальных условиях. Длительное время в истории человечества самые экстремальные условия создавал мир Арктики и Антарктики.

Цель данной работы показать частичку научной деятельности нижегородских ученых в изучении Антарктиды и пробуждении интереса к путешествиям и новым открытиям у молодых ученых.

5 января 1956г. сквозь рассеивающийся туман команда дизель-электрохода «Обь» наконец-то увидела ледяную пустыню, простирающуюся от горизонта и до горизонта. Это была Антарктида — последнее белое пятно планеты, шестой материк, открытый русской антарктической экспедицией Фаддея Беллинсгаузена и Михаила Лазарева и забытый Россией более чем на 120 лет.

Десять дней дрейфа в поисках подходящего места, избегая айсбергов, команда под руководством Михаила Сомова принимает решение высаживаться на материковом льду побережья моря Дейвиса в Индийском секторе Южного океана в районе острова Хасуэлл. Еще месяц — и на безжизненной ледяной равнине вырастает поселок, оборудованный для жизни человека.

Радиоцентр, электростанция, лаборатории, обсерватория, жилые вагончики, баня, кухня-столовая, прачечная, помещения для собак — всего 21 строение. Две взлетные полосы, четыре самолета и два вертолета дополняли жилой городок полярников.

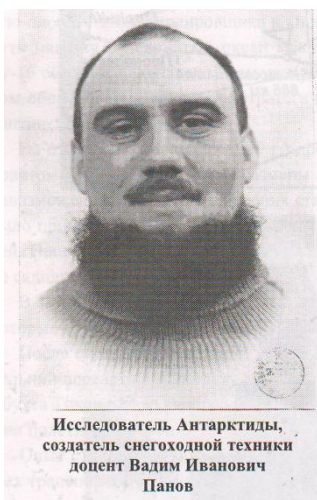
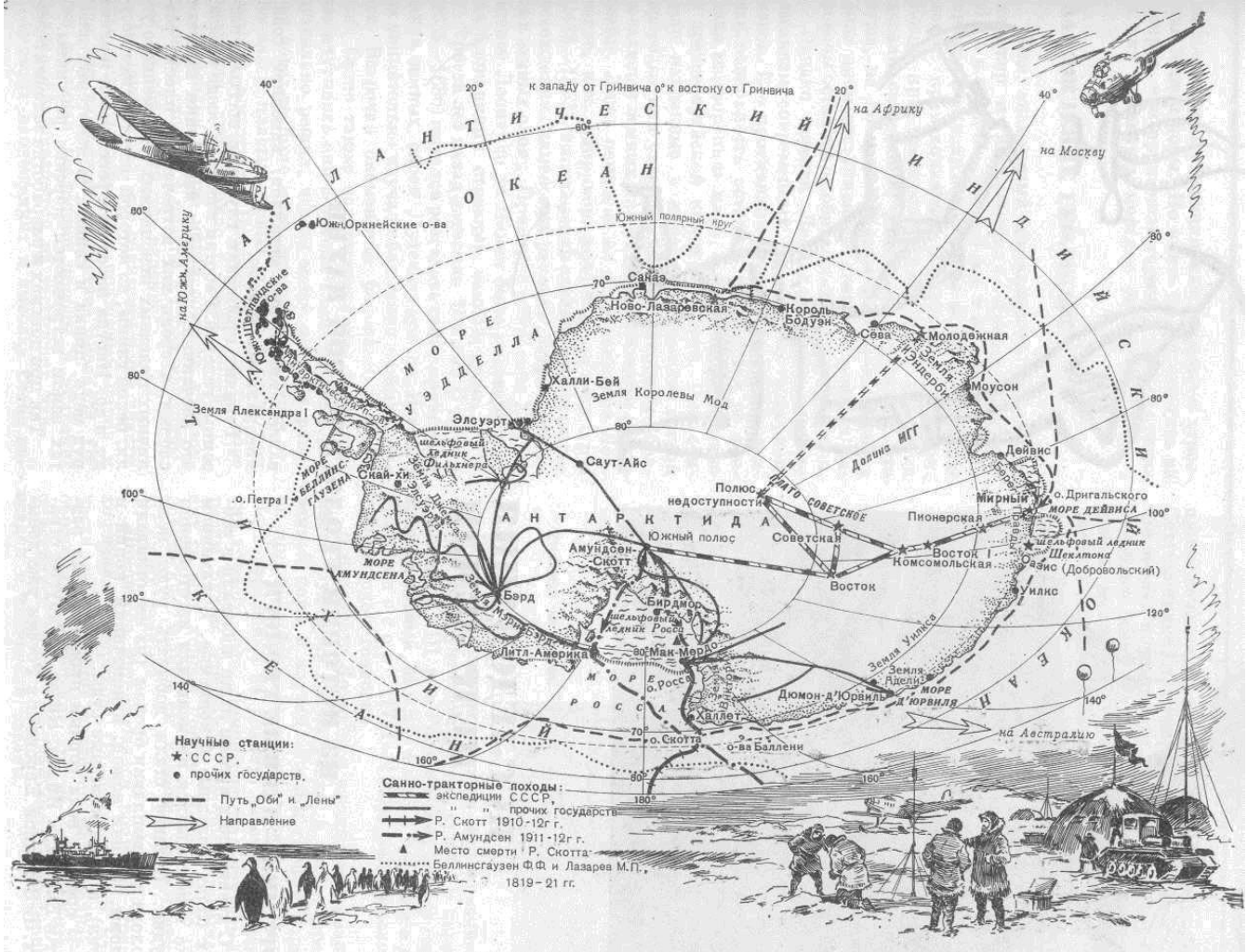
13 февраля 1956 года над поселением поднимается государственный флаг СССР. Так на карте континента появляется первая советская антарктическая станция «Мирный» (по названию одного из кораблей экспедиции Беллинсгаузена-Лазарева).

Из всех полярных экспедиций, в которых принимали участие сотрудники ГПИ особое место занимают антарктические внутриконтинентальные переходы на санно-гусеничных поездах. Первый состоялся в 1957 - 1958 гг. по маршруту между станциями «Мирный» - «Пионерская» - «Восток-1» - «Комсомольская» - «Восток» - «Советская» и далее к Полюсу относительной недоступности. Возглавлял эту экспедицию выпускник и преподаватель Горьковского политехнического института А.Ф. Николаев. Второй поход состоялся в сезон 1959 -1960 гг. по маршруту между станциями «Мирный» - «Пионерская» - «Восток-1» - «Комсомольская» - «Восток» - «Амунсен-Скотт» (Южный географический полюс).

В этой экспедиции принимал участие В. И. Панов. В обеих экспедициях принимают участие гусеничные машины ГАЗ-47 разработки (1952 г.) и производства Горьковского автомобильного завода.

В конструировании этих машин и приспособленности их к деятельности в северных условиях активное участие принимал А.Ф. Николаев.





Исследователь Антарктиды,
создатель снегоходной техники
доцент Вадим Иванович
Панов

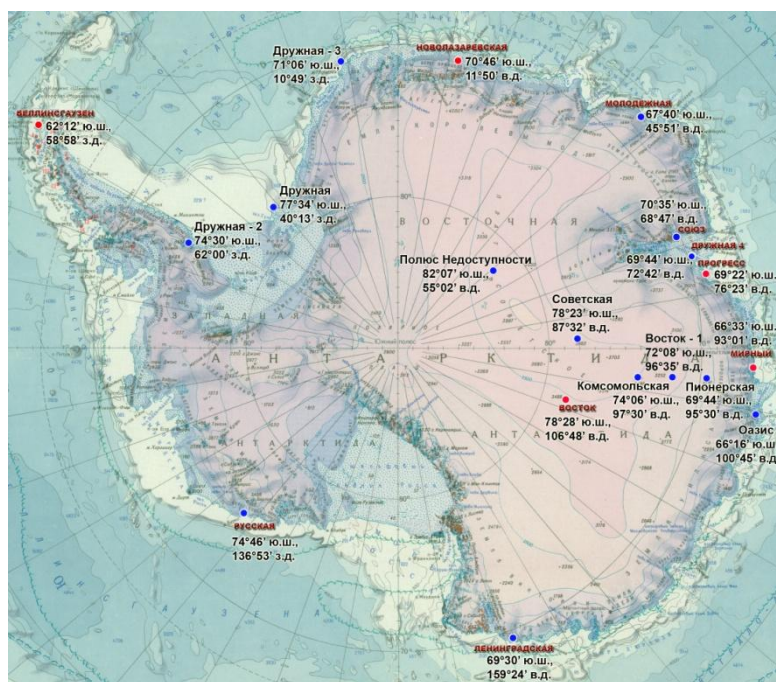
Вадим Иванович Панов. Родился в 1928 г. в г. Горьком в семье служащих. Окончив восемь с половиной классов средней школы № 13, поступает на подготовительные курсы при Горьковском индустриальном институте. Экстерном сдает экзамены и зачислен на первый курс Автомобильного факультета. В 1951 г. получает диплом инженера механика по гусеничным машинам. Направлен на завод «Красное Сормово».

В 1959-1960 гг. в должности главного инженера транспортного отряда становится участником внутриконтинентальной антарктической экспедиции от станции «Мирный» до Южного географического полюса. Маршрут имел протяженность 2700 км. После экспедиции он вернулся на кафедру.



В 1957 г. было принято решение о сборе третьей антарктической экспедиции Академии наук СССР. Начальником наземного транспорта предложена кандидатура А.Ф. Николаева, молодого ученого, способного конструктора и испытателя, не раз решавшего сложные проблемы в нестандартных условиях.

Двадцать третьего декабря в 1957 г. экспедиция от станции «Мирный» отправилась в дальний поход. Начало пути было осложнено природными условиями: рыхлый снег, крутые подъемы, глубокие трещины. Третьего февраля 1958 г. санный поезд из 8 тягачей и 10 саней вышел со станции «Комсомольская» в юго-западном направлении.



Маршрут протяженностью свыше 2000 км был пройден за 51 день. Научно-исследовательская станция «Полюс относительной недоступности» была открыта и начала давать на весь мир первые свои сводки. И ей было чем удивлять весь мир: расположена станция на высоте 371 м над уровнем моря, температура понижается до -80°C .

По завершении программы научных работ станция была законсервирована и оставлена в работоспособном состоянии с запасом топлива и продовольствия.

Так закончилась более чем годовая эпопея покорения далекой и суровой Антарктиды советскими людьми, в том числе нашим земляком А.Ф. Николаевым, награжденным за свой подвиг орденом Ленина, и В.И. Пановым.

УДК 620

ЧЕРНОВ М.А.

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

Нижегородский радиотехнический колледж

Ежегодно из-за коррозии теряются огромные количества металла. По примерным данным от 5 до 30% получаемых черных металлов разрушается в результате коррозии. Однако во многих случаях косвенные убытки от коррозии могут значительно превышать прямые потери за счет растворения металла. Это и выход из строя металлических конструкций, сложных приборов и аппаратуры, простой оборудования, утечки нефти и газа из прокорродировавших трубопроводов, сопровождаемые при этом нанесением природе невосполнимого экологического ущерба. Поэтому изучение причин, вызывающих коррозию, установление влияния различных факторов на скорость коррозии имеют своей практической

целью защиту металлов и сплавов от коррозионного разрушения при их обработке и эксплуатации[1].

Коррозия представляет собой самопроизвольное разрушение металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Поэтому причиной коррозии может служить термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде.

Из общего курса материаловедения известно, что подвергаются коррозии не только металлические материалы, а, например, корродируют полимеры, только применяют другой аналогичный термин «старение» (старение резины).

Экспериментальная практика выявила зависимость скорость коррозии (химической реакции) от температуры, то есть повышение температуры может увеличить скорость коррозии на несколько порядков.

В виду того, что нет единой классификации случаев коррозии и коррозионные процессы отличаются широким распространением и разнообразием условий и сред, принято выделять следующие виды: газовая коррозия, атмосферная коррозия, коррозия в неэлектролитах, коррозия в электролитах, подземная коррозия, биокоррозия, контактная коррозия, щелевая коррозия, коррозия при неполном погружении, коррозия при полном погружении, коррозия при переменном погружении, коррозия при трении, межкристаллитная коррозия, коррозия под напряжением [2, С. 32].

В научной практике для установления скорости коррозии металла в данной среде обычно ведут наблюдения за изменением во времени какой-либо характеристики, объективно отражающей изменение свойства металла. Обычно при исследовании коррозии используют следующие показатели: показатель изменения массы, объемный показатель коррозии, показатель сопротивления, механический показатель коррозии, глубинный показатель коррозии.

В зависимости от характера коррозии и условий ее протекания применяются различные методы защиты. Выбор того или иного способа определяется его эффективностью в данном конкретном случае, а также экономической целесообразностью. Любой метод защиты изменяет ход коррозионного процесса, либо уменьшая скорость, либо прекращая его полностью [3].

Библиографический список

1. ГОСТ Р 9.316-2006 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля»;
2. **Чумаченко, Ю.Т.** *Материаловедение: Учебник для СПО.* – Ростов н/Д.: Феникс, 2012 г;
3. **Сергей Марутьян,** Новая технология в борьбе с коррозией металла, <http://www.top-personal.ru/pressissue.html?21586>;

УДК 629

ШЕРЕМЕТОВА Е.Ю., ТИТОВА А.Р., ЕФИМОВ В.С.

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПЕРЕВОЗОК ЭВЕР

Школа № 8 (с.п. Новосмолинский)

С каждым днем к нам приближается недалекое и так отчетливо видимое электронное будущее, которое принесет массу нововведений. Уже сегодня мы можем наблюдать за рождением новых, ярких идей. Одной из наиболее интересных, перспективных и массовых технологий является идея создания беспилотного автотранспорта.

Развитие беспилотного автотранспорта для общества должно быть приоритетной задачей для человечества. С каждым годом беспилотные роботы совершенствуются и «умнеют», хотя их искусственный интеллект не сравнится с человеческим.

Цель: создать автономную систему логистических перевозок «Эвер», работающую на основе полученных данных от сенсоров, с возможностью выполнять различные действия в зависимости от цвета преграды и расстояния до препятствия.

В наше время развитие беспилотного автотранспорта разделилось на три основных направления:

- потребительское (личное авто, такси, городская авто транспортная сеть);
- промышленное (специализированная техника);
- военное (боевые машины различного спектра задач).

В данный момент развитие беспилотного транспорта идет по всем перечисленным направлениям. Вполне вероятно, что уже через несколько десятилетий самостоятельное управление собственным автомобилем станет анахронизмом. Нас ожидает переход на новый уровень "искусственного интеллекта". Но необходимо помнить, что даже небольшая ошибка в алгоритме, а также искажение или недостаток данных неизбежно приведут к потере контроля над ситуацией.

Мы собрали корпус машины, следуя инструкции, вложенной в набор деталей для сборки робота. Двигатели подключали с помощью платформы Motor Shield, которая позволяет подключить до четырех двигателей постоянного тока. Важным моментом является правильное подключение двигателей к питанию: двигатели левого борта присоединили к одной клемме, а правого – к другой, т.к. Motor Shield двухканальный.

Сверху, на корпус машины, прикрепили платформу Arduino Mega (открытая платформа на базе микроконтроллера), Motor Shield (платформа, к которой мы подключали двигатели) и Тройка Shield (платформа, дублирующая все пины и порты Arduino). Все платформы крепятся друг на друга. Ультразвуковой дальномер, датчики линии аналоговые, матричные LED-индикаторы, датчик оттенка цвета подключали проводами непосредственно к Тройка Shield.

После сборки машины, установки платформ и подключения ультразвукового дальмера, двигателей и датчиков линии, матричных LED-индикаторов, загрузили через USB-кабель на Arduino Mega с компьютера скетч, созданный в специальной программе. Программирование осуществлялось на достаточно сложном языке Arduino (sketch). Сама программа писалась на компьютере в специальной программе Arduino.

Итогом работы стала автономная система логистических перевозок «Эвер». Она может работать на основе полученных данных от сенсоров и выполнять различные действия в зависимости от цвета преграды и расстояния до препятствия.

УДК 629

ШОХОВ М. Е.², АБРАМОВ А.А.¹, АНДРЕЕВ В.В.¹

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ВОДО-ВОДЯНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕАКТОРАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹,
Школа №30 им. Л.Л. Антоновой (г. Н. Новгород)²

Ядерная энергия (атомная энергия) - энергия, содержащаяся в атомных ядрах и выделяемая при ядерных реакциях и радиоактивном распаде.

В настоящее время из всех источников ядерной энергии наибольшее практическое применение имеет энергия, выделяющаяся при делении тяжелых ядер. В условиях дефицита энергетических ресурсов ядерная энергетика на реакторах деления считается наиболее

перспективной в ближайшие десятилетия. На атомных электрических станциях ядерная энергия используется для получения тепла, используемого для выработки электроэнергии и отопления. Ядерные силовые установки решили проблему судов с неограниченным районом плавания (атомные ледоколы, атомные подводные лодки, атомные авианосцы).

В данной работе рассматриваются реакторы, в которых в качестве теплоносителя и замедлителя используется вода под давлением. Стоит отметить, что реакторы с водяным замедлителем и теплоносителем являются одними из самых распространенных. Сочетая в себе большую энергетическую мощь, они также обеспечивают высокое качество доставляемой потребителю энергии и безопасность как потребителю, так и персоналу атомной электростанции.

История развития водо-водяных энергетических реакторов с водой под давлением шла параллельно развитию направления кипящих одноконтурных легководных реакторов. С некоторым, правда, отставанием, связанным с тем, что первые промышленные реакторы-наработчики были безкорпусными. Оба типа реакторов в самом начале атомной эпохи рассматривались как источник энергии для атомных подводных лодок, однако канальный реактор не оправдал надежд в силу больших габаритов и стал известен как первая в мире АЭС.

Увеличение мощности отдельного энергоблока канальных реакторов и развитие этого направления реакторостроения привело в нашей стране к возникновению реакторов РБМК (реакторов большой мощности канальных). Достаточно долгое время, практически параллельно в стране шло строительство АЭС с реакторами РБМК и ВВЭР. Однако известные события аварии 1985 г. и последующие тяжелые для атомной отрасли нашей страны годы позволили определиться с выбором технологического направления развития атомной энергетики. В основу его легли корпусные реакторы с водой под давлением, теплоносителем и замедлителем в которых выступает легкая вода.

На данный момент широкое распространение получили реакторы ВВЭР-1000 (энергетической мощностью 1000 МВт), так как при их сооружении учитываются не только технические новшества, но и современные международные стандарты производства и безопасности. Развитие этого направления атомной энергетики (технологии водо-водяных энергетических реакторов) продолжается и в наши дни, так, например, на данный момент разрабатывается и совершенствуется проект ВВЭР-ТОИ.

В заключении следует отметить, что разработка новых проектов реакторов с водяным теплоносителем и замедлителем под давлением является перспективной задачей, учитывая, что эти установки, имея высокие производственные параметры, имеют и высокие показатели безопасности, не несут вреда окружающей нас природе, что является существенным фактором для их использования в настоящее время и в будущем.

Коммерциализация инновационных проектов

УДК 13 1.4

БАГИРОВ М.Б., БУШУЕВА М.Е.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NFC В РАЗЛИЧНЫЕ СФЕРЫ ЖИЗНИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный мир постоянно расширяется, выходя на качественно новые уровни, благодаря чему происходит внедрение новых технологий и использование самых современных способов передачи информации, которые меняют процесс общения людей и их взаимодействия друг с другом. В эти дни NFC стал очень популярным, благодаря росту онлайн платежных систем (Samsung Pay и Android Pay), особенно когда идет речь о мобильных устройствах высокого класса.

NFC (Near Field Communication) позволяет обеспечивать беспроводную связь между двумя устройствами на маленьких расстояниях. Оснащенный данной технологией смартфон может служить смарт-картой, которую можно использовать для совершения покупок, так и самим считывателем, которую можно использовать для перевода денежных средств между картами-смартфонами и превращения реальных карт в виртуальные.

Так как технология NFC позволяет передавать данные в обе стороны и имеет низкое энергопотребление, не требуя аутентификации устройств, с ее помощью можно мгновенно делиться контактными данными, ссылками, приложениями, фотографиями, паролями. Также с помощью специальных программных средств допустимо чтение и запись информации в программируемые смарт-карты и NFC метки.

В нашей разработке мы используем NFC, который в зависимости от местоположения, осуществляет переход смартфона в определенный режим работы. Задается это с помощью самоклеящихся NFC-тегов, расположить которые можно абсолютно везде. Запрограммировав тег заранее, просто прикладываем к нему мобильное устройство, и он автоматически меняет свой режим работы.

В автомобиле смартфон автоматически подсоединяется к Bluetooth гарнитуре, настраивается GPS навигатор и включается любимая радиостанция. При входе в дом отключается Bluetooth, изменяется громкость звонка и включается WiFi, а дети, возвращаясь из школы домой, прикладывая мобильное устройство к тегу, автоматически отправят родителям сообщение, которое уведомит родителей об их местоположении. В бизнесе можно использовать тег как универсальную визитную карточку, информацию с которой могут сканировать ваши партнеры. Также благодаря NFC можно навсегда забыть об опозданиях на работу. Чтобы гарантированно встать строго в определенное время по звонку будильника, необходимо разместить тег подальше от спальни, например, в ванной комнате, на кухне или в машине.

Большая часть из современных мобильных устройств и планшетов уже оборудована NFC адаптерами, но пока эта технология мало востребована и ее использование по-прежнему ограничивается в основном в качестве средства для быстрого обмена контентом и совершения бесконтактной оплаты услуг. Тем не менее, в будущем NFC может проникнуть во все сферы жизнедеятельности человечества, даже совсем неожиданные.

УЛУЧШЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РАДИОИДЕНТИФИКАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Контроль технического состояния производственных объектов – одна из важнейших задач в промышленности. При строгом автоматизированном контроле будет фактически невозможны потери на участках цехов, всегда есть возможность отследить состояние изготавливаемой продукции, что где находится, на каком этапе и сопоставить с планом производства. К тому же такие системы позволяют отследить не только состояние производимых продуктов, но и состояние непосредственно производственной базы – станков, погрузо-разгрузочного оборудования и т.д.

Если рассмотреть непосредственно контроль состояния оборудования, то далеко не на каждом предприятии есть системы контроля всего производства, чаще встречается контроль отдельных участков. Или же есть полный контроль каждого цеха, но все это не объединено в систему и работа с этим осложнена.

Если все-таки такая система присутствует, то она построена на проводных технологиях. То есть станки устанавливаются в цех, от них ведутся провода к единому маршрутизатору, откуда данные отправляются в сеть предприятия. Данные технологии весьма надежны, но имеют свои недостатки: при любой перестановке провода надо перепрокладывать заново, при повреждении провода станок или другое оборудование фактически выпадает из системы, а информация вполне может утеряться. К тому же диагностика таких станков относительно затруднена – надо лично прийти к данному оборудованию, подсоединиться кабелем к ноутбуку или планшету и дальше работать с него. Что опять же затрудняет ремонт и осложняет работу одновременно с несколькими единицами оборудования.

Для решения этих проблем предлагается построить систему контроля на основе радиоидентификационных меток. На каждое оборудование прикрепляется такая метка, содержащая в себе динамическую информацию о состоянии оборудования, а также статическую нестираемую информацию об оборудовании – производитель, дата сдачи в эксплуатацию и другие параметры. В цеху устанавливается один считыватель RFID-меток, контролирующий все помещение. В дальнейшем можно пойти дальше – устанавливать метки на каждом узле оборудования, чтобы информация поступала напрямую от узлов и моделировалась в другом месте. Но это нужно делать непосредственно при производстве и сборке.

Такая система позволит снизить риск обрыва связи – не будет проводов, которые могут повредиться, также повысит удобство ремонта: достаточно будет подключиться к считывателю меток и вся информация об оборудовании будет доступна в любом месте цеха с возможностью сохранения подвижности ремонтника. К тому же не будет ограничений на его работу со сколь угодно большим количеством оборудования в цеху, так как считыватель работает со всем оборудованием одновременно.

Кроме этого, исчезнет риск утери данных – последняя информация в любом случае сохранится на метке и будет доступна для чтения. Если выйдет из строя считыватель цеховой, то всегда есть возможность воспользоваться портативным.

Внедрение данной системы экономически целесообразно. Затраты непосредственно на развертывание ее минимальны – метки стоят по цене штрихкодов. Наиболее дорогая часть – это промышленный считыватель меток, его стоимость составляет 100-200 тысяч рублей.

Экономия средств предполагается значительная: не надо прокладывать проводную систему, проводить монтажные работы для проводов, существенно снизится время ремонта и

техобслуживания за счет быстрого доступа и сохранения мобильности ремонтника, также снизится потребность в резервных хранилищах данных динамической информации – информация об оборудовании будет храниться на метках и доступна в любой момент.

Таким образом, рассмотренная система повысит стабильность производства, предоставит возможности для его модификации – не будет мешать перестановке станков в соответствии с принципами бережливого производства, к тому же снизит затраты на ремонтные работы и время, необходимое для них.

1. RFID: принцип работы, применение, преимущества и недостатки – (<http://www.tendo.ru/rfid.html>)

УДК 004

БАРАНОВ Д.В.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМЕ НАВИГАЦИИ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В электронных обучающих системах удобно применять древовидные структуры (например, ментальные карты) для структурирования материала. С целью упорядочения терминов для успешного освоения целевого фрагмента (термина) предлагается использовать взвешенный направленный граф предметной области и соответствующий ему глоссарий. Каждая вершина графа - неделимый информационный фрагмент.

Для математического моделирования системы воспользуемся нечеткой логикой. Обозначим целевую функцию оценки информационного фрагмента (ИФ, неделимой единицы учебного материала) как

$$b = T^*(a_1, \dots, a_n; u_1, \dots, u_n) = T^*(\mathbf{a}; \mathbf{u})$$

$$T^*(a_1, \dots, a_n; u_1, \dots, u_n) = T_{i=1}^n \{1 - u_i (1 - a_i)\}$$

где t -норма типа «min» (норма Заде); a – степень освоения ИФ.

Необходимость освоения ИФ для понимания дидактически связанных с ним характеризуем весами w_{ij} и u_{ij} (для неизученных), которые соответствуют дугам в графе, построенном на основе глоссария в интервале $[0; 1]$ (подход основан на нечеткой логике, т.к. термины могут быть связаны с разной степенью) и записанным в матрицу смежности графа.

Алгоритм упорядочения ИФ построен на основе критерия, согласно которому для усвоения некоторого термина необходимо знать все предыдущие ИФ, связанные с ним. Для объединения условий (предыдущих ИФ) используем взвешенную t -норму:

$$T^*(\dots) = T_{i=1}^n \{1 - u_i (1 - a_i)\}.$$

Предлагаемый алгоритм был реализован через упорядочение ИФ по убыванию произведения весов предков каждого предка (произведение выражает логическую операцию "и" и аналогично t -норме). На основе матрицы смежности взвешенного графа, основанного на глоссарии, выводится порядок ИФ для успешного освоения заданного пользователем.

При работе с глоссарием существует проблема определения весов связей. Если глоссарий малого объема, то процесс осуществляется вручную, но при больших объемах данных возникают значительные трудозатраты. Это отнимает время у эксперта и затрудняет внедрение обучающей системы. Для удобства использования системы экспертом требуется облегчить его работу, решив задачу автоматизации установления связей. Для решения предлагается установление связей по гиперссылкам между терминами. При этом их направление, как правило, противоположное, так как ссылаются обычно последующие

термины на предыдущие, а направления ветвей графа выбираются от предка к "сыновьям". В рассматриваемом случае связи имеют нецелое значение, следовательно, требуется адаптировать процедуру их определения к нецелым значениям. Предлагается муравьиный алгоритм, с помощью которого осуществляется расчет значений связей, пропорциональных количеству переходов. Для этого каждой ссылке сопоставляется счетчик, значение которого влияет на число, характеризующее связь в матрице смежности графа дидактических связей.

Алгоритм применим при разработке обучающих и справочных информационных систем, а также при проектировании программ навигации по библиотекам.

УДК 62-519, 621.039

ВИЛКОВ К.О.², БАРИНОВ А.А.¹

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫМ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹,
НИУ ВШЭ, Факультет информатики, математики и компьютерных наук²

Исследования в области мониторинга и управления технологическими процессами не перестают быть актуальной технической задачей, несмотря на наличие широкого спектра готовых решений и освоенных НМИ-технологий (человеко-машинных интерфейсов). В рамках проведенной работы предпринята попытка создания инновационной программно-аппаратной платформы, предназначенной для удаленного мониторинга и управления процессом работы лабораторных стендов для исследования теплофизики ядерных реакторов.

Предлагаемая технологическая система может быть использована на промышленных предприятиях (фабриках, заводах), в исследовательских и испытательных лабораториях, на энергетических станциях (котельных, теплоэлектроцентралях) и прочих сложных технических комплексах, имеющих разветвленную систему управления и мониторинга технологических процессов. Такие комплексы характеризуются, как правило, несколькими (а иногда и несколькими десятками) постами контроля, сложной сетью исполнительных устройств (с автоматическим и ручным управлением), а зачастую и удаленностью органов управления отдельными параметрами процесса от постов наблюдения тех же самых параметров. Таким образом, на практике возникает острая необходимость оперативного контроля отдельных физических величин вдали от штатного поста наблюдения. Частично такая проблема решается средствами связи (рациями, телефонами на постах управления), что, однако, требует присутствия людей в необходимом месте и не всегда является достаточным.

Разрабатываемая система, основанная на применении переносных мобильных устройств, является эффективным инструментом удаленного контроля процесса. Основная идея платформы – реализация широкого функционала по отображению необходимых значений параметров процесса на дисплее переносного устройства (планшета/смартфона и т.п.) при нахождении наблюдателя вдали от штатного поста наблюдения (пультовой, диспетчерской). Система реализует идентификацию «свой-чужой», предоставляет возможность гибкой конфигурации и расширения номенклатуры подключаемых устройств, задания параметров мониторинга и имеет интерфейс для встраивания функций управления процессом и автоматизации отдельных задач. При разработке системы были учтены недостатки аналогичных продуктов, присутствующих на рынке НМИ-технологий. Система может работать по каналам Wi-Fi, 3G, LTE.

Научная новизна системы состоит в применении аппаратно-независимой архитектуры, которая позволяет использовать ее для мониторинга и управления технологическими параметрами исследовательских теплофизических экспериментов. В настоящее время создан

головной образец системы, проходящий апробацию на экспериментальных стендах ИЯЭ и ТФ «Изучение тепломассообмена при кипении и конденсации» и «Исследование смешения потоков», где он используется для оптимизации процесса выхода установок на режимные параметры экспериментов.

Дальнейшее развитие системы с учетом опыта, полученного при отладке на стендах, связывается с созданием рыночного НМИ-продукта с широким спектром применения в сферах высокотехнологичного производства, экспериментальных исследований, энергосистем и других технических комплексов, имеющих разветвленную структуру систем измерения.

УДК 621.3

ДЕМИДОВА А.С., ЗЫРИН Д.В., ЛОСКУТОВ А.А.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ КОНЕЧНОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ ПУТЕМ СОЦИАЛЬНОГО ВОВЛЕЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

День любого современного человека связан с постоянным использованием разнообразных электрических устройств с большими и средними мощностями – бытовые приборы, электротранспорт, спортивный инвентарь и др. И мало кто задумывается о количестве электроэнергии, потраченной за день для полноценной жизни, тем более об ее стоимости. Хотя это достаточно странно, ведь любой современный житель мегаполиса всегда считает деньги и старается правильно распределить свой бюджет.

В последние годы электропотребление нашей страны увеличивается, городская жилищно-бытовая и административная электрическая нагрузка составляет более 20% от общего потребления, при этом тенденция роста тарифа на электроэнергию не снижается. В связи с этим одним из главных вопросов является выравнивание графика генерации. Основная доля потребления происходит в дневные пики нагрузок, которые приводят к затратам на генерацию из-за быстрого разворачивания дополнительных мощностей на крупных электростанциях. При этом массовое использование потребителей-регуляторов на низком напряжении позволит существенно выровнять график нагрузок [1].

Целью проекта является разработка экспериментального образца аппаратно-программного комплекса для снижения затрат на электроэнергию конечного потребителя путем социального вовлечения. Устройство позволяет потребителю (например, гражданин, частный дом, малый офис и т.п.) использовать электрическую энергию в периоды наличия избыточной энергии в энергосистеме (ночью) и выдачу в сеть в периоды дефицита (днем), используя счетчик с возможностью программирования необходимой тарификации, автоматизированную систему управления и накопления.

Результатом проекта является аппаратно-программный комплекс, состоящий из следующих компонент:

1. Устройство интеллектуального накопления электрической энергии;
2. Приложение для смартфонов SaveEnergy;
3. Автоматизированная система управления энергопотребления.

Техническим достоинством разрабатываемого устройства является взаимозаменяемость аккумуляторных батарей. В существующих аппаратных средствах с наиболее схожими техническими решениями предполагаемой установки отсутствует возможность замены аккумуляторного блока, что может привести к быстрому устареванию продукции. А также интересным преимуществом является популяризации вопроса генерации и потребления электроэнергии благодаря приложению для различных гаджетов.

Библиографический список

1. Концепция интеллектуальной энергетической системы России с активно-адаптивной сетью; под ред. академиком РАН В.Е. Фортова, А.А. Макарова. - М.: ОАО "ФСК ЕЭС", 2012.- 238 с.

УДК 629.423.3

ДОЛИНСКИЙ Д.А.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ РАДИОКАНАЛА В АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛОКОМОТИВНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

Московский государственный университет путей сообщения
(Нижегородский филиал), г. Н. Новгород

На сети магистральных железных дорог широко применяются системы интервального регулирования движения поездов, базирующиеся на использовании автоблокировки с рельсовыми цепями. Традиционная автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа АЛСН и АЛС-ЕН с использованием рельсовых цепей, которая является основным средством передачи информации о состоянии впередистоящего светофора на локомотив, обладает ограниченной надежностью и рядом недостатков [1, с. 83].

Система интервального регулирования движения поездов с использованием радиоканала предназначена для обеспечения безопасности движения, увеличения участковой скорости и пропускной способности перегонов за счет снижения числа сбоев кодирования, оптимизации скоростных режимов и интервалов попутного следования. Ее развитие предполагает ведение поезда в энергооптимальном режиме [2, с. 37]. Такая система строится на основе набора технических решений организации интервального регулирования, реализуемых как оборудованием автоматической локомотивной сигнализации с использованием радиоканала (АЛСР), так и с использованием уже существующей инфраструктуры железных дорог и оборудования ЖАТ. Кроме этого, она органично вписывается в многофункциональные перспективные системы регулирования движения поездов.

Система АЛСР решает две основные задачи информационного обеспечения: непрерывно отслеживает местоположение поезда (его позиционирование) и передает информацию о поездной ситуации и команды телеуправления на локомотив. Непрерывный обмен информацией с локомотивом при его следовании по участку обеспечивает цифровой радиоканал. Опорная сеть радиоканала реализуется рядом базовых станций, располагаемых на станциях и (при необходимости) вдоль путей в полосе землеотвода железной дороги. Эта сеть транслирует информацию на протяжении всего пути следования поездов. В качестве радиоканала может использоваться любой современный цифровой канал, обеспечивающий требуемую скорость передачи данных и функцию хэндоверинга, например, GSM (GSM-R). Кроме того, может дополнительно использоваться радиоканал стандарта Wi-Fi. Взаимодействие АЛСР с системами ЖАТ осуществляется через соответствующие устройства сопряжения, обеспечивающими увязку как с релейными, так и с микропроцессорными СЖАТ.

Библиографический список

1. Тихонов, В.М. Каспаров И.В. Проблемы повышения надежности железнодорожного пути. В сборнике: Передовые методы организации, содержания и ремонта пути на грузонапряженных участках: материалы 3 Международной студенческой научно-практической конференции. Московский государственный университет путей сообщения,

филиал в Н. Новгороде, 2015. С. 83-84.

2. Слюняев, С.А. Каспаров И.В. Проблемы и перспективы железнодорожного транспорта России. В сборнике: Актуальные проблемы развития транспорта, материалы III Международной студенческой научно-практической конференции – Федеральное агентство железнодорожного транспорта; Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, Нижегородский филиал. 2016.–С. 37-41.

УДК 691.175.743+662.756

КАНАКОВ Е.А., МИРОНОВА В.Ю.,
ЕСИПОВИЧ А.Л., БЕЛОУСОВ А.С.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ-ПЛАСТИФИКАТОРЫ ПВХ

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

Поливинилхлорид (ПВХ) является самой низкокзатратной и высокообъемной товарной пластмассой из всех используемых в настоящее время благодаря своей универсальности, химическим и механическим свойствам. Однако ПВХ нестабилен при высоких температурах и его следует компаундировать со стабилизаторами.

На рынке имеется несколько конкурирующих семейств стабилизаторов: на основе свинца, систем кальций-цинк, барий-цинк и оловоорганических из органических соединений. При этом концентрация стабилизатора может достигать 8 %, что может привести к образованию высокой концентрации токсичных тяжелых металлов. Таким образом, возникает потребность в новых экологически безопасных стабилизаторах ПВХ.

Анализ современной научной и патентной литературы показал, что одними из наиболее перспективных экологичных стабилизаторов ПВХ являются эпоксицианированные растительные масла. Эпоксицианированное соевое масло (ЭСМ) является одним из наиболее эффективных стабилизаторов полимерных материалов, полученных на основе поливинилхлорида, а также других хлорсодержащих полимеров. Нетоксичность, биоразлагаемость и сильный синергетический эффект делают его незаменимой добавкой в комбинации с целым рядом других стабилизаторов. Благодаря способности активного эпоксицианидного кольца захватывать HCl и его антиокислительному эффекту, противодействующему деструкции, можно минимизировать образование перекрестных связей после нагревания и воздействия света. Низкая вязкость ЭСМ и хорошая совместимость с пластификаторами ПВХ обеспечивают его хорошую антимиграционную устойчивость и устойчивость к экстрагированию.

В настоящее время основной способ получения ЭСМ основан на окислении соевого масла концентрированным пероксидом водорода в присутствии муравьиной или уксусной кислот. Данный процесс характеризуется низкой селективностью и образованием большого количества отходов. Высокая агрессивность среды требует использования оборудования, изготовленного из дорогостоящих материалов. Альтернативные экологичные технологии, основанные на использовании гетерогенных катализаторов, из-за низкой реакционной способности масел и их высокой вязкости характеризуются низким выходом и низкой производительностью.

Нами разработана технология получения стабилизатора ПВХ на основе продукта переработки соевого масла. В отличие от растительных масел, данный продукт имеет более низкую вязкость и более высокую реакционную способность, что позволяет существенно повысить производительность процесса эпоксицианирования. Использование данного сырья позволяет получить продукт с большим удельным содержанием оксиановых колец, что обеспечит более высокую термостабилизирующую способность и позволит уменьшить

дозировку стабилизатора. Разработанный стабилизатор, в отличие от эпоксидированных растительных масел, не имеет окраски, что существенно при переработке ПВХ.

УДК 338: 316: 34

КЛИМОВА Н.А.

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭТАПОМ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

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

Основной проблемой, препятствующей достижению мирового уровня исследований и разработок, является дисбаланс между затратами на финансирование науки и уровнем ее результативности [3]. По данным Федеральной службы государственной статистики, темпы роста затрат превышают темпы роста созданных передовых технологий, что свидетельствует о недостаточной проработанности оценочных процедур научно-технических разработок на ранних стадиях и последующей оценки их коммерциализации. В процессе коммерциализации важным моментом для инновационных предприятий является выбор наиболее успешного способа коммерциализации, так как каждый инновационный продукт уникален и предназначен для решения определенной проблемы [1]. Управление коммерциализацией предусматривает многокритериальный подход к оценке эффективности разработок, а также способов их коммерциализации. Использование однокритериального подхода нельзя признать целесообразным, так как он базируется на весьма упрощенном представлении о сущности оптимизационных задач. Все это может привести к снижению эффективности принимаемых решений [2].

В последнее время при проведении сложных экспертиз используется методология нечетких множеств, которая обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами оценки: нечетко-множественные подходы свободны от вероятностной аксиоматики и от проблем с обоснованием выбора вероятностных весов; они позволяют не только учесть неопределенность, но и формализовать и оперировать как качественными, так и количественными критериями и рассчитать интегральный показатель эффективности; обладают возможностью генерировать непрерывный спектр сценариев реализации по каждому из прогнозируемых параметров инновации и принимать решение по всей совокупности оценок [3]. Таким образом, предлагается использование методологии нечетких множеств при отборе вариантов коммерциализации научно-технических разработок, основанную на методологии нечетких множеств.

Практическая реализация многокритериального подхода к оценке эффективности вариантов коммерциализации научно-технической разработки позволит:

1) повысить уровень научной обоснованности получаемых решений относительно выбора способа коммерциализации за счет учета сравнительно большего числа наиболее важных критериев;

2) получить сравнительно больший экономический эффект от внедрения в практическую деятельность принятого решения за счет реализации принципа синергизма.

Библиографический список

- 1. Борискова, Л.А.** Управление разработкой и внедрением нового продукта: учебн. пособие/ Л.А. Борискова, О.В. Глебова, И.Б. Гусева. – Москва, ИНФРА-М, 2016. – 272 с.
- 2. Глебов, В.В.** Инновации в машиностроении: учебн. пособие/ В.В. Глебов, О.В. Глебова, И.Б. Гусева, В.П. Пучков.– Н. Новгород: НГТУ, 2007. – 230 с.
- 3. Гусева, И.Б.** Управление затратами и контроллинг: учебн. пособие/И.Б. Гусева. Н. Новгород, НГТУ, 2015. – 238 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО 3D ПЕЧАТИ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕМ ОБОРУДОВАНИИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Сегодня аддитивные технологии являются одним из главных трендов в области производства. Общеизвестно, что крупнейшие игроки рынка машиностроения на своих предприятиях начали применять 3D печать из металла, однако использование аддитивных технологий серьезно ограничено. Это связано с тем, что напечатанные детали обладают низкой размерной точностью и шероховатостью поверхности. Главным решением этой проблемы является чистовая механическая обработка детали, но при этом возникают затраты на использование дополнительного обрабатывающего оборудования. Что бы избавиться от избыточных затрат сегодня рынок предлагает металлорежущие станки с функцией 3D печати, это станки способные в одной рабочей зоне от одной управляющей программы производить 3D печать заготовки методом лазерной наплавки порошка, после чего с минимальными погрешностями выполнять ее чистовую механическую обработку. Минусом такого оборудования выступает его цена.

В отличие от имеющихся решений нами был выбран другой подход к преодолению проблемы. Любое предприятие обладает своим парком станков с ЧПУ, и мы считаем, что это оборудование может выступать в качестве объекта для внедрения аддитивных технологий.

В лаборатории Нанотехнологии в машиностроении кафедры «Технология и оборудование машиностроения» НГТУ им. Р.Е. Алексеева нами разработан и опробован экспериментальный стенд аппаратно-программного комплекса по 3D печати электродуговой наплавкой. Разрабатываемый комплекс - это мобильная платформа по 3D печати металлом, способная встраиваться в металлорежущее оборудование с ЧПУ действующего производства, а также в отдельные автоматизированные системы с программным управлением, что является новизной для рынка. Без станка комплекс может выполнять задачи по полуавтоматической сварке или наплавке. Компактность и достаточная простота делает данный комплекс универсальным и позволяет решать широкий спектр задач, которыми могут выступать: печать металлом литых заготовок, печать отдельных элементов изделий, ремонт изношенных частей деталей машин и сварка узлов. Установка может работать со свариваемыми металлами: углеродистые и легированные стали, алюминий, медь и др.

Имеющиеся на рынке аддитивные установки мало ориентированы на материалы широко применяющиеся в общем машиностроении. Если комплекс внедрен на базе станка с ЧПУ, то он ничем не уступает своим конкурентам – многофункциональным станкам с функцией лазерной наплавки порошка. Ключевыми преимуществами разработки являются то, что встроить комплекс на действующее оборудование дешевле и быстрее, чем приобрести дорогостоящий многофункциональный станок; электродуговая наплавка более экономически эффективна, чем лазерная наплавка порошка – ее производительность при оптимизации режимов может достигать 15 кг/ч при 2кг/ч у конкурента, при этом стоимость наплавки в среде защитных газов ниже, чем лазерная наплавка порошка; сырье в виде проволоки более доступно по цене для потребителя, чем порошок.

Разрабатываемое решение позволяет создать целую линейку доступных аддитивных машин, в которую могут входить: комплекс, работающий на базе станка с ЧПУ, а также отдельные 3D принтеры с тремя или более подвижными координатами. Данный спектр машин позволяет удовлетворить наибольшее число потребителей как крупных, так и мелких.

**РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
ВЫСОКОЧИСТОГО МОНОСИЛАНА ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
В МЕМБРАННОМ АППАРАТЕ POINT-OF-USE КОНФИГУРАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Моносилан (тетрагидрид кремния) - бинарное неорганическое соединение кремния и водорода с формулой SiH_4 , является основным источником Si для выращивания эпитаксиальных пленок, вследствие чего высокочистый моносилан (99,99999%) находит широкое применение в микро- и нанoeлектронной промышленности, при этом в настоящее время активно применяется для изготовления кристаллических и тонкопленочных фотоэлементов на основе кремния (солнечных батарей).

Мировой рынок моносилана, используемого для производства поликремния, разделен между США, Японией, Германией и Италией. По данным на 2016 год, мировое производство моносилана оценивается в 25 000 т. В бывшем СССР мощности по синтезу моносилана были сосредоточены на Украине, поэтому после 1991 года производства моносилана в России не оказалось. На данный момент в России моносилан производится только лишь на трех предприятиях в гг. Усолье-Сибирское, г. Дзержинск ООО "Фирма "ХОРСТ" и Новочебоксарске. Поэтому основная доля сырья (более 80%) импортируется из-за рубежа.

Основная проблема производства моносилана заключается в том, что глубокая очистка от примеси хлорсиланов, лимитирующих чистоту продукта, а также от хлористого водорода и взвешенных частиц методами: ректификации и низкотемпературной перегонки, используемыми на российских производствах и позволяющими получать моносилан чистотой до (99,9995%) – это сложный материало- и энергоемкий процесс, требующий больших площадей производства. Так же применяются альтернативные методы очистки, основанные на мембранном газоразделении. Считается перспективным применение мембранных методов для глубокой очистки моносилана (99,99999% чистоты), но их применение затруднено малой производительностью, а значит невозможностью использования в промышленных масштабах. Однако мембранные методы способны обеспечивать маломасштабное получение газов высокой чистоты в месте их непосредственного использования («point-of-use» конфигурация).

В настоящей работе предложена оригинальная конфигурация мобильного высокоэффективного мембранного газоразделительного аппарата. Так как эффективность разделения одноступенчатых мембранных процессов ограничена селективностью мембраны из-за отсутствия высокоселективных полимерных материалов и мембран на их основе, а построение многоступенчатых систем приводит к необходимости построения сложных материалоемких конфигураций и высоким капитальным затратам, в данной работе рассматривается газоразделение в однокомпрессорном многоступенчатом мембранном каскаде нового типа «непрерывная мембранная колонна», по аналогии с ректификационной колонной. Предлагаемая новая конфигурация обладает низкой материало- и энергоемкостью и будет позволять получать поток моносилана или его смеси требуемого состава и качества непосредственно у потребителя в установке получения полупроводниковых структур.

СТРУЙНО-РЕАКТИВНАЯ ТУРБИНА ДЛЯ ПРИВОДА РУЧНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Практически любой современный производственный цех сложно представить без применения ручного пневматического инструмента. Пневматический инструмент пожаро- и электробезопасен, эргономичен, имеет высокую удельную мощность, что позволяет увеличить производительность труда персонала.

В качестве привода в пневматическом инструменте традиционно используется пневматический ротационно-пластинчатый двигатель. Среди недостатков данного типа привода можно особо выделить следующие: в силу особенностей рабочего процесса, невозможность обеспечить достаточный крутящий момент при высоких оборотах ($>30000\text{мин}^{-1}$) и наличие трущихся поверхностей. Для обеспечения мощности привода в 3 ... 4 кВт инструмент проектируется громоздкий и тяжеловесный, что для ручного инструмента категорически не подходит.

Решение проблемы может быть в использовании в качестве привода малоразмерной пневматической турбины. Как радиальная, так и осевая пневматическая малоразмерная турбинная ступень позволяет обеспечить практически любое требуемое сочетание крутящего момента и частоты вращения ротора. Основным недостатком рабочих колес (РК) осевых турбин состоит в том, что стоимость изготовления лопаточных венцов очень высока. Таким образом, данный тип привода используется в исключительных случаях, когда другие варианты неприемлемы.

Цель данного проекта – создание экспериментального образца высокотехнологичной пневматической малоразмерной радиальной струйно-реактивной турбины (СРТ) для привода ручного пневматического инструмента. Предполагается, что конфигурация лопаток позволит изготовить РК методом литья пластмассы в прессформу. Это позволит существенно снизить стоимость изготовления при массовом производстве.

Такой пневматический турбинный привод подходит для использования в ручных пневматических шлифовальных машинах различных модификаций, высокоскоростных пневматических дрелях и других инструментах. В дальнейшей перспективе возможен расчет и компоновка нескольких СРТ ступеней с целью снижения оптимальной частоты вращения и значительного расширения области применения данной схемы привода.

Конечным продуктом данного проекта является экспериментальный образец пневматического СРТ привода для ручной пневматической шлифовальной машины. Предполагаемые пластмассовые детали для экспериментального образца будут выполнены на 3D принтере.

Несмотря на свои недостатки и высокую стоимость, предполагаемые существующие серийные аналоги вышеуказанного продукта имеют стабильно высокий спрос на рынке пневматического инструмента. Основными потребителями в Нижегородской области являются крупные предприятия машиностроительного комплекса, в том числе судостроительные, авиастроительные, железнодорожные и другие компании.

**УСТАНОВКА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ
ПО РАЗМЕРУ И ФОРМЕ**

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

Шлифование является основной операцией механической обработки оптических деталей. Одним из основных требований, предъявляемых к шлифовальным кругам, применяемым в инструментальном производстве, является обеспечение высокой стойкости. При этом инструмент должен обеспечивать требуемые параметры качества шлифуемой поверхности при заданных режимах обработки. Зерна с одинаковым номером зернистости отличаются линейными размерами в 2-3 раза, массой - в 3-5 раз, а периодом стойкости - в 4-7 раз. Это вызывает разнопрочность рабочего слоя инструмента и его хаотичный износ.

Максимальная глубина микрорезания существенно зависит от прочности зерна. Зерна с большей прочностью могут внедряться на большую глубину, что повышает производительность процесса шлифования. Зерна, имеющие одинаковую форму, как правило, если это не агрегат, имеют незначительно отличающуюся прочность.

Одним из перспективных путей повышения качества инструмента является использование абразивного зерна, классифицированного не только по размеру, но и по форме. Существующие в настоящее время методы классификации материалов по форме зерен, в частности классификация на вибростоле, являются малопродуктивными. Поэтому совершенствование метода классификации абразивного материала по размеру и по форме частиц является актуальной задачей.

Разработанная установка позволяет в несколько раз повысить производительность классификации частиц. Основными элементами установки являются ротор и приемник для сбора фракций. При этом отличительной конструктивной особенностью ротора является плоская площадка, радиус которой зависит от зернистости классифицируемого порошка. Режимными параметрами является частота вращения ротора 2000...4000 об/мин и расход подаваемой суспензии 4...10 л/мин, которая регулируется диаметром на выходе питающей воронки.

Эффективность работы установки подтверждается результатами моделирования многофазных гидродинамических процессов. На рис. 1 представлены результаты моделирования алмазного порошка с зернистостью 80/63.

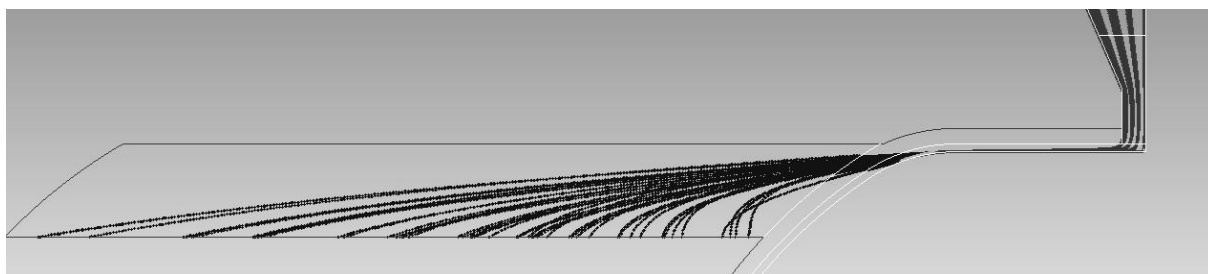


Рис. 1. Траектории движения частиц в процессе классификации

Разработанная установка позволяет классифицировать по размерам и форме порошки зернистостью от 30 до 1000 мкм. Режимы работы установки определяет диапазон зернистости классифицируемого порошка.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИИ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для нанесения гальванических покрытий на алюминий и алюминиевые сплавы для обеспечения высокой адгезии необходимо использовать предварительную обработку поверхности. На большинстве предприятий в качестве такой обработки используют цинкатную в щелочных растворах для последующего нанесения металлопокрытий. Однако при такой обработке наблюдается большое количество бракованных изделий из-за плохой адгезии покрытия к основе различных видов сплавов.

Снизить количество брака возможно, используя в качестве подслоя оксидную пленку, которая формируется во время электрохимического анодирования в смеси ортофосфорной и серной кислот с добавлением бифторида аммония. Такая технология используется при меднении алюминия и его сплавов.

В случае никелирования состав электролита для осаждения никеля требуется видоизменять во избежание разрушения оксидной пленки. Особенностью состава электролита является отсутствие в нем хлорид-ионов и кислая среда, так как сформированная оксидная пленка не устойчива к воздействию хлорид-ионов и разрушается в щелочных средах, а в нейтральных и слабокислых бесхлоридных растворах наблюдается пассивация никелевых анодов.

В практике среди кислых бесхлоридных электролитов никелирования известен раствор следующего состава: сульфат никеля 250-300 г/л, серная кислота 50-100 г/л с рН=1-2 и рабочей температурой 60-80°C. При такой высокой температуре отсутствует пассивация анодов, но электролит обладает травящим действием, что указывает на невозможность использования его для электроосаждения никеля на оксидную пленку, сформированную предварительно на алюминии или его сплавах. Поэтому возникла необходимость разработки кислого бесхлоридного состава электролита никелирования, в котором не наблюдается явление пассивации анодов.

Избежать нежелательного явления пассивации никелевых анодов возможно поддержанием рН среды электролита в пределах 2.0-2.5 и температурным режимом работы 40±2°C. При этом количество сульфата никеля в разрабатываемом электролите никелирования должно быть не более 90-100 г/л.

Важным моментом в электролитах никелирования является поддержание рН в узких пределах. С этой целью в состав электролита вводят буферную добавку. В качестве таковой выбрана дикарбоновая кислота в количестве 10-11 г/л, в присутствии которой благодаря конкурирующей адсорбции двух карбоксильных групп пассивации поверхности анодов и окисление органической добавки на их поверхности не происходит.

Для последующего получения многослойных декоративных покрытий, например, блестящего никеля и блестящего хрома, никелевый подслоя должен представлять собой гладкую поверхность с элементами блеска. Для придания блеска и увеличения катодной поляризации конкурирующего процесса выделения водорода в состав электролита необходимо вводить анионоактивное или молекулярное вещество в количестве менее 1 г/л.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОВТОРНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ КАБЕЛЬНО-ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 110 кВ, ОСНОВАННОЕ НА КОНТРОЛЕ ВОЛНОВЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно ПУЭ [1], автоматическое повторное включение (АПВ) должно предусматриваться для воздушных и смешанных (кабельно-воздушных) линий (КВЛ) всех типов напряжением выше 1 кВ. Отказ от применения АПВ должен быть в каждом отдельном случае обоснован. Поскольку при повреждении на кабельной линии (КЛ) действие АПВ должно блокироваться, то необходимо надежно выявить поврежденный участок КВЛ (воздушный или кабельный).

На данный момент предложено только одно техническое решение данной проблемы, разработанное в рамках НИОКР «Автоматическое повторное включение с функцией контроля состояния линий электропередачи» [2]. Однако данное решение предполагает установку дополнительного оборудования на кабельно-воздушных переходах линии электропередачи (ЛЭП), что увеличивает затраты на реализацию АПВ. В связи с этим рассматривается возможность реализации АПВ КВЛ с использованием замеров только по одному или двум концам ЛЭП.

Для этого производится цифровая обработка сигналов с измерительных трансформаторов тока и напряжения, либо с фильтров присоединения, цифровая фильтрация и выделение высокочастотных (переходных) составляющих. Это позволяет выявлять бегущие волны, возникшие в результате возникновения неоднородностей в сети, которыми являются короткие замыкания или обрывы. Моделирование в программном комплексе PSCAD показало, что полученные таким образом «картины» волновых переходных процессов качественно зависят от того, где произошло повреждение. Одна из таких «картин» для сигнала напряжения, замеренного со стороны воздушной линии (ВЛ), представлена на рисунке 1. Например, анализируя данный рисунок, можно сказать о том, что КЗ произошло на кабеле на расстоянии около 2 км от кабельно-воздушного перехода.

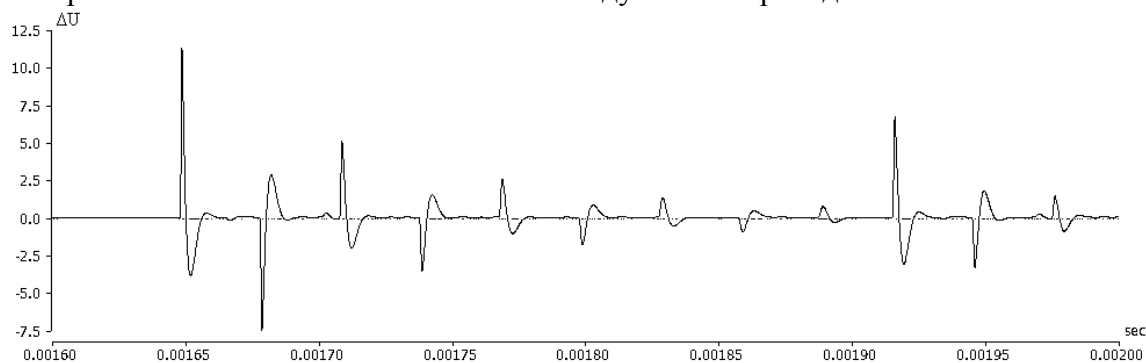


Рис. 1. Волновой переходный процесс напряжения, зарегистрированный на конце ВЛ

На данный момент разрабатываются алгоритмы оценки переходного процесса и принятия решения о запрете либо разрешении АПВ. Также решается вопрос определения места повреждения с достаточной степенью точности.

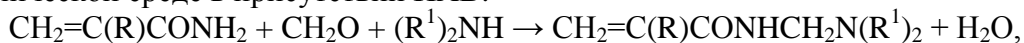
**РАЗРАБОТКА НОВЫХ ГИДРОФОБНО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ «УМНЫХ»
ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ
В ПРОБЛЕМНЫХ СКВАЖИНАХ**

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

В настоящее время в эксплуатацию вводится все больше скважин с трудноизвлекаемыми запасами нефти. В связи с этим актуальной проблемой в нефтедобыче является повышение эффективности разработки месторождений с низким коэффициентом извлечения нефти. Одним из наиболее успешных методов повышения нефтеотдачи пластов является заводнение вязкими полимерными растворами. В последние годы в данной области возрастает интерес к «умным» ассоциирующим полимерам, представляющим собой сополимеры (мет)акриламида [(М)АА] и гидрофобного мономера. Такие полимеры обладают улучшенными эксплуатационными свойствами за счет направленного изменения вязкости растворов при попадании в пласте в водную или нефтяную среду [1, с.13]. Это обеспечивается оптимизацией строения и содержания гидрофобных фрагментов в макромолекулах (мет) акриламидов, которые по-разному взаимодействуют между собой в полярных водных и неполярных углеводородных средах, дополнительно влияя на объем макромолекулярного клубка и вязкость полимерного раствора.

В данной работе предложен новый перспективный по экономическим и технологическим параметрам двухстадийный способ получения гидрофобно-модифицированных «умных» водорастворимых поли(мет)акриламидов для повышения нефтеотдачи при добыче проблемных нефтей. Способ основан на синтезе гидрофобного мономера нового типа – N-(диалкиламинометил)(мет)акриламида [ДАМ(М)А] – и его дальнейшем использовании «in situ» (без дополнительного выделения и очистки) для сополимеризации с (М)АА.

Первой стадией разрабатываемой технологии является синтез гидрофобного мономера по реакции Манниха с использованием мицеллярного катализа путем взаимодействия (М)АА, формальдегида и гидрофобного высшего амина в водно-органической среде в присутствии ПАВ:



где R = H, CH₃; R¹ = C₈H₁₇; C₁₂H₂₅.

На второй стадии осуществляется мицеллярная сополимеризация синтезированного ДАМ(М)А и (М)АА путем добавления (М)АА к полученной на первой стадии реакционной смеси в присутствии радикального инициатора. При этом остающийся в реакционной смеси ПАВ выполняет функцию эмульгатора.

Таким образом, по сравнению с известными вариантами получения гидрофобно-модифицированных поли(мет)акриламидов, в предлагаемой технологии исключается дорогостоящая стадия выделения и очистки гидрофобного мономера, использование ПАВ повышает эффективность обеих стадий процесса, а их проведение при низких температурах сокращает энергетические затраты. Это значительно упрощает аппаратное оформление процесса и снижает себестоимость конечного продукта.

1. Review on Polymer Flooding: Rheology, Adsorption, Stability, and Field Applications of Various Polymer Systems / M.S. Kamal, A.S. Sultan, U.A. Al-Mubaiyedh, I.A. Hussein // Polymer Reviews. – 2015. – Vol. 55, Iss. 3.

РАЗРАБОТКА МОНОИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные проблемы производства высокочистых веществ (жидкостей и газов) могут быть решены с применением мембранной технологии, которая включена в перечень критических технологий, отнесенных к приоритетным направлениям развития науки и техники XXI века. И это закономерно, поскольку мембранные процессы характеризуются низкой стоимостью, простым аппаратурным оформлением, малой энергоемкостью и высокой эффективностью разделения.

Мембранные методы разделения жидких и газообразных сред базируются на разных принципах разделения и механизмах переноса вещества, но все они имеют общий фрагмент системы - мембрану. Область применения мембраны определяет ее химическая природа, структура и функциональные свойства.

При создании высокоэффективных мембран важным аспектом является выбор материалов с оптимальным набором свойств, обеспечивающих высокую эффективность и экономичность того или иного процесса. В качестве материала для изготовления мембран, чаще всего, используют полимеры в виду больших возможностей по управлению их свойствами и структурой путем небольших химических модификаций и изменений технологических параметров получения.

Важным этапом разработки и производства полимерных мембран является контроль свойств создаваемых материалов в разных пространственных масштабах.

В традиционном исполнении этап контроля качества включает в себя ни один, а несколько методов и подходов, которые в комплексе затрачивают очень много времени и тем самым «тормозят» процесс разработки и производства этих материалов. Кроме того, следует учитывать, что методы диагностики должны быть неразрушающими, но при этом информативными и высокоточными. При применении комплекса разных методов контроля чаще всего, приводит к нарушению этих условий. Поэтому представляется актуальной задача разработки нового метода диагностики полимерных мембран, в котором будет задействован только один вид аналитического оборудования, который будет отвечать всем необходимым требованиям.

В основе предлагаемого экспресс-метода контроля полимерных мембран на стадиях разработки и производства лежит метод атомно-силовой микроскопии (АСМ) [1].

Метод АСМ является очень перспективным методом диагностики полимерных мембран, поскольку позволяет характеризовать определяющие свойства мембран [1, 2] и тем самым оценивать и прогнозировать остальные свойства без применения дополнительных методов контроля с высоким разрешением, точностью и воспроизводимостью без разрушения образца.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 15-19-10057.

Библиографический список

1. Сазанова, Т.С. Изучение гибридных полимерных мембран с помощью атомно-силовой микроскопии: топографический анализ поверхности и оценка распределения размеров пор / Т.С. Сазанова, И.В. Воротынцев, В.Б. Куликов [и др.] // Мембраны и мембранные технологии. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 166-175.

2. Сазанова, Т.С. Атомно-силовая микроскопия: принцип, устройство, применение: учеб. пособие / Т.С. Сазанова, И.В. Воротынцев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016. – 108 с.

УДК 66.067+541.182

САЛЬНИКОВА М.Е., МАЛЫШЕВ В.М.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТОЙ СЕРЫ МЕТОДОМ ПЛЕНОЧНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ПАР ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА ДЛЯ ИК-ОПТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сера относится к числу наиболее распространенных элементов. Около 50 % производимой серы используется в химической промышленности для производства серной кислоты. Сера применяется в резиновой и целлюлозно-бумажной промышленности, в органическом синтезе.

Высокоочищенная сера применяется как исходный компонент для синтеза материалов, широко используемых в ИК-оптике и полупроводниковой технике. Из сульфидов металлов изготавливают детекторы излучений оптического и рентгеновского диапазонов. Сульфид цинка - основной материал для изготовления выходных окон CO₂ -лазеров. Сера является компонентом сульфидно-мышьяковых стекол, обладающих высокой прозрачностью в среднем ИК – диапазоне.

Актуальной задачей является получение высокоочищенной серы с низким содержанием примесных частиц субмикронных размеров. Взвешенные частицы вызывают появление неоднородностей, центров рассеяния, что значительно ухудшает оптические свойства материалов.

В настоящее время для очистки жидкостей от наночастиц существует несколько способов. Наиболее широко применяются дистилляционные методы, например перегонка и ректификация. Но недостаточно высокая эффективность очистки жидкостей от взвешенных частиц нанометровых размеров традиционными методами ректификации требует поиска путей интенсификации процесса массообмена в колонне. Такое воздействие может оказать температурное поле, приводящее к возникновению дополнительного термофоретического переноса частиц в паровой фазе.

Для глубокой очистки серы от наноразмерных частиц в лабораторных условиях была рассчитана и спроектирована пленочная ректификационная колонна. За счет температурного градиента в этой колонне происходит направленное перемещение взвешенных частиц от «горячей» стенки к «холодной» и, как следствие, увеличивается эффективность процесса очистки жидкостей от наночастиц. Роль стекающей по колонне жидкой пленки сводится в основном к захвату переместившихся к ней частиц и переносу их в кубовую жидкость, где эти частицы и концентрируются.

Результаты предварительных расчетов показали, что метод пленочной ректификации с воздействием на пар температурного поля эффективнее, чем традиционные методы очистки жидкостей от частиц нанометрового размера.

Таким образом, для последующей реализации проекта необходимо разработать экспериментальную установку в виде пленочной ректификационной колонны, включающую в себя два коаксиальных цилиндра с нагреваемой внешней и охлаждаемой внутренней трубками.

Высокоочищенная сера востребована на рынке, но ее стоимость превышает 300 евро за 1 г. Использование такого метода очистки позволит значительно снизить ее стоимость и повысить степень очистки.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ
ДЛЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

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

В последние годы наблюдается увеличение производственных мощностей нефтеперерабатывающих предприятий. Одновременно с увеличением мощностей увеличиваются и затраты на ремонт оборудования. Особенно актуальной стала проблема защиты оборудования от коррозии. Достаточно сказать, что, согласно статистике, каждая десятая авария на предприятиях нефтегазоперерабатывающей промышленности происходит из-за отсутствия контроля за коррозией аппаратуры. Очевидно, что своевременная защита от коррозии позволяет снизить затраты на ремонт и замену соответствующего оборудования. Известно, что наиболее эффективным способом защиты оборудования является использование ингибиторов коррозии, которые представляют собой поверхностно активные вещества (ПАВ), растворимые в воде и/или нефтяных средах, которые при введении в агрессивную (коррозионную) среду значительно замедляют, или полностью останавливают процесс коррозии металла. Их можно использовать, не изменяя соответствующих технологических процессов и их аппаратурного оформления.

В настоящее время в нефтеперерабатывающей промышленности нашли применение ингибиторы коррозии различных типов: длиноцепочные амины, амидоамины жирных кислот, органические производные фосфорной кислоты, алкиламинопропионитрилы и т.д. Наибольшей популярностью в западных странах пользуются амидоамины жирных кислот.

Для получения амидоаминов такого типа, за основу был взят классический процесс амидирования жирных кислот (получаемых из растительных масел) диаминами. Нами предлагается технология одностадийного каталитического амидирования растительных масел диметиламинопропиламином. Выбор веществ, используемых в качестве сырья для данного технологического процесса, основывается на их доступности, низкой стоимости и высокой степени экологичности. Получаемые амидоамины жирных кислот с третичной аминогруппой на конце молекулы являются эффективными ингибиторами коррозии, что было доказано во время испытаний, проведенных в соответствии с ГОСТ 9.506-87. Необходимо отметить, что данный продукт является востребованным сырьем для получения катионных поверхностно-активных веществ путем кватернизации третичной аминогруппы.

Внедрение данной технологии позволит снизить себестоимость единицы продукта за счет снижения затрат на электроэнергию и ресурсы; снизить нагрузку на окружающую среду.

К тому же, в 2012 г. правительством РФ утверждена программа "ВП-П8-2322. Комплексная программа развития биотехнологий в РФ на период до 2020 года", направленная на «создание производственно-технологической базы для формирования новых подотраслей промышленности, способных в долгосрочной перспективе заменить существенную часть продуктов, производимых методом химического синтеза, продуктами биологического синтеза; создание технологической и опытно-промышленной базы для формирования биотопливной промышленности». Таким образом, развитие направлений переработки возобновляемых природных ресурсов с целью получения ценных химических продуктов становится приоритетным направлением отечественной промышленности.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ ФРЕОНА-12
С ПОМОЩЬЮ ГАЗОГИДРАТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В качестве хладагента в холодильных установках, в кондиционерах, в качестве пропеллента в аэрозольных баллонах часто используется фреон-12. Сам по себе фреон-12 нетоксичен, но его чрезмерное применение приводит к накоплению в атмосфере и истощению, а затем и разрушению озонового слоя Земли.

В агрегатах домашних холодильников фреон-12 работает десятилетиями. Можно исключить попадание в атмосферу, приняв соответствующие меры утилизации отработавшего фреона-12. Одним из методов утилизации является перевод газа в газогидратное состояние с целью хранения и транспортировки. Перевод газа в гидрат осуществляется в результате образования клатратов из контактирующих молекул воды и газа при определенных термобарических условиях (низкая температура и высокое давление). Благодаря клатратной структуре единичный объем газового гидрата может содержать 160-180 объемов газообразного фреона-12.

Синтез газовых гидратов происходит в условиях метастабильного состояния вещества, без применения высокого давления. В результате теоретических исследований определена зависимость скорости движения поверхности границы пленка гидрата-жидкая фаза и скорости жидкости в направлении оси x от изменения движущей силы, ΔT , $\Delta T = T_{\text{eq}} - T_{\text{bulk}}$, T_{eq} – температура трехфазного равновесия, T_{bulk} – температура объемной фазы воды.

После завершения перевода фреона-12 в газовый гидрат, в сосуде поддерживается постоянная температура и давление ($T_{\text{eq}} = 281 \text{ K}$, $P = 1,8 \text{ атм.}$), то есть газовые гидраты остаются в режиме хранения.

С увеличением объемной температуры жидкости степень переохлаждения уменьшается, следовательно, молекулярное присоединение к поверхности гидратной пленки уменьшается. С увеличением равновесной температуры увеличивается степень переохлаждения, следовательно, увеличивается вероятность молекулярного присоединения.

В данной газогидратной модели преобладает термокапиллярная конвекция, вызванная температурной неоднородностью на границе раздела. Передача тепла от поверхности более чувствительна к толщине пленки и относительно постоянна к гидродинамическим изменениям. Этим и объясняется относительно небольшое изменение скорости жидкости в направлении оси x по сравнению со скоростью движения поверхности границы пленка гидрата-жидкая фаза.

Преимущества данного метода утилизации фреона-12:

- 1) компактность газовых гидратов, то есть способность вмещать большие объемы газа;
- 2) возможность хранить и перевозить газ высокой концентрации при атмосферном давлении.

Произведен расчет утилизации фреона-12 с помощью газогидратной технологии.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЬНОГО ПРИНЦИПА ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК

Арзамасский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Развитие современного машиностроения накладывает все большие требования на подготовку инженера. При этом большое разнообразие различных технических систем требует от этой подготовки, с одной стороны, специализации, а с другой - универсальности. Все это приводит к изменению требований к учебным лабораторным стендам.

Одним из самых быстроразвивающихся направлений современного машиностроения является промышленная робототехника. Промышленный робот - универсальное средство комплексной автоматизации производственных процессов, с помощью которого обеспечивается быстрая переналадка последовательности, скорости и видов манипуляционных действий [1, с.7]. Они дают возможность автоматизировать не только основные, но и вспомогательные операции, чем и объясняется постоянно растущий интерес к ним [1, с.8]. При этом следует заметить, что большое разнообразие как фирм производителей, так и компоновочных схем промышленных роботов накладывают ограничения на подготовку специалистов.

Решением данной проблемы является модульный принцип построения учебных лабораторных стендов, основанный на применении независимых или мало зависимых друг от друга модулей. В результате такого подхода в процессе обучения возможно имитировать большинство различных производственных ситуаций. При этом затраты на приобретение учебных лабораторных стендов будут минимальными.

Рассмотрим данный принцип на примере промышленного робота представленного на рис. 1 [2]. В данной компоновке используется три колеса, из которых два являются ведущими и соединены с сервоприводами. Вспомогательное колесо предназначено только для опоры и может вращаться на 360° вокруг собственной оси. При необходимости число колес можно изменить на любую другую в зависимости от кинематической схемы. Аналогично можно поступать и с устройствами. Например, контроль за перемещением может осуществляться цветосветовыми датчиками, электронным гироскопом или ультразвуковым дальномером. Последний можно жестко закрепить на корпусе мобильного робота или установить на сервопривод и придать ему перемещение на определенный угол и т.д.

Данный принцип можно применять в отношении любого учебного лабораторного стенда, что повышает как мотивацию студента к обучению, так и его инженерную подготовку.

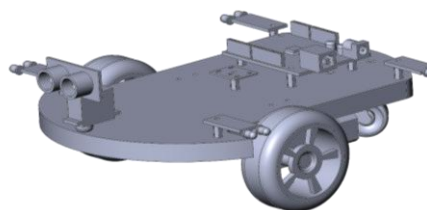


Рис. 1. Вариант компоновки мобильного робота

Библиографический список

- 1 Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы: основные типы и технические характеристики: учебное пособие – М.: КНОРУС, 2015. – 560 с.
2. Егоркин, О.В. Старов Д. А. Создание алгоритма движения мобильного робота для обслуживания гибких автоматизированных цехов// Приволжский научный вестник – № 12-2 (64) – 2016– С. 43–48.

РАЗРАБОТКА НИЗКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО МЕТОДА ОБЕССЕРИВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мировые запасы тяжелых нефтей оцениваются в количестве 750 млрд т (в России запасы составляют от 30 до 75 млрд т). Основным методом удаления органически связанной серы и переработки таких нефтей является каталитический гидрокрекинг, который протекает при температуре 350 – 400 °С и давлении 5,5 – 20 МПа. Для осуществления процесса необходимо использовать водородсодержащий газ с содержанием водорода не менее 80 об. %.

Актуальность использования низковольтной электроразрядной технологии обессеривания и деградации тяжелых компонентов нефтей и нефтепродуктов обусловлена:

- существенным снижением энергетических затрат и металлоемкости, поскольку процесс проводится при температуре до 100 °С и атмосферном давлении;
- ввиду отсутствия катализатора и водородсодержащего газа значительно упрощается технология, так как водород, необходимый для гидрирования, образуется в результате частичного разложения сырья.

Научно-техническим продуктом является энергосберегающая технология обессеривания, сопряженная с переработкой тяжелых нефтей и нефтепродуктов с получением масел, ацетиленов, углеводородной фракции, серной кислоты.

Инновационной составляющей технологической разработки является селективное воздействие низковольтных электрических разрядов на сероорганические соединения для процесса обессеривания тяжелой нефти и нефтепродуктов, совмещенного с частичным превращением тяжелых фракций в более легкие при низкой температуре и атмосферном давлении.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ В ВОЛНОВОДАХ НЕСТАНДАРТНОГО СЕЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Векторные анализаторы электрических цепей (ВАЦ) позволяют определять комплексные коэффициенты передачи и отражения активных и пассивных СВЧ устройств. Возможность решения широкого круга задач сделала его одним из основных радиоизмерительных приборов [1]. Для устранения влияния прибора на измерения используют специальную процедуру - калибровку [2, 3]. Для волноводов стандартного сечения она выполняется с помощью специального набора калибровочных стандартов с метрологическим обеспечением.

В докладе предложен новый метод калибровки 2LR для нестандартных и стандартных волноводов: полосковых линий передачи, П- и Н- образных волноводов [5, 6] и «быстрых разъемов» (например SMP). Одна из экспериментальных установок состояла из ВАЦ Rohde & Schwarz ZVA24 и поверочного волноводного набора Э9-126. В наихудшем случае достигнутая погрешность измерений составила 2%, что соответствует погрешности изготовления поверочного набора.

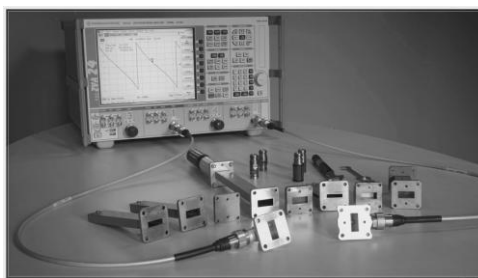


Рис. 1. Вид экспериментальной установки на базе Rohde & Schwarz ZVA24.

Результатом реализации проекта будет создание программного обеспечения для калибровки векторных анализаторов цепей. Основные характеристики:

- ПО способно работать как на отдельном ПК или ноутбуке, так и встраиваться в ПО современного анализатора цепей;
- возможность совместной работы с ВАЦ следующих производителей: Rohde & Schwarz (Германия), Keysight (США), Anritsu (Япония), Planar (Copper Mountain Technology, г. Челябинск), Микран (г. Томск);
- поддержка стандартных программных интерфейсов управления контрольно-измерительного оборудования VISA, SCPI-команды;
- поддержка стандартных аппаратных интерфейсов управления контрольно-измерительного оборудования: GPIB, LAN, USB, RS-232;
- сфера применения: разработка и производство СВЧ устройств и материалов гражданского и военного назначения;
- определение погрешности измерений в соответствии с МИ3411-2013;
- предполагаемые заказчики: предприятия, специализирующиеся на выпуске радиоаппаратуры на территории России и за рубежом.

Библиографический список

1. **Хибель, М.** Основы векторного анализа цепей. –Пер. с англ. С. М. Смольского под ред. У. Филлипп. –М.: Издательский дом МЭИ, 2009, с. 14-21,
2. **Пивак, А.В.** Губа В.Г., Иващенко И.А., Конышев А.В., МИ 3411-2013, ФГУП «СНИИМ», Новосибирск, 2013г. с. 54;
3. **Хибель, М.** Основы векторного анализа цепей. –Пер. с англ. С. М. Смольского под ред. У. Филлипп. –М.: Издательский дом МЭИ, 2009, с. 133-150,
4. **Громов, А. Г.** Расчет волноводов сложных сечений. - ИЗВЕСТИЯ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 5 выпуск 2010 г., с. 3 – 11,
5. **Ефимов, И.Е.** Шермина Г.А., «Волноводные линии передачи», М.: Связь, 1979 г., с. 76 – 84,

УДК 004.451.62

ТРОФИМОВА М.С.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЦЕССА ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМАТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы все чаще автомобилестроительный рынок заполнен зарубежными автомобилями, в то время как отечественным производителям становится труднее выдерживать нарастающую конкуренцию. Одной из главных причин сложившейся ситуации

можно назвать отсутствие у большинства отечественных автопроизводителей сертификата соответствия системы менеджмента качества международному стандарту ISO/TS 16949: 2016.

Ключевой процедурой этого стандарта является «Перспективное планирование качества продукции» (APQP) – структурированный метод определения и своевременного выполнения поставщиком всех этапов работы, которые необходимы для обеспечения требований и ожиданий потребителя автокомпонентов.

В процессе планирования и проектирования возникают большие объемы информации. В связи с этим, предлагается к применению корпоративная информационная система «APQP 1.0», позволяющая выполнять информационное сопровождение этапов разработки концепции продукции, формирования предположений о продукте и проектирования опытного образца.

Новизной информационной системы является замена наименования продукции функциональными формулами описания деталей, отражающими функциональные и конструктивно-технологические параметры автокомпонентов, что позволяет однозначно распознавать выпускаемые детали. Такая система имеет преимущество перед остальными, предоставляя возможность быстрого поиска информации о детали на этапах разработки концепции, формирования предположений о продукции и проектировании опытного образца, и в случае получения рекламации – оперативного поиска данных для устранения дефекта и предотвращения его возникновения в будущем.

Разработанная информационная система состоит из СУБД «APQP 1.0» и программы для ЭВМ «Тахон 2.0».

Применение информационной системы «APQP 1.0» обеспечит целостность и хранение:

- данных об изначальных требованиях потребителей;
- данных, формирующихся при выполнении всех этапов планирования качества внутри предприятия;
- данных от конечных пользователей продукции.

Перспективным направлением развития предложенной информационной системы является расширение ее функций с целью обеспечения сопровождения процедуры перспективного планирования качества продукции на всех ее этапах и выпуск программного продукта, предназначенного для предприятий-производителей автокомпонентов. Применение предложенной информационной системы позволит улучшить систему менеджмента качества промышленных предприятий и оптимизировать процесс планирования и проектирования продукции, что приведет к повышению конкурентоспособности отечественных предприятий автомобилестроительной отрасли.

УДК 004

ТУКМАНОВ Г.А.

СИСТЕМА ПРОЕКЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ В ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На дорогах правила регулируют локальные дорожные знаки. Человек их видит и корректирует управление ТС под конкретную ситуацию.

Любому человеку свойственно делать ошибки. Он может пропустить знак, не заметить, совершая маневр или отвлечься в нужный момент. Но некоторые знаки лучше не видеть, их состояние оставляет желать лучшего, они могут быть загрязнены, покрыты снегом, краска может элементарно слезть из-за старости или выжжена солнцем за определенный промежуток времени.

По любой из указанных причин можно упустить корректное считывание информации со знака и, в лучшем случае, это обойдется штрафом.

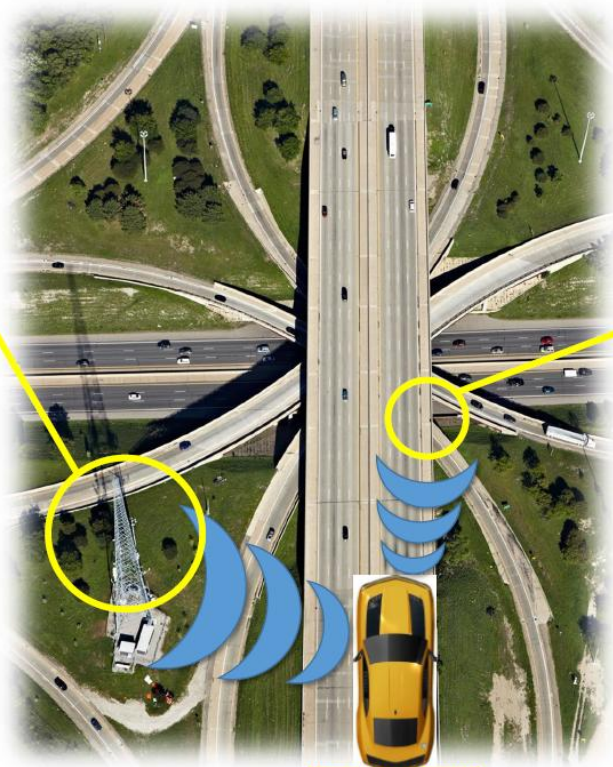
Предлагается создать систему, которая будет передавать актуальную информацию о дорожных знаках и отображать водителю на лобовое стекло. Данный проект существенно облегчит управление транспортным средством и сократит количество дорожных происшествий.

ВАРИАНТ I

**ВЫШКА СВЯЗИ.
ТРАНСЛЯЦИЯ ИНФОРМАЦИИ НА
ДОРОЖНУЮ СЕТЬ**



**ХРАНИЛИЩЕ ДАННЫХ.
СВЕЖАЯ ИНФОРМАЦИЯ О
ДОРОЖНЫХ ЗНАКАХ**



**ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ О
МЕСТОПОЛОЖЕНИИ (ГЛОНАСС)**

ВАРИАНТ II

**ДОРОЖНЫЕ ЗНАКИ.
САМОСТОЯТЕЛЬНО ПЕРЕДАЮТ
ИНФОРМАЦИЮ О СЕБЕ В МАШИНУ**



Заключение

Планируется создать тестовую версию проекта и протестировать на конкретном дорожном участке, получив положительные данные и подтвердив тем самым результативность проекта. Для реализации требуется собрать бюджет в 500 тыс руб.

УДК 66.048.3-986

УГЛОВ Н.С., ПЕТУХОВ А.Н.,
ВОРОТЫНЦЕВ В.М., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ И БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНА ЭЛЕКТРОННОЙ ЧИСТОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важнейшим исходным реагентом для производства бездефектных полупроводниковых структур SiC и Si-Ge-C в микро- и нано-электронной промышленности является метан электронной чистоты (99,99999%). Структуры на основе углерода, полученного из высокочистого метана, применяются для производства сверхбыстрых высоковольтных диодов Шоттки, МОП-транзисторов, высокотемпературных транзисторов, солнечных батарей и других составляющих электронной техники, а также применяются в стратегических областях промышленности: в производстве элементов ядерного топлива, разработке средств индивидуальной защиты. Качество и надежность этих структур и

соответственно их электрофизические характеристики сильно зависят от чистоты метана. Основными дефектообразующими примесями, входящими в состав метана, являются кислород содержащие примеси, включая сам кислород: оксиды углерода, серы и вода.

В связи с этим разработка новых и модернизации применяемых методов очистки газовых смесей является весьма актуальной. Одним из перспективных методов разделения и очистки газовых смесей является газогидратная кристаллизация (метод изоморфного соосаждения в виде газового гидрата). Условия, при которых протекает процесс газогидратной кристаллизации: температура около 0°C, небольшие значения давления. Метод обеспечивает высокую эффективность, безопасность и экологичность стадий разделения и очистки газовых смесей при относительно низких энергозатратах.

Начало процесса образования газовых гидратов связано с формированием центров кристаллизации на поверхности раздела газ – вода. Существует два случая гидратообразования: когда гидратообразователь нерастворим в воде и когда гидратообразователь растворим в воде. Процесс самопроизвольного образования газовых гидратов является многопараметрическим: учет ван-дер-ваальсовых диаметров молекул газа с радиусом полости каркаса; учет минимального давления образования гидрата; учет низкое давление паров воды над решеткой газового гидрата и других параметров.

Целью настоящей работы является разработка энергоэффективной и безотходной технологии получения метана электронной чистоты, на основе совмещенного метода, включающего мембранное газоразделение и газогидратную кристаллизацию. Этот новый способ позволяет предотвратить концентрирование газовых примесей при образовании газовых гидратов. А примеси, сконцентрировавшиеся в газовой фазе в кристаллизаторе, будут удаляться методом мембранного газоразделения.

Был проведен расчет математической модели для двух- и трехкомпонентных систем на основе метана. Были выбраны оптимальные параметры гидратообразования. Была спроектирована установка для мембранного разделения газовых смесей с кристаллогидратным блоком.

УДК 628.944

УСОВ С.П., ПЯТИГИН С.Ю., ОБРЕЗКОВА В.Е.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОНОМНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Приведем краткое описание многофункционального, автономного, светодиодного светильника.

Характеристики устройства. Основа - ESP8266 микроконтроллер производителя Espressif с интерфейсом Wi-Fi. Для освещения использованы светодиоды RGB (типоразмер: PLCC6, 5050, максимальный световой поток ~390 люмен.). Питание - аккумулятор от компании Energy Technology Co. Ltd (1800 мАч.); корпус размером 70x70x70мм (рис. 1.) из монолитного матового поликарбоната; управление можно осуществлять через приложение на смартфон (Android 2.2 и выше) или через WEB интерфейс; также для управления без дополнительного устройства (смартфон, компьютер) установлены датчики освещенности, вибрации, звука, вибро-мотор; время работы от 5 до 15 ч.

Устройство можно синхронизировать по Wi-Fi с интернетом. Подгружать данных о погоде, курсе валют, событиях и соответствующим образом, предварительно определив цвета, сигнализировать. Управление звуком будет работать, если нет сильных посторонних шумов. Если шумы есть, то управлять можно жестами. Устройство может сопровождать музыку, музыкальный инструмент или голос. Цвет будет меняться в зависимости от такта,

темпа, частоты, аккордов и других музыкальных характеристик. Поданным с датчика освещенности определяется режим работы. Радиус работы по каналу Wi-Fi до 300 м (50 м уровень сигнала 82 dBm.).

Основанной задачей было сделать высокотехнологический современный продукт.



Рис. 1. Корпус светильника

УДК 539.1.05

ЧЕРНИКОВ А.Ю.

ЦЕНТРОБЕЖНАЯ УСТАНОВКА ИЗУЧЕНИЯ ФРАКЦИЙ ВАКУУМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Предлагается установка для экспериментального поиска возможной тонкой невещественной структуры вакуума, состоящей из частиц мельче атома. Она состоит из длинной, порядка 2 м стеклянной трубки, из которой откачан воздух, которая вращается электродвигателем. Предполагается, что при этом будут образованы фракции частиц вакуума, которые мельче всех известных известных элементарных частиц. Вдоль трубки при вращении пропускаются цветные лучи света, их прохождение регистрируется видеокамерами. Фракции частиц вакуума предполагается выявить путем прохождения через них цветных лучей света. Предполагаемые изменения лучей на границе фракций:

- преломление лучей света на границах раздела фракций;
- поглощение света на границах раздела фракций;
- изменение цвета светового пучка на границах раздела фракций;
- изменение яркости лучей на границах раздела фракций;
- отсутствие видимых изменений.

В случае обнаружения изменений на границе фракций прибор может быть куплен многочисленными учебными лабораториями в университетах для подтверждения опыта студентам, метеостанциям для предсказания погоды, научным лабораториям для биофизических исследований, в частности для поиска корреляций размеров фракций и скорости их осаждения с движением небесных тел.

Краткое описание установки. Индикатор уровней организации вакуума, вращающийся на центрифуге, изолированный от внешнего света сосуд с несколькими отделениями, в том числе отделение с возможностью приема света. Этот отдел отличается тем, что имеет три отделения, в одном из которых закреплена видеокамера или фотокамера с возможностью вычисления по ее кадрам скорости перемещения границ между уровнями и коэффициентов преломления лучей на этих границах. Кроме того, отделение с вакуумом может содержать в

дистальном конце турбомолекулярный вакуумный насос для работы в воздушной среде или среде иной атмосферы. Отделение с вакуумом для приема света может иметь длину более 1 м и содержать несколько расположенных в ряд видеокамер или фотокамер.

УДК 66.081.6-278

ЯНБИКОВ Н.Р., АХМЕТШИНА А.И., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ АГРЕССИВНЫХ ГАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с нарастающими энергетическими и экологическими проблемами природный газ выступает в качестве чистого альтернативного источника энергии и химического сырья и его потребление в мире стремительно увеличивается. Однако существует необходимость очистки природного газа от примесей кислых газов, к которым относятся в основном, диоксид углерода и сероводород, которые оказывают коррозионное воздействие на трубопроводы и уменьшают срок службы оборудования.

Самый простой способ удаления кислых газов - это абсорбция с использованием специальных химических соединений – аминов. Аминовая очистка-это достаточно эффективный метод имеющий, ряд недостатков: высокая коррозионная активность самих аминов, дополнительные затраты, связанные с улавливанием и регенерации сорбента, деструкция (вследствие чего возникает необходимость в постоянном обновлении абсорбента). Поэтому на сегодняшний день задача поиска и создания новых абсорбентов с низкой коррозионной активностью и малой летучестью актуален.

На протяжении последних десятилетий наблюдается рост внимания к использованию ионных жидкостей (ИЖ) для процессов разделения различных соединений. Синтез ИЖ осуществляется с применением коммерчески доступных материалов. В настоящее время наибольшую эффективность разделения кислых и постоянных газов достигнута для полимерных ИЖ, которые сочетают технологичность переработки, термическую стойкость, высокую прочность с превосходными газотранспортными характеристиками.

Одна из новых областей применения ИЖ возникла в ходе исследований их сорбционных свойств по отношению к различным газам, и она связана с мембранными процессами разделения и очистки газов. Данная технология легко масштабируется, процессы протекают при комнатной температуре, является экономичной и экологичной по сравнению с традиционными методами, такими как дистилляции, кристаллизации и сорбция. Основной задачей в области разработки новых газоразделительных мембран является достижение высоких значений проницаемости и селективности в одном материале. Предлагаемая нами технология способна интегрироваться в существующие схемы очистки газа.

Уже существуют примеры модернизации химических производств. Например, компания AirProducts уже вышла на рынок оптимизации производства аммиака путем применения мембранных технологий. Их ниша – интеграция своих мембранных систем в существующие установки синтеза аммиака. Но они не обладают технологией для разделения систем содержащих кислые газы. Таким образом, на основе их опыта мы способны разработать свою технологию модернизации существующих производств.

Результатом проекта будет ряд научных инноваций и технических решений в области гибридных мембранных процессов газоразделения, в которых мембранная технология будет совмещена с другими традиционными процессами разделения (каталитические процессы, дистилляция, ректификация), будут созданы новые мембранные материалы с повышенными эксплуатационными характеристиками (термостабильность, химическая стойкость, срок службы). Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ, проект 15-19-10057.

Философско-методологические проблемы технознания

УДК 1/14.167

АНДРЕЯНОВ Д.Е., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ФЕНОМЕН МАШИННОГО ТВОРЧЕСТВА: ИСКУССТВО ИЛИ ИМИТАЦИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Искусственный интеллект (ИИ) сегодня применяется в различных областях деятельности: медицине, развлечениях, науке, поисковых интернет-сервисах, распознавании речи, в управлении сложными процессами, в том, числе, управлении автомобилями. С каждым днем его влияние на человеческую жизнь неуклонно возрастает, что актуализирует *междисциплинарные проблемы*. Однако отмеченные сферы применения ИИ относятся к категории слабого ИИ [1]. Согласно этой версии, ИИ решающий данные задачи, есть *алгоритмизированный программно-аппаратный продукт*, «заточенный» на узкоспециализированную задачу, не способный к пониманию ее сути.

Представляется перспективным обращение к *категории сильного искусственного интеллекта*, что выводит на обсуждение проблем творчества, прежде всего, искусства. До сих пор творчество однозначно было привилегией человека. Чтобы создать стихотворение или написать картину, сочинить музыкальную композицию или изваять скульптуру, нужно не только уметь пользоваться цветом, владеть линией, знать ноты или законы стихосложения, т.е. все тонкости мастерства владения премудростями того или иного искусства. *Самое важное в творчестве* – это понимание того, что стоит за изображением, словом, звуком, т.е. формой. Это «что стоит или что скрывается за/под формой» есть *смысл*, вкладываемый в произведение. Недавно популяризировались сервисы, преобразовывающие одно изображение (фото) в стиле другого изображения. Например, берем свое фото, добавляем стиль картины Ван Гога «Звездная ночь» и на выходе получаем собственное лицо из звезд, луны, облаков на фоне ночного неба. Если взять «Супрематическую композицию» Казимира Малевича, то вместо глаз получим квадраты, а овал лица будет из прямых разноцветных линий, строгих цветов. Другой пример – это сервис Яндекс, где автор-поэт конструирует стихи из запросов интернет-пользователей. Некоторые результаты похожи по стилю на творения Пушкина или Маяковского, хотя, по сути, представляют полную бессмыслицу. Следующий пример – это американский стартап, в котором И.И. пишет уникальную *некопирайтную музыку*, за использование которой не надо платить правообладателям той или иной композиции. Так же существуют примеры работы И.И. над созданием конструкций для строительства мостов. На выходе получаются необычные формы и сплетения элементов, но по прочности и масса-габаритным показателям эти конструкции превосходят привычные балки и перекрытия.

Таким образом, ИИ постепенно осваивает области деятельности, традиционно считающиеся не доступными для него. Сегодня это больше похоже на подражание и имитацию человеческой деятельности. Но, если верить прогнозам Ника Бострома [1], то появление *сильного искусственного интеллекта* уже не за горами. Возможно, что столкнуться с ним человечеству доведется уже в двадцать первом веке. Поэтому уже сегодня необходимо задуматься над тем, что останется недоступным для ИИ, и сможет ли человек сохранить за собой первенство в сугубо человеческих областях творчества. Территория *междисциплинарных*

проблем – это территория дискуссий как раз по этим пограничным проблемам, на которые нет очевидных ответов. Очевидно пока только одно: «будущее наступает сегодня» [3, с. 614].

Библиографический список

- 1. Серл, Дж.** Открывая сознание заново; пер. с англ. АФ. Грязнова. – М.: Идея-Пресс 2002.– 256 с.
- 2. Бостром Н.** Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. Перевод на русский язык: С. Филина. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 496с.
- 3. Чернышев, Р.С., Михайлова Т. Л.** Искусственный интеллект как явление культуры, или будущее наступает сегодня /Будущее технической науки. Сборник материалов XV международной молодежной научно-технической конференции. 2016. – С. 613-614.

УДК 1/14.167

АНДРЕЕВА А.В.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Качество образования – это принципиально важный вопрос, влияющий не только на интеллектуальный потенциал подрастающего поколения, но и на будущее страны в целом.

В современном образовательном процессе есть ряд проблем, таких как вербализм, низкий уровень способности у школьников и студентов к мышлению и как следствие, отсутствие творческой инициативы от учащихся. Здесь мы говорим о мышлении как о процессе, посредством которого формируется знание и потом используется.

Одно из нововведений в современном образовании – проведение единых государственных экзаменов в средних учебных заведениях, неотъемлемой частью которых является тестирование. В связи с этим форма контроля знаний в виде тестов повсеместно вытесняет другие важные формы: устные опросы, практические и лабораторные работы. Тестирование хоть и является удобным для контроля знаний, но лишает учащегося возможности широко мыслить и новаторски решать поставленные задачи.

Вследствие недостаточного развития таких трудновосполнимых навыков, как способность к мышлению, анализу и сопоставлению информации, отсутствует понимание физических явлений и процессов. При переизбытке информационных ресурсов у современных учащихся возникают трудности в работе с большим объемом информации. Школьники и студенты зачастую не имеют инструмента, благодаря которому можно получать и генерировать новые знания.

Следовательно, в образовательном процессе учащиеся должны переходить из пассивного заучивания материала в активный деятельностный план по получению знаний, а также необходимо использовать различные формы подачи материала и контроля знаний.

ПОВЫШЕНИЕ ПУБЛИКАЦИОННОГО РЕЙТИНГА ПРЕДПРИЯТИЯ В РИНЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ SCIENCE INDEX ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ

ОКБМ Африкантов

В современной России при оценке результативности науки все шире используются наукометрические показатели. В частности, для участия в Федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» в конкурсных документах необходимо приводить количество публикаций и число цитирований за последние пять лет, а также индекс Хирша по данным трех основных баз данных: Web of Science, Scopus и Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Российский научный фонд также предъявляет определенные требования к числу статей в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Российская академия наук разработала комплексный индикатор – показатель результативности научной деятельности (ПРНД), определяемый на основе учета числа статей, импакт-факторов журналов и других показателей. Существуют ресурсы, содержащие основные наукометрические показатели деятельности отечественных ученых: например, проект «Кто есть кто в российской науке» и министерская «Карта российской науки».

Таким образом, учет наукометрических показателей является важнейшей задачей для научных и научно-производственных организаций.

В ОКБМ Африкантов в 2016 г. была предложена и реализована инициатива по системной работе с информационно-аналитической базой по публикациям российских ученых Science Index на платформе РИНЦ. В ходе работы было отмечено большое количество некорректных данных, отраженных в РИНЦ без участия специалистов нашей организации, например, неправильная «привязка» публикаций, неправильное наименование организации, ведущих к снижению публикационного рейтинга.

После заключения договора и получения расширенного доступа к базе была проведена работа по регистрации сотрудников, занимающихся научной деятельностью, проверены имеющиеся публикации АО «ОКБМ Африкантов» и добавлены отсутствовавшие. В частности, были добавлены профили авторов-соискателей ученых степеней. Была реализована «привязка» цитирований авторов-членов диссертационного совета (ЧДС), а также номинантов на премии. Были добавлены записи об англоязычных переводах статей. Созданы профили генерального директора-генерального конструктора Д.Л. Зверева и основателя АО «ОКБМ Африкантов» И.И. Африкантова. Создание ретроспективного профиля было приурочено к столетию со дня рождения Игоря Ивановича.

В результате проведенной работы наукометрические показатели существенно улучшились. Число публикаций, привязанных к профилю ОКБМ, выросло с 286 до 681, число цитирований, ранее не доходившее до 500, превысило отметку в 1300, число зарегистрированных авторов возросло с 56 до 153 (по состоянию на 31 марта 2017 года).

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ПРОРЫВ БУДУЩЕГО КАК ТОТАЛЬНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ (ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ПАРАДИГМЫ Т.КУНА)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача тезисов – выяснить, что нас ждет в ближайшем будущем с микропроцессорной индустрией? Произойдет ли тотальная смена парадигм и научная революция в технической сфере? Ответить на эти вопросы поможет методология Т. Куна [1]. С точки зрения методолога, *научная революция* – это эпистемологическая смена парадигмы. *Парадигма* – это не только «признанные всеми научные достижения» или текущая теория, но и целостное мировоззрение. Основная движущая сила науки – люди, формирующие *научное сообщество*, объединяемые признанием теории, а не то, что репрезентирует только внутреннюю логику развития науки [2]. Смена парадигм в дисциплинах есть «научная революция», или некий «сдвиг парадигмы».

В последние десятилетия межпроцессорная техника стала неотъемлемой частью науки, техногенного мира в целом. *Первый микропроцессор был изобретен в 1970 году одним из инженеров компании Intel*, до сих пор являющейся одной из развитых мировых компаний [4]. Научные знания об интегральных схемах росли, уменьшались размеры схем, увеличивалось быстродействие, возрастал срок использования – происходила *эволюция* современной техники, ее совершенствование. Микропроцессорные схемы выполняются на транзисторах, размер которых за полвека снизился в тысячи раз, что увеличило скоростью действия техники, другие ее положительные качества. Но все имеет предел, в 2016 году были выпущены микропроцессоры с размеров транзисторов, равным *14 нанометров* [4]; миниатюрнее сделать уже не имеет смысла в силу электрических и физических законов.

В течение десятилетия планируется запустить микропроцессоры, которые будут работать на частотах в миллионы герц, а число транзисторов на одном кристалле составит миллионы. Более производительные интегральные схемы в будущем откроют возможность создания любых вещей на технике в неограниченном количестве. Протяженность многослойных межсоединений, выполненных на кристалле с огромной точностью, составит более километра [3]. То, что будет происходить в будущем с микропроцессорной индустрией, – это прорыв человечества. Это и есть «научная революция» в этой сфере. Для обозначения прорыва вряд ли стоит использовать термин «цифровая эра»; он устарел. Независимо от терминологии, будет возникать вопрос: «Какие же еще препятствия встретятся на пути прогресса?» Время покажет...

Библиографический список

- 1. Мындреску, А.В., Михайлова, Т.Л.** Эвристический потенциал книги Томаса Куна «Структура научных революций в формировании специалиста по направлению «информационный сервис» – Будущее технической науки. Материалы XIV международной молодежной научно-технической конференции. 2015.– С. 581-582.
- 2. Кун, Т.** Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977.– .300 с.
- 3. Новиков Ю.В.** Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники //www.eknigi.org
- 4. Гусев, В.Г.** Электроника и микропроцессорная техника //www.mexalib.com

**ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
ПРОГРЕССА И РАЗВИТИЯ**

Нижегородская государственная медицинская академия

Научно-технический прогресс оказывает активное влияние на все сферы материальной и духовной жизни общества, а также вызывает необходимость изменений в обществе. Наука занимает центральное место в развитых странах. Научные открытия и изобретения очень быстро находят практическое применение и повышают качество жизни людей. Но научно-технический прогресс имеет и обратную сторону.

Развитие технологий увеличивает риск возникновения катастроф планетарного масштаба. Последствия индустриального развития оказывают влияние на все слои населения, включая те, до которых не доходят блага цивилизации (в том числе страны третьего мира и низшие слои населения). Активно истощаются природные ресурсы, которые не успевают восстанавливаться в процессе их потребления человеком. Нарушается экология. Вода, воздух и земля загрязняются с каждым годом все сильнее. Это сказывается на флоре и фауне планеты. По данным Международного союза охраны природы, за последние 500 лет полностью вымерло 844 вида животных и растений. В докладе Всемирного фонда дикой природы (WWF) «Живая планета» приведены статистические данные, по которым численность позвоночных животных сократилась в 2 раза за 40 лет, численность популяций пресноводных видов - на 76%, а морских и наземных на 39% [1]. В XXI в. уже вымерло шесть видов животных. Это наглядно показывает, как сильно активное увеличение темпа роста промышленности сказывается на экологии.

Есть мнение, что вложения в науку многократно превышает полученную от нее пользу. Эти вложения нельзя измерить деньгами. Стремительное развитие науки приводит к разрушению экосистемы планеты.

Для мирового сообщества важными являются этические аспекты, из-за которых они призывают отказаться от ряда исследований, таких как: трансплантация, искусственное оплодотворение, клонирование и многое другое. Поступают предложения отказаться от таких методов как опыты на животных и людях. Это происходит из-за того, что этические нормы науки часто не сопоставимы с общечеловеческими – они выходят за рамки гуманизма.

Протест общественности мешает развитию технoзнания. Он порождает митинги и петиции против развития новых проектов и за закрытие уже начатых. Этому активно способствуют средства массовой информации, которые позволяют придать процессу массовый характер. Так как большинство проектов определяет альтернативы будущего всего человечества и его неблагоприятные последствия коснутся каждого, то они должны обдумываться и определяться не элитарной группой людей, а всем населением на референдумах. Люди должны чувствовать ответственность за свои действия и соизмерять возможную пользу и риски от нововведений.

Необходимо найти компромисс между развитием технологий и сохранением экологии, а также этикой. Для этого важно создание большего количества международных организаций для тесного сотрудничества различных стран в данной области. Важен поиск новых технологий для уменьшения пагубного влияния на экологию и «гуманизацию» их тестирования.

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Трудовая деятельность в жизни людей занимает большую часть времени. Одной из ее особенностей является то, что она требует осуществления совместных усилий для реализации поставленных целей. Деятельность может быть как коллективной, так и индивидуальной. Результативность деятельности зависит от многих факторов. Каждый человек обладает индивидуальным комплексом качеств и справляется с поставленными задачами по-разному. В настоящее время много исследований посвящено изучению гендерных различий.

Половая принадлежность разделяет все человечество на две большие группы. Естественно, что в основе разделения лежат морфологические особенности. Экспериментальные исследования показывают, что особенности половых различий не определяют эффективность труда. По результативности трудовой потенциал среднестатистической женщины и среднестатистического мужчины практически не отличаются. Отличия присутствуют в особенностях мотивации, в способах выполнения работы, в значении условий труда.

Женщины менее склонны к снижению усилий при работе в группе, так как не склонны перекладывать ответственность на других, они больше ориентированы на взаимодействие [1, С.254]. Мужчины лучше справляются с моторными и пространственными заданиями, а женщины лучше справляются там, где необходимы вербальные способности.

Изменения в обществе и развитие технологий постоянно изменяют уровень возможностей и доступность различных профессий для различных групп населения. Политика равенства полов позволила женщинам реализовывать свой потенциал в профессиях, которые до этого были для них закрыты. Руководящие позиции чаще занимают мужчины. С патриархальной точки зрения женское лидерство осуждается, а с позиции феминизма женщины более способны к лидерству. Эксперименты показали, что на различных уровнях управления эффективность руководителей мужчин и женщин различна. На линейном уровне, требующем технических способностей, лучше управляют мужчины, а там, где руководителю нужно проявлять умения межличностного взаимодействия, женщины проявляют себя более эффективно [1, с.262].

Вне зависимости от того, что мужчины часто занимают управляющие позиции, часто возникает вопрос - на основании чего они принимают решения. И здесь можно наблюдать, что часто определяющее влияние на них оказывают близкие женщины. Так же можно наблюдать и обратное влияние.

Социальная среда, в которой растет и воспитывается человек, так же оказывает большое влияние на дальнейшее восприятие трудовой деятельности и на ценности определенных видов деятельности. Половая идентичность формируется последовательно в процессе взросления. Культура и воспитание оказывают большое влияние на формирование видения образа себя в обществе. Закладываются определенные модели поведения, которые затем транслируются и в межличностных отношениях и в работе.

Современные исследования показывают, что проблема изменения гендерных стереотипов затрагивает все стороны жизни и деятельности человека, и ее необходимо рассматривать в различных плоскостях и во взаимосвязи с другими социальными проблемами.

1. Бендас, Т.В. Гендерная психология: Учебное пособие /Т.В. Бендас– СПб.: Питер, 2006, - 431 с

ИДЕАЛИЗАЦИЯ В МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

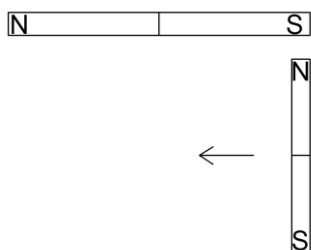
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сейчас все больше актуален вопрос качества выпускаемых ВУЗами нашей страны специалистов. Проблема заключается в том, что процесс обучения носит информационный характер. В образовании должна быть направленность на познавательную деятельность, а не информационную. Необходимо в ходе образовательного процесса передавать знания. Информация же знанием не является. Знания – это двухплоскостная структура: объективное содержание \rightleftharpoons знаковая форма. Знаковая форма держит (содержит) объективное содержание. С помощью рассуждения (не вывода, который есть работа по правилам оперативной системы) конструируется знаковая форма за счет действий с реальными объектами либо с онтологической картиной (идеализация объекта). Получение знаковой формы возможно за счет использования действий сопоставления и отнесения. В результате познавательной деятельности осуществляются действия сопоставления, которые являются дискретно (реально) осуществляемыми операциями (например, конкретные значения давления и объема). Действия отнесения предполагают непрерывное отношение между объектами, которые реально не производятся (обобщение на весь диапазон изменения параметров).

В качестве демонстрации применения действий сопоставления и отнесения рассмотрим вывод второго уравнения Максвелла в дифференциальной форме.

Проведем эксперимент. Закрепим магнит горизонтально. Другой магнит, закрепленный от разворота, перпендикулярно первому будем проводить от одного конца к другому, измеряя значения силы через равные участки пути. В результате **действия сопоставления** увидим, что распределение сил с правой и левой стороны одинаково по модулю, но противоположно по направлению. Перейдя от силы к напряженности магнитного поля, получим аналогичное распределение.

Проведя действие отнесения, **утверждаем**, что для каждого магнита картина будет одинакова. Поскольку напряженность векторная величина, то сумма ее по контуру будет равняться 0, т.е. $\text{div } \mathbf{H} = 0$, для каждого магнита!



В образовательном процессе преподавателю необходимо систематически и регулярно демонстрировать процедуры и операции, которые используются в познавательной деятельности, и ставить студентов в ситуацию необходимости усвоения и демонстрации этих процедур.

**ИНЖЕНЕРНОЕ СООБЩЕСТВО: СУБЪЕКТ КРИЗИСА
ИЛИ СУБЪЕКТ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ?**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (ДПИ)

Инженерия в своем историческом развитии демонстрирует нарастание эффективности и могущества, которые оборачиваются кризисом. Оценивая ее современное состояние и перспективы, часто используют предписания: «должны», «необходимо работать», «требуется». Это относится не только к развитию экологического мышления, необходимости этического отношения к использованию техники, но и к осознанию кризисных моментов техногенной цивилизации и инженерной деятельности в ее нынешнем состоянии [1]. Кто же, однако, выступает субъектом целеполагания и ответственности? Если об инженерии ныне говорят как об основной деятельности, связанной с созданием техники, то логичен вопрос о субъекте этой деятельности и, соответственно, субъекте ответственности за ее результаты.

В качестве такого субъекта рассматривается отдельная личность, носитель профессиональной деятельности. Роль личности, задачи личностного развития и осознания принципиальной ответственности за свою деятельность и ее результаты, акцентируется немецким философом техники А. Хунигом [2, с.416]. Однако этот автор обращается к выпускникам технического вуза как людям, объединенным не только общей по содержанию деятельностью, но и общими ценностями (которые ему видятся гуманистическими). Вопрос об ответственности предполагает вопрос и об инстанциях контроля, сообществах специалистов и общественных институтах [2, с.417]. Итак, перед нами не только индивидуальные, но и коллективные субъекты. Последние приобретают особое значение в самой инженерной деятельности в связи с ее внутренним многообразием (изобретение, проектирование, конструирование, изготовление и внедрение инженерного объекта, эксплуатация, оценка функционирования). Общность целей и интересов, осознание производственных, экономических и социальных задач не могут, на наш взгляд, сформироваться вне самого профессиональных объединений. Эти задачи и выполняют сообщества инженеров.

Русское техническое общество (1866-1929) решало просветительские, практические, образовательные задачи, ориентируясь на обсуждение и решения как собственно технических или промышленных, так и социальных вопросов. Научно-технические общества СССР, со временем охватившие все отрасли промышленности, призваны были содействовать творческой инициативе работников. В связи с новой ситуацией в обществе и промышленности, задачи консолидации инженеров и представления их интересов ставит Российский союз инженеров [3].

Инженерное сообщество современной России все еще в процессе формирования. В свете проблем современной инженерии важно, чтобы это было формирование субъекта социально-ответственной технической деятельности, способного к переосмыслению самого технического прогресса.

Библиографический список

- 1. Философия техники: история и современность.** Монография. Институт философии РАН. Отв. ред. В. М. Розин. – М., 1997 [Электронный ресурс] URL: <http://gtmarket.ru/laboratory/basis/3369/3375>
- 2. Хуниг, А.** Инженерная деятельность с точки зрения этической и социальной ответственности// Философия техники в ФРГ. – М.: Прогресс, 1989. С. 404-419.
- 3. Российский союз инженеров.** Официальный сайт URL: <http://www.российский-союз-инженеров.рф>

О ЗАМЕДЛЕНИИ ЭВОЛЮЦИИ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ – ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ КРИТИЦИЗМА КАРЛА ПОППЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача тезисов – выяснить, что происходит сегодня с развитием микропроцессорной техники? Приостановилось ли развитие того, за что человечество бьется уже столетие? И верно ли, что без прогресса микропроцессорной техники мир вернется назад? Приблизиться к ответу поможет методология К. Поппера [1]. Согласно философу, любое утверждение, которое не может быть фальсифицировано, – не есть научное. По его мнению, мы должны стремиться не к тому, чтобы подтвердить ту или иную теорию, а к тому, чтобы опровергнуть ее. До тех пор, пока мы не можем это сделать, теория потенциально считается истинной, даже если понятие истины, ее критерия – неопределенные. Таким образом, научная теория в любой сфере, будь то физика или микроэлектроника – должна проходить фальсификацию.

Микропроцессорная индустрия начала стремительное развитие с 1970 года. [2] Первый микропроцессор был изобретен американским инженером-электронщиком Маршианом Эдвардом Хоффом на базе процветающей компании INTEL. Именно тогда началась новая эра в развитии электроники и робототехники. Ежегодно индустрия микропроцессоров набирала обороты, и человечество сложно представить без быстродействующих компьютеров. В 2016 г. выпущены микропроцессоры, включающие транзисторы величиной в 14 нанометров, что есть абсолютный рекорд, учитывая, что размер первых транзисторов на микропроцессорах был 0,8 микрон [2]. Но у всего есть предел: если они будут размером менее 14 нанометров, то база будет пропускать заряд в закрытом состоянии, и транзистор будет работать некорректно. Сегодня наблюдается осязаемое замедление эволюции микропроцессоров, но есть ли это ухудшение? Или это не принципиально? В потребительском обществе люди постоянно улучшают гаджеты. В сознании потребителя есть стереотип: чем дороже гаджет, тем он быстрее по скорости. Фальсифицировать это можно посредством познания сущности микропроцессорной техники. Замедление скорости гаджетов произошло около шести лет назад, когда микропроцессоры выпускались на транзисторах размером 45 нанометров.

Подводя итог, можно отметить, что замедление эволюции микропроцессорной техники происходит, и, вероятно, оно растянется на несколько десятилетий, но говорить, что эволюция остановилась, нельзя. В ближайшем будущем ожидается революция в микропроцессорной технике, а это просто подготовительный этап к ней, ибо эволюция и революция – соотносимые моменты любого развития.

-
1. **Поппер, К.** Предположения и опровержения: Рост научного знания. – М.: ООО «Изд-во АСТ» НПП «Ермак», 2004. – 638 с.

ТВОРЧЕСТВО В КОНТЕКСТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИЛИ О МЕТОДОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТРУМЕНТАРИИ ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Развитие информационно-коммуникационных технологий актуализирует вопрос: убивают ли они творчество или, наоборот, стимулируют его? С одной стороны, происходит увеличение их сложности; все большая разветвленность приводит к появлению альтернативных путей создания нового. С другой стороны, человек использует то, что изобрели другие, но происходит ли при этом деградация творчества? Творчество – это деятельность, порождающая нечто качественно новое, никогда ранее не существовавшее, ценное не только для человека, но и для других. Понятие сложности используется для обозначения неоднозначного и многомерного явления [1, с.575]. В науке этим понятием обозначают высокоорганизованные, многоэлементные, открытые, динамические, нелинейные структуры. С термином «сложность» связывают понятие синергетики как междисциплинарного направления, ставящего в качестве задачи познание общих закономерностей и принципов, лежащих в основе процессов самоорганизации систем разной природы. Наличие синергетических свойств в такой системе есть маркер творческого развития, обусловленного онтологическими детерминантами. Системы, способные к самоорганизации, – это открытые нелинейные системы, именно нелинейность создает множество путей эволюции системы.

Открытость системы обозначает, что она имеет вход и выход, в ней происходит обмен энергиями, т.е. связь с внешним миром. Один из примеров открытой системы, в которой прослеживается проявление синергетики в технауче, – Open Source Software; это программное обеспечение с открытым исходным кодом. Код для программиста – ядро его деятельности [2]. Исходный код таких программ доступен для просмотра, изучения и изменения, что позволяет пользователю принять участие в ее доработке. Суть доработки состоит в использовании кода для создания новых программ, исправления в них ошибок посредством: а) заимствования исходного кода при условии совместимости лицензий; б) изучения использованных алгоритмов, структур данных, технологий, методик и интерфейсов. При этом система является еще и сетевой, что есть маркер взаимодействия совокупности объектов, связанных друг с другом.

Ярким примером Open Source является GNU/Linux – ядро для Unix-подобных операционных систем. Изначально Linux разрабатывалась Линусом Торвальдсом «для забавы», как он сам говорит в книге «Just for fun», т.е. это был просто творческий проект одного человека. Так как это был открытый проект, о нем узнали другие и по собственной инициативе принялись расширять, совершенствуя его; возникли ответвления в дистрибутивы. Сегодня в проекте задействованы миллионы, и каждый вносит вклад в развитие Linux, взаимодействуя с остальными разработчиками. Так, система, написанная одним человеком, развивалась многими, став в глобальном смысле саморазвиваемой. Эти люди не простые потребители, каждый привносит творческий вклад в общее дело. Бинарная оппозиция «открытость-закрытость» для исследования кооперативных эффектов творчества становится методологическим инструментарием [3]. Открытость интернет-среды и происходящие в ней кооперативные эффекты как результат кооперации сосуществующих проектов, – описываются синергетикой, а аутопойезис есть инструмент объяснения когнитивной деятельности программиста [4, с.32], совершенствующего творческий проект Л. Торвальдса. Для исследования «кооперации» проектов как проявления творчества в новой среде необходима системная методология в ее разных вариациях [5, с.6].

Подведем итог. Развитие технологий могло бы привести к снижению интереса к творчеству вследствие их доступности. Но этого не происходит, ибо природа человека такова,

что он преобразует среду, а развитие коммуникаций – условие поиска единомышленников, обогащающих исходную идею новыми вариантами решений, усложняя тем самым систему, обозначая непредсказуемый, путь развития. В этом сила «коммуникативного» как ресурса, а «коммуникационного» как средства, усиливающего этот ресурс. Тайна коммуникации – в сплетении коммуникационного и коммуникативного начал [6, с.574], составляющих сущность коммуникации.

Библиографический список

- 1. Груздева, Ю. А., Михайлова, Т.Л.** Техническое через призму бинарной оппозиции «сложность – простота» //Международный студенческий научный вестник. 2016. № 3- 4. – С. 575-577.
- 2. Чернобаев, Е.Д., Михайлова, Т.Л.** «Чистый код как искусство», или о глубинных тайнах коммуникации // Международный студенческий научный вестник. 2016.№ 3-4. – С. 597-600.
- 3. Михайлова, Т.Л.** Бинарные оппозиции аутопойетической системы: формирование новой системной парадигмы Н.Луман //Известия Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2008. Т. 22. – С. 222-229.
- 4. Михайлова, Т.Л.** Аутопойезис как способ моделирования психических и социальных систем //Вестник Вятского государственного университета. 2009. Т. 4. № 3. – С. 30-35.
- 5. Михайлова, Т.Л.** Новая системная парадигма как методологическая основа управления социальными и информационно-коммуникативными системами // Вестник НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Серия: Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. 2009. № 1. – С. 6-20.
- 6. Глушко, В.В., Михайлова, Т.Л.** Коммуникационное VS коммуникативное //Международный студенческий научный вестник. 2016. № 3-4. – С. 573-575.

УДК 1/14. 167.004

КАНЕВ О.К., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ГИПОТЕЗА И ИНТУИЦИЯ КАК БАРЬЕРЫ НА ПУТИ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Могут ли машины мыслить? Данным вопросом, впервые поставленным Аланом Тьюрингом в 1950 году [1], задаются многие мыслители конца XX-начала XXI века. На базе горячих споров сформировалось две основные гипотезы: сильного и слабого искусственного интеллекта (ИИ). Согласно первой, вычислительные машины могут обрести способность мыслить и осознавать себя, хотя не обязательно данный мыслительный процесс будет подобен человеческому. Вторая гипотеза отвергает такую возможность, допуская лишь использование более совершенных вычислительных способностей компьютеров для обработки огромных массивов различной информации. Исходя из описания обеих гипотез, очевидно, что подразумевается под сильным и слабым ИИ. Если слабый ИИ представляет весьма мощный вычислительный инструментарий, то сильный ИИ является формализованной моделью мыслительной деятельности человека. Среди исследователей ИИ есть договоренность относительно перечня свойств, которыми должен обладать сильный ИИ. Перечислим их а) принятие решений, использование стратегий, решение головоломок и действия в условиях неопределенности; б) представление знаний, включая общее представление о реальности; в) планирование; г) обучение; д) общение на естественном языке; е) объединение всех этих способностей для достижения общих целей [2, 3, 4].

Как видно из перечня потенциальных свойств, в модели отсутствует креативная составляющая мыслительной деятельности. Следовательно, сильный ИИ способен оперировать накопленной базой знаний или даже синтезировать новые знания на основе имеющихся логическим путем, но он не способен делать предположения или создавать нечто новое. Это, в свою очередь, свидетельствует о том, что в силу ограниченности данной модели машина не будет способна рассуждать, ибо процесс рассуждений в ситуации с высокой энтропией предполагает выдвижение гипотез, а также включение интуиции для принятия решения, что есть неотъемлемые атрибуты мышления. Возникает вопрос, каким образом имитировать процесс генерации идей? В качестве начальных условий машина имеет знание о незнании, так как в накопленной базе знаний отсутствуют сведения, из которых можно было бы что-то вывести прямо или косвенно. Так, машина попадает в тупик. Человек в этих ситуациях начинает либо фантазировать, либо проецировать текущую проблему на поля других предметных областей, пытаясь решить проблему. Часто ключевую роль играет интуиция, подсказывающая направление поиска решения. Возникает существенная проблема: так как любая машина лишь отыгрывает заложенный в нее алгоритм, а алгоритма генерации гипотез и тем более интуиции на сегодняшний день не существует.

Можно сделать вывод: пока данные процессы не обретут свою алгоритмическую форму, говорить о создании ИИ нельзя. Таким образом, если мы хотим создать ИИ, не уступающий человеческому интеллекту, то вначале целесообразно разработать модель работы интуиции и способности к генерации идей в условиях высокой энтропии. Возможно ли это? Будущее покажет...

Библиографический список

1. **Тьюринг, А.** Может ли машина мыслить? С приложением статьи Дж. фон Неймана Общая и логическая теория автоматов; пер. с англ. Ю.А. Данилова; под ред. С.А. Яновской. – М.: Гос. изд-во физ-мат. литературы, 1960. – 68 с.
2. **Люгер, Джордж Ф.** Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
3. **Нильсон, Н.** Искусственный интеллект. – М.: Мир, 1973. – 273 с.
4. **Рассел, С., Норвиг, П.** Искусственный интеллект. Современный подход; 2-е изд /С. Рассел, П. Норвиг. – М.: Вильямс, 2007. – 1410 с.

УДК 1/14

КОРЧАГИН Е.С., ТЕРЕНТЬЕВА И.Н.

ТРАНСГУМАНИЗМ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ЧЕЛОВЕКА В ЗЕРКАЛЕ ФИЛОСОФСКОЙ РЕФЛЕКСИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (ДПИ)

Трансгуманистическое мировоззрение, а также основанные на нем идеология и общественное движение, представлены в отечественном публичном пространстве. Импульс развития этих идей дан новейшими техническими достижениями, которые активно используются в медицине, промышленности, информатике, искусстве. Идейные же истоки трансгуманизма связаны как с научным, так и с религиозно-философским направлениями русского космизма, а также с постановкой и обсуждением проблем сущности и назначения человека в русской философской полемике конца XIX в.

Ключевые аспекты определения трансгуманизма раскрывают ценностную основу и идеологические задачи объединения научных, технологических, общественных, финансовых организаций. Это рациональность, опора на достижения науки и передовые технологии, фундаментальные изменения в положении человека (ликвидация страдания, старения, смер-

ти), а также усиление всех (физических, умственных, психических) возможностей человека [1]. Ряд направлений работы по созданию искусственного тела объединен императивом спасения от смерти, чему и предлагается содействовать морально и материально [2]. Идея бессмертия, таким образом, получает конкретное технологическое выражение.

Предельный характер затронутых трансгуманистическим движением проблем подтверждает их философский характер. Философская рефлексия темы «совершенствования» человека активно представлена в отечественной философской литературе. К положительным моментам относят усиление физических возможностей человека и продолжение роботизации. К отрицательным – угрозу гуманистическим основам человеческой жизни. В более широкой перспективе к позитивным возможностям человека, «открытого небытию», относят освоение нового опыта свободы (свободы от тела как несовершенного материального носителя сознания и личности) [3]. Философская традиция обсуждения такого опыта представлена, например, В.В.Розановым, В.С.Соловьевым, В.В. Налимовым. Негативные аспекты всеобщей технизации активно и последовательно разъясняет В.А Кутырев, рассматривая в цикле своих работ проблемы борьбы «естественного и искусственного». В частности, он отмечает, что перспективы «постчеловека» – сплав человека и техники в единое целое, в социотехническую систему, где человек вновь сводится к «фактору», а затем и устраняется как потенциальный источник ошибок [4, с. 96-97].

Иницируя дискуссии и активно участвуя в них, философы реализуют основное назначение философии: сохранить субъектность (ценность, целеустремленность, ответственность, избирательность) человека перед лицом проблем, затрагивающих само существование человека и цивилизации в их нынешнем виде.

Библиографический список

1. **Российское трансгуманистическое движение.** Электронный ресурс. URL: <http://www.transhuman.ru>
2. **Д. Ицков:** Хотите быть бессмертным – действуйте! Россия 2045. Электронный ресурс URL: <http://2045.ru/news/34000.html>
3. **Тульчинский, Г.Л.** Постчеловеческая персонология. Новые перспективы свободы и рациональности. – СПб.: Алетейя, 2002. – 677 с.
4. **Кутырев, В.А.** Последнее целование. Человек как традиция. – СПб.: Алетейя, 2015. – 312 с

УДК 1/14.316.167

КОРЧАГИНА Ю.С.

КОММУНИКАТИВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ: ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность темы обусловлена современным состоянием науки, общества и техники, их взаимосвязи: формированием технонауки и включенностью индивида в ее развитие. Б. Латур определяет технонауку как состояние генерации научного знания, основным признаком которого является применение научного факта в жизни, в функционирующем образце техники. Отсутствие данного условия ставит под сомнение существование этого научного факта [3, с.10]. Во главу угла ставятся потребности человека, что характерно для современного состояния науки [2]. В связи с субъектным характером науки актуализируются вопросы использования ее языка – коммуникации. Коммуникация в науке – это, в первую очередь, совокупность форм и процедур профессионального общения в научном сообществе, создающих механизм развития науки: получение, презентация и развитие знания [4, с.5]. Нелинейная, междисциплинарная природа научной деятельности заставляет ученых обращаться к

порой противоположным сферам знания, сталкиваться с многообразием групп общественности, брать во внимание их предпочтения. Поэтому вопрос формы повествования в науке, восприятие и интерпретация становятся приоритетными.

Науку можно охарактеризовать как сумму многообразных типов дискурса, интерпретировать ее на основании их взаимосвязи. Дискурс, имея сложный коммуникативный характер, связан с ситуативным контекстом и внешними условиями; это организованное системное применение языка (текста) и ряда факторов: целей, участвующих в коммуникации индивидов, их устремлений и других личностных характеристик. Дискурс задает стандарты коммуникативно-речевого поведения, тем самым, реализуя возможность социального управления. Устанавливая невидимые рамки коммуникации и познавательной деятельности, дискурс как бы изначально предзадает систему мышления [4, с 183]. Таково понимание «власти дискурса».

Сеть многоуровневых коммуникативных (текстовых, речевых) факторов, которые пересекаются, дополняют или противоречат друг другу, пронизывают структуру научного дискурса. Научное знание не производится автономно, пока не столкнется с другими научными фактами [3, с.316]. Средства, способствующие развитию науки, находятся в разных узлах, точках пересечения и соединены связями, превращающими отдельные элементы в единую сеть. При появлении научных разногласий могут быть мобилизованы разные и далекие друг от друга элементы, необходимые для поддержания научного факта. Таким образом, научное знание не может выжить вне породивших их сетей. Наука функционирует в границах установленных дискурсом, внутри которого действуют протяженные сети коммуникаций. Благодаря этому происходит взаимодействие субъектов научной деятельности и, как следствие, развитие научного знания. Не существует «чистого» типа научного дискурса – это всегда сложная динамичная система знаний, соответствующая современному сетевому характеру науки [1].

Библиографический список

- 1. Корчагина, Ю.С.** Научный дискурс как сеть коммуникаций: философско-методологический анализ // Материалы IX Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: <http://www.scienceforum.ru/2017/2543/30844>.
- 2. Корчагина, Ю.С., Михайлова, Т.Л.** Козволюционная стратегия развития науки и общества: коммуникационный аспект // Современные концепции научных исследований. XVI Международная научно-практическая конференция. – М.: 2015, № 7(16) (часть 3). – С. 132-134.
- 3. Латур, Б.** Наука в действии: следуя за учеными и инженерами внутри общества; пер. с англ. К.Федоровой.– СПб.: Изд-во Европейского университета, 2015. – 414 с.
- 4. Чернявская, В.Е.** Коммуникация в науке: нормативное и девиантное. Лингвистический и социокультурный анализ. – М.: Книжный дом «Либроком», 2011. – 240 с.

**СТРУКТУРИРОВАННАЯ СЛОЖНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ:
ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
«НПП «Полет»

Развитие современных технологий есть маркер функционирования технауки. Рост потребления электроэнергии и глобально усложняющийся социум – имманентно сосуществующие феномены, инициирующие исследование сложных систем различной природы. Увеличение сложности и разнообразия – основополагающий принцип эволюции. Главное требование, предъявляемое к технике, – соответствие потребностям человека и ее безопасность. Основная характеристика – удобство использования. Специфика энергетики как отрасли состоит в том, что производители и потребители электрической энергии объединены в единую сеть. Неизбежность применения системного подхода в его неклассической вариации [1] – объясняется природой социотехнических систем, состоящей в отмеченной выше нераздельности потребителей и производителей энергии. Разрабатываются сложные модели и алгоритмы систем с применением математического моделирования для объяснения «жизни» многоуровневых, иерархических, саморегулирующихся технических систем. Энергетическая система – это совокупность совместно действующих элементов, имеющих прямые и обратные связи. Эта система характеризуется структурированной упорядоченностью; в свою очередь, элементы отвечают за строго отведенные им функции. Неверная работа элемента может воздействовать на систему в целом, вплоть до аварии, что повышает опасность рисков.

С ростом точек потребления энергии усложняются электрические сети. Полностью контролировать их не представляется возможным по наличию ряда факторов; в частности, потребителям свойственен житейский прагматизм. Требуются новые конструктивные решения, способные ответить на ряд острых вопросов в энергетике, и одновременно они должны обладать простотой в использовании. Бинарная оппозиция «простота – сложность» становятся методологическим инструментом анализа [2, с.575]. Сложность – это не только многосоставность, но и многофункциональность. Сложность ложится на плечи разработчика, простота – результат его работы. Примером тому служит автоматизированная система учета и контроля электроэнергии (АСКУЭ). Данная система имеет трехуровневую структуру. Первый уровень состоит из электронных счетчиков, трансформаторов тока и напряжения. Он отвечает за учет электрической энергии. Второй уровень – устройство сбора, обработки и передачи данных, как правило, это контроллер. Третий уровень оборудован компьютером с программным обеспечением, на него приходит вся информация по потреблению энергоресурсов [3]. Только совместно функционируя, три уровня образуют целостную систему с соответствующим внутренним функционалом.

Для общего анализа энергетической автоматизированной системы применим понятийный аппарат синергетики. Действительно, современный комплекс характеризуется самоорганизацией, нелинейностью, открытостью. Совместно работают десятки механизмов, представляя принцип когерентного сосуществования. Элементы не просто одновременно функционируют, они жестко взаимосвязаны, им свойственно согласованное поведение и высокая степень упорядоченности. Современным системам присущи функции прогнозирования и поиска оптимальных решений. Благодаря автоматизации можно контролировать технологические процессы в режиме реального времени. Повышается надежность и качество работы системы в целом, максимально исключается человеческий фактор.

В последнее время автоматизация вышла на новый масштабный уровень. Традиции меняются, появляются новые приоритеты. Автоматизация становится неотъемлемой частью жизни, упрощая функции человеческой деятельности, общий анализ которой невозможен без

применения системного подхода в его различных «ипостасях» [1, с.7], выбор которых зависит от «вызовов времени», что актуализирует необходимость общей методологической подготовки инженера-разработчика.

Библиографический список

1. Михайлова, Т.Л. Новая системная парадигма как методологическая основа управления социальными и информационно-коммуникативными системами // Вестник НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Серия: Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. 2009. № 1. – С. 6-20.
2. Груздева, Ю. А., Михайлова, Т.Л. Техническое через призму бинарной оппозиции «сложность – простота» //Международный студенческий научный вестник. 2016. № 3. Часть 4. –С. 575-577.
3. Методические рекомендации по курсу «Учет энергоресурсов» для студентов по специальности «Электроснабжение» / НГТУ; сост.: Г.Я. Вагин, А.М. Мамонов. – Нижний Новгород, 2009. – С.41-44.

УДК 001.8. 167.3

ОТВАГИНА К.В., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИЗУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сегодня многие наукоемкие производства и технологии, например, наноэлектроника и мембранное разделение веществ, требуют создания функциональных материалов с заданной морфологией на масштабах порядка 1-100 нм. Управлять структурой материала на наноуровне крайне сложная задача. Перспективным подходом к решению этих задач является синтез и модификация высокомолекулярных соединений различного состава и строения, способных к самоорганизации при различных условиях. Именно управление процессом самоорганизации таких полимерных систем, и как следствие, разработка методов и подходов к запуску неравновесных процессов, является актуальной задачей прикладной и фундаментальной науки. К изучению процесса самоорганизации полимерных систем существует несколько подходов, один из них – это классический метод (метод разложения) изучения сложных объектов, предполагающий выделение составных частей, их независимое изучение, а затем синтез полученной информации. Недостаток этого метода заключается в том, что некоторые системы, в том числе полимерные, при переходе от частей к целому претерпевают качественные изменения и приобретают новые свойства, не характерные для отдельных элементов. В этом случае более справедливо рассматривать систему в целом, с применением методологического аппарата междисциплинарной области знаний – синергетики [1]. Цель этой работы – оценка применимости синергетического подхода для изучения процесса самоорганизации полимерной системы на основе хитозана. Прежде чем рассматривать полимерные системы через призму синергетики, необходимо убедиться, что эти системы удовлетворяют ключевым положениям синергетики Г. Хакена [2]. Действительно, полимерные системы являются: а) сложными (состоят из большого числа макромолекул, в свою очередь включающих большое число отдельных «звеньев»); б) нелинейными (описываются нелинейными дифференциальными уравнениями; в) открытыми (обмениваются веществом и энергией с окружающей средой); в) нестационарными, или эмерджентными (открытые полимерные системы способны к структурообразованию).

В синергетике есть несколько подходов к изучению феномена самоорганизации: а) синергетическая модель параметров порядка и принципа подчинения Г. Хакена; б) термоди-

намические модели неравновесных процессов (теория диссипативных структур) И. Пригожина; в) модели самоорганизованной критичности (самоорганизация на «краю хаоса») П. Бака; г) сложных адаптивных систем М. Гелл-Манна; д) модели формирования и эволюции нестационарных структур в режимах с обострением А.А. Самарского и С.П. Курдюмова [1, 3, 4]. В случае полимерной системы на основе хитозана (в данном случае под полимерной системой понимается многокомпонентный раствор), процесс самоорганизации протекает за счет массообмена системы с внешней средой. Самоорганизацию таких систем целесообразно рассматривать с точки зрения теории диссипативных структур [4]. Примером формирования диссипативных структур в системе на основе хитозана может быть формирование пористых пленок методом инверсии фаз. Суть метода заключается в различии энтропий смешения полимера и растворителя и компенсации энтропии структурообразования за счет обмена веществом (и энергией) с окружающей средой. Управлять процессом самоорганизации полимерной системы на основе хитозана можно на счет изменения условий (температура, давление, количество компонентов) массообменного процесса.

Таким образом, методологию синергетики можно использовать при изучении полимерных систем. Теория диссипативных структур есть основание рассмотрения процесса самоорганизации полимерных систем, в том числе на основе хитозана. Подробное изучение процесса формирования диссипативных структур в системах на основе хитозана позволяет выработать методику управления процессом самоорганизации для решения актуальных задач прикладной и фундаментальной науки.

Библиографический список

1. **Хакен, Г.** Синергетика. М.: Мир, 1980.
2. **Синергетике – 30 лет.** Интервью с профессором Германом Хакеном. // Вопросы философии, 2000, №. 3. – С. 55.
3. **Хакен, Г.** Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. – Ижевск: ИКИ, 2003. – 320 с.
4. **Николис, Г., Пригожин, И.** Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – М.: Мир, 1979. – 512 с.

УДК 1/14

ПАУТОВ В.С., ТЕРЕНТЬЕВА И.Н.

ТЕХНИКА И СОЦИАЛЬНОСТЬ: ОРУДИЙНЫЙ, СИМВОЛИЧЕСКИЙ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ АСПЕКТЫ КОНЦЕПЦИИ Л.МЭМФОРДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (ДПИ)

Во взаимоотношениях техники, человека и цивилизации философы техники констатируют кризис и ставят вопрос о новом понимании техники, адекватном поиску путей выхода из него. Это и актуализирует, на наш взгляд, концепцию Л.Мэмфорда. Во-первых, Мэмфорд полагает, что технические достижения человека преследовали, прежде всего, реализацию его внеорганических потребностей и стремлений и, например, создание символической культуры и языка было более важным для дальнейшего развития человечества, чем моторная активность по обтесыванию каменных топоров. Акцентирование роли изготовления орудий труда, по Мэмфорду, игнорирует такое «всецелое» орудие как тело, движимое умом. Во-вторых, именно символическая (умственная) деятельность, сформированная в культурной среде, определяла техническое развитие. Оружие и орудия для Мэмфорда всего лишь малая часть «биотехнической композиции», в контексте которой техника была жизнеориентирована, а не только трудоориентирована. Иными словами, «только посредством ориентации своей энергии на культуру он был способен контролировать и полностью утилизировать прису-

щую ему природу» [1]. В-третьих, техника и последствия ее использования, связаны с включением человека вместе с его орудиями в состав Мегамшины (как и последующее развитие – с «выведением» человека из нее).

Возникновение мегамашин, по Мэмфорду, связано с переходом отполитехники к монотехнике. В противоположность политехники (или биотехнике), находившейся в гармонии с человеческими потребностями и природой, монотехника (авторитарная техника) ориентирована на экономическую экспансию и военное превосходство. Ее истоки коренятся в первом «изобретении» человечества – иерархической организации. Поразительные технические сооружения и увеличение количества материальных благ достигались в мегамашинах ценою ограничения возможностей человеческой деятельности, отделением знания и власти от непосредственных производителей и мифологизацией самой Мегамшины как неустранимой и, безусловно, положительной силы. Альтернатива, напротив, предполагает разделение социальной и технической систем, автоматизацию механических систем и «самоактуализацию» человека.

Таким образом, социальность и ее культурно-символические и политические основы, определяют, по Мэмфорду развитие техники и технологии вплоть до подчинения человека функциональной задаче (что рассмотрено им на примере архаичных мегамашин). Сущность мегамашин, которые превращают человека в машину, а затем объединяют человеческие машины в единое производящее целое, представляется, принципиально не изменилась. Важно, что концепция Мэмфорда позволяет уточнить направленность антикризисных действий, которые должны быть сосредоточены не в сфере собственно производственно-технологической, а в сфере культуры и целеполагания. Это, на наш взгляд, отвечает современному пониманию техники как проявления интеллектуальных и социокультурных процессов и как особой среды обитания человека, которое приходит на смену инструментальному подходу [2].

Библиографический список

- 1. Мэмфорд, Л.** Миф машины. Техника и развитие человечества. Электронный ресурс: URL: <http://gtmarket.ru/laboratory/basis/3115>
- 2. Розин, В.М.** Философия техники [Электронный ресурс]: Центр гуманитарных технологий. URL: <http://gtmarket.ru/laboratory/doc/6309>

УДК 001.8

СЕРГЕЕВА М.С., МАСЛОВ В. М.

ОСНОВЫ ФОРМАЛЬНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Практически в каждом значительном исследовании в области нанотехнологий (НТ) указывается на то, что существует проблема определения НТ. Наряду с этим отмечается, что сегодня научное сообщество склоняется к тому, чтобы определять НТ через то или иное отношение к нано-размеру или уровню, в частности, указывается, что в ядро многих определенных НТ входит «возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, в которых, по крайней мере, один из параметров лежит в области 1-100 нм».

Анализ определений указывает на то, что общезначимое определение НТ предельно формально, оно не раскрывает все принципы и области применения нанотехнологий. По сути, это «формальное определение» – тяготеет к тавтологии: *нано*-технологии определяются, что они, технологии-*нано* (вся ситуация, в принципе, не выходит за пределы указания на определенный размер – 10^{-9}). Напрямую, без дополнительных разъяснений (даже, исследова-

ний) на основе подобного определения нельзя, к примеру, разъяснить достаточно много современных критических высказываний в сторону НТ. Соответственно, априорно, вызывают определенное сомнение любые теоретические положения, берущие за основу это определение НТ.

Базовое, начальное определение НТ должно включать в себя общие данные об истории, системном месте, вытекающих из всего этого объективных представлений о будущем НТ. Только подобная основа позволит более точно, глубоко и перспективно разрабатывать теорию НТ. Поставленная нами задача – задача получения обоснованного формально-содержательного определения НТ.

Итоговым формально-содержательным определением НТ является следующее определение: Нанотехнологии – это технологии нанообъектов и наносистем; начальный период становления НТ (1959-2001), в рамках которого была выдвинута фундаментальная идея технологий снизу-вверх, ознаменован широкой известностью и очень большими ожиданиями от развития НТ, последнее сегодня не очень очевидно, что объективно порождает достаточно разные отношения к НТ; НТ представляют собой момент, этап общетехнического процесса миниатюризации, будущее покажет, какую роль сыграют НТ в этом процессе: принципиально ограничат на основе развития молекулярных ассемблеров или окажутся обычным элементом наряду с множеством других технологий: пико-, фемто- и т.п.

Формально-содержательное определение НТ, конечно, сравнительно, более обширное и сложное, чем простое, формальное определение. Но только так с самого начала гарантируется, что НТ правильно понимаются в их современной реальной сложности и проблематичности. Предполагаем, что уже само выведение специфики НТ показало конкретную ценность полученного определения. Так мы расцениваем вставшую и проанализированную возможность того, что фундаментальное современное место НТ будут занимать другие более мелко-размерные технологии. Считаем, что целенаправленный, всесторонний анализ этого возможного сценария развития даст много интересной информации для теории НТ. Предполагаем, что такой же положительный эффект будет получен применительно ко всем другим проблемам теории НТ. К примеру, при решении проблемы классификации НТ, и тесно примыкающей к этой проблеме проблемы определения нанонауки (НН).

УДК 001.8

СЕРГЕЕВА М. С., МАСЛОВ В. М.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современной научно-технической, педагогической, интеллектуальной деятельности наблюдается широкое использование образного, визуального материала (опорные сигналы, интеллект-карты, компьютерные презентации и др.). Применение визуальных средств позволяет быстрее, качественнее усваивать и на более длительное время оставлять в памяти выраженное с их помощью знание, информацию. Известный педагогический принцип наглядности (опирающийся на исходное главенство логико-вербального мышления) не объясняет и не способствует современному качественному развитию и применению визуальных средств. Критикующая принцип наглядности теория визуализации исходит из принципиальной взаимодополнительности логико-вербального и визуального мышления, изложения и восприятия информации (в частности, на основе теории функциональной асимметрии и взаимодополнительности левого и правого полушарий головного мозга человека). Теория визуализации предполагает огромный фронт работ по взвешенному визуальному, образному обогащению современной научно-технической, педагогической, интеллектуальной деятельности.

Задачей визуализации является гармонизация визуального, чувственного и логико-вербального мышления в ходе научно-технической, педагогической, интеллектуальной деятельности.

На основе визуализации можно внести много положительных моментов в теорию и практику наноэлектроники (НЭ). Наглядность в области НЭ могут продемонстрировать физические модели квантового мира, методы исследования и контроля наноматериалов для создания быстродействующих интегральных схем, способы реализации работы с атомами на примере созданных устройств.

Известнейшие идеи нанотехнологий, идеи молекулярных ассемблеров Э. Дреслера, идеи поатомной сборки (технологии снизу-вверх), удивительно наглядны. В принципе, все, что будет происходить в ходе поатомной сборки, должно быть доступно визуальному отражению.

Наноэлектроника имеет прямое отношение к квантовой физике, а квантовая физика – это одна из тех наук, появление которой позволило сформировать В.К. Гейзенбергу, так называемый, принцип ненаглядности современной науки. Процессы, происходящие в квантовой физике, полностью лежат за пределами чувственных восприятий и поэтому понятия квантовой теории лишены наглядности, присущей классической физике.

Анализ показывает, что многие аспекты применения и саму специфику НЭ можно на хорошем уровне и с большой пользой визуализировать в образовательных программах, используя занятия в так называемых виртуальных лабораториях, где учащиеся смогут, например, сами провести исследования в области квантовой физики; выполнить опыты по дифракции частиц на фуллеренах; манипулировать отдельными атомами, с целью создания новых устройств; с помощью многоступенчатого процесса произвести интегральные схемы и т.д. То есть осуществить опыты, которые невозможно осуществить без использования виртуальных средств.

Данные занятия в виртуальных лабораториях помогут учащимся разобраться в физических и химических процессах, происходящих на нано-уровне, формируя тем самым профессионально значимые навыки и умения.

УДК 1 /14.001.8 (16)

СКОРЫНИН С.С., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ СТРУКТУР – ПУТЬ К НОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Существуют различные подходы к моделированию и проектированию искусственного интеллекта. Некоторые ученые (Герберт Саймон, Алан Ньюэлл) считают, что не обязательно имитировать сознание и процессы мозга, так как современные ЭВМ позволили выполнять сложные алгоритмы, не свойственные головному мозгу [1]. Однако этот тезис не является убедительным по двум причинам. Во-первых, существуют интеллектуальные процессы, не поддающиеся компьютерному моделированию. Во-вторых, известны задачи, которые мозг решает быстрее компьютера. Поэтому изучение и моделирование мозговых процессов является важным направлением развития ИИ.

Представляется, что развитие ИИ должно базироваться на материалистических подходах к сознанию, ибо только в этом случае существуют возможности его моделирования и программной реализации. Важным является признание факта о том, что человеческий и компьютерный способы познания принципиально различны. Так, ЭВМ обладает символично-логической системой познания. Но человек обладает еще и образным мышлением. Это есть свидетельство того, что исследования когнитивных структур важны как для когнитивных

наук, так и для ИИ; более того, для ИИ эти исследования могут привести к новым интеллектуальным технологиям. Несмотря на это, до сих пор основные результаты ИИ остаются в рамках компьютерной парадигмы. В то же время в когнитивных науках существует любопытная концепция – проект когнитивной семантики Дж. Лакоффа [2], в центре которой находятся такие проблемные феномены, как категоризация и семантика.

С точки зрения когнитивной семантики, категоризация объединяет предметы на основе естественной логики. Теория прототипов рассматривает категоризацию следующим образом: а) в категориях существуют наилучшие представители; б) категория может обладать семейным сходством, то есть не обязательно имеет одинаковый набор признаков; в) существует базовый уровень категоризации.

В основе данной концепции лежит тезис, заключающийся в том, что когнитивные структуры и механизмы человека зависят, главным образом, от его физического и социального опыта. Согласно Дж. Лакоффу, человеческое знание организовано в виде концептуальной системы, т.е. системы категорий и отношений между ними. Способность концептуализации включает: а) способность формировать базовые символические и образно-схематические структуры, определяемые доконцептуальными структурами нашего опыта; б) способность к метафорической проекции структур материальных областей на структуры абстрактных областей; в) на основе базового уровня и образных схем способность формировать сложные категории. Данные идеи открывают путь к объяснению реальных процессов мозга, которые нельзя понять с точки зрения компьютерной парадигмы. С помощью этого подхода определяются понятия типичного примера, понимания, необходимости наглядных образцов, с чем связаны трудности перевода и др.

Когнитивная семантика дает возможность по-новому взглянуть на некоторые проблемы ИИ, например, проблему организации знаний, формализации рассуждений и др. Она позволяет предсказывать некоторые качества и свойства объекта, не наблюдаемые на основе объединения определенных признаков в категорию. Исследования когнитивных структур важно, ибо они позволяют взглянуть с другой стороны на существующие подходы к проектированию, приоткрыв принципиально новые горизонты для создания новых технологий.

Библиографический список

- 1. Серль, Дж. Р.** Сознание, мозг и наука; пер. с англ. А.Ф. Грязнов. – М., 1993. // Электронная публикация: Центр гуманитарных технологий. – 10.06.2013. URL: <http://gtmarket.ru/laboratory/basis/6662>
- 2. Лакофф Д.** Женщины, огонь и опасные вещи: Что категории языка говорят нам о мышлении. – М.: Языки славянской культуры, 2004. – 792 с.

УДК 1 /14. 167

СЫЧЕВ С.С., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ПАРАДОКС КАК «ТЕРРИТОРИЯ» ИССЛЕДОВАНИЯ ФЕНОМЕНА СТАРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В процессе получения нового знания исследователь неизбежно сталкивается с парадоксами. Парадоксы, пронизывая все сферы науки, инициируют как постановку проблемы исследования объекта, так и выяснение сущности парадокса как формы научного знания. Последнее уже репрезентирует логико-методологические изыскания.

Один из трудно поддающихся объяснению парадоксов – феномен старения. Есть немало попыток отыскать истинное толкование наблюдаемых процессов старения, но они либо практически не доказаны, либо противоречивы. Наша задача рассмотреть этот феномен через призму генетики. Предварительно выясним причину возникновения парадоксов. Обычно они

возникают на стыке гипотезы (или теории) и противоречащего ей наблюдаемого явления об объекте исследования. Что же ученый делает в первую очередь? Согласно И. Лакатосу, он пытается защитить «жесткое ядро» путем разрешения конфликта, вызванного парадоксом [1, с.361-362]. Для этого устраняются дефекты, причем, не в теории, а в инструментальном аппарате или в накопленном знании об объекте. Что подразумевается под первым аспектом? Это несовершенство и не универсальность метода познания и аппаратуры. Усовершенствуя их, мы открываем новые грани исследования; вероятность того, что парадокс разрешится, возрастает по сравнению с первоначальным этапом. Но нельзя отрицать возможности обратного эффекта. Тогда эта гипотеза неминуемо подвергается критике.

Что касается второго аспекта, то, согласно Е.Д. Смирновой, ученый должен вдумчиво подойти к решению парадокса. Целесообразно сменить позицию на сложившуюся аномальную ситуацию, ибо линейное видение проблемы не всегда дает положительный эффект [2]. С этим трудно не согласиться. Еще до создания генетики как ветви биологического знания, старение рассматривали с других позиций, кажущихся сегодня примитивными, отдаленно приближающимися к действительности. Почему именно генетика дает точный ответ на этот вопрос? Вероятно, это связано со структурой биологического знания. Обращение к ее истории обнаруживает, что она базируется на принципе эволюционного детерминизма, т.е. от низших организмов к сложноустроенным. Чтобы раскрыть строение, структуру, организацию, биологи, как и все ученые, переходили от пространственного – к более детальному изучению. Общая биология – клеточная теория – биохимия – генетика. Генетика – самый глубокий уровень исследования живого. Сегодня предположение о том, что процессы старения – это наследуемый признак, передаваемый из поколения в поколение, а не возникающий ниоткуда, – является более достоверным, нежели другие версии.

В генетике тоже есть парадоксы старения, хотя это, в основном, связано с ее недавним зарождением. К парадоксам можно отнести: а) проблему генезиса старения, т.е. выяснение, является ли оно реализацией генетической программы; б) проблему существования генов антагонистической плейотропии; в) установление роли теломераза процесса старения. Пытаясь преодолеть парадоксы, ученые ищут объяснение этому внешне обычному феномену. В научном познании выделяют многофункциональность парадоксов. Парадоксы есть: а) маркеры кризисного состояния, что инициирует новые исследовательские программы; б) причины пересмотра существующих абстракций; в) указатель границы, за которой проявляется истинность утверждений теории [3]. Выделим этапы исследования парадоксов: а) изучение объекта исследования; б) момент столкновения с парадоксом; в) совершенствование научного аппарата; г) объяснение, устранение антитеории и продвижение далее, либо пересмотр теории.

Обозначение парадокса – это и увеличение объема знаний, что есть открытие неизведанной территории, это и устранение неработающей теории. Очевидно, что парадокс – это и преграда, позволяющая понять, что мы дошли до предела, и некий стимул, способствующий продолжению теоретических и эмпирических исследований. Граница, предел – это действительная территория рождения новых смыслов...

Библиографический список

- 1. Лакатос, И.** Фальсификация и методология научно-исследовательских программ / И. Лакатос // Избранные произведения по философии и методологии науки. – М.: Академический проект, 2008. – С.281-462.
- 2. Смирнова, Е.Д.,** О чем говорят парадоксы: их роль в познавательной деятельности / Е. Д. Смирнова // Вопросы философии. 2010. № 6 .
- 3. Щипкова, А.В.,** О фундаментальной гносеологической роли парадоксов [Электронный ресурс] // URL: http://portalus.ru/modules/philosophy/rus_show_archives.php?subaction=showfull&id=1166171351&archive=1398581676&start_from=&ucat=3 (Дата обращения: 16.02.2017).

СИЛЬНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание универсальной машины, облегчающей жизнь, – давняя мечта человечества. Ученые близки к ее созданию; в СМИ мелькают статьи: «ИИ прошел тест Тьюринга», «Искусственный разум от Google заговорил». Эти названия репрезентируют слабую версию, трактуемую как способность компьютера «понимать», что изображено на картинке. Программы есть лишь инструмент, решающий задачи, не охватывающие весь спектр способностей человека. Сегодня популярны искусственные нейронные сети как пример слабого ИИ; «слабый» – это просто уточнение технологий, под которыми понимаются технологии, оперирующие с входными данными без понимания их смысла.

Развитие сильного ИИ далеко от желаемого: несовершенство компьютерного перевода – тому свидетельство. Сильный ИИ пока не создан, хотя есть пример автомобиля с автопилотом (Tesla или Mercedes E-class), способного без водителя проехать по маршруту. Но возникают этические вопросы. Что делать при аварии: спасти водителя или пешехода? В компании Mercedes-Benz, считают: лучше защитить жизнь водителя. Практически ИИ, управляющий машиной, имеет право на убийство пешехода; это противоречит первому закону робототехники: «Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред» [1]. Один из этических вопросов – «стоит ли нам бояться ИИ?» Будет ли он другом и помощником, или же станет нашим врагом? Среди научного сообщества есть противоположные мнения: а) С. Хоккинг разделяет пессимистическую позицию: «Такой разум возьмет инициативу на себя и станет сам себя совершенствовать со всей возрастающей скоростью. Возможности людей ограничены слишком медленной эволюцией, мы не сможем тягаться со скоростью машин, и проиграем» [2]; б) создатель операционной системы Л. Торвальдс полагает: «Это из раздела научной фантастики. И, стоит признать, фантастики не лучшего качества. На каких препаратах сидят эти люди?» [3]. Программист не видит пути развития ИИ, поработавшего человечество. Он оценил действия любого существующего ИИ, как программного продукта, не способного к саморазвитию, функция которого – помощь в переводе речи или планирование. Можно предположить: как только человек сможет создать сильный ИИ, он будет создан. Как в любой разработке программного продукта, сначала ИИ будет создан, и только потом будут исправляться ошибки, т.е. начнется отладка для использования его человеком.

Библиографический список

1. **Бостром Н.** Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. Перевод на русский язык: С. Филина. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 496с.
2. **Кехлан-Джонс, Р.** Хокинг: искусственный интеллект – угроза человечеству // ВВС Русская служба. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bbc.com/russian/science/2014/12/141202_hawking_ai_anger. – [Дата обращения: 22.02. 2017]
3. Создателя Linux рассмешили страхи Стивена Хокинга и Илона Маска // Lenta.ru. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lenta.ru/news/2015/07/08/ai/>. – [Дата обращения: 22.02. 2017].

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время нанотехнологии являются одной из самых интенсивно развивающихся направлений научно-технической деятельности. Не в последнюю очередь это связано с тем, что уже сейчас нанотехнологии находят применение при решении множества научно-технических проблем. Таким же весьма перспективным видится и будущее нанотехнологий. К примеру, в медицине ожидается создание молекулярных роботов-врачей, которые могут «жить» внутри человеческого организма, устраняя все возникающие повреждения, или предотвращая возникновение таковых. Ряд специалистов не исключает возможности реализации идеи того, что любые молекулы будут собираться подобно детскому конструктору. Для этого планируется использовать нано-роботов (наноботов). Любую химически стабильную структуру, которую можно описать, на самом деле, можно и построить. Поскольку нанобот можно запрограммировать на строительство любой структуры, в частности, на строительство другого нанобота, они будут очень дешевыми. Массы наноботов смогут создавать любые объекты с небольшими затратами и высокой точностью.

Серьезно обоснованные представления о дальнейшем интенсивном развитии нанотехнологий остро ставят вопрос о подготовке достаточно большого количества специалистов в этой области научно-технического развития. В этом плане речь идет о появлении новых специализированных кафедр в университетах и дальнейшем развитии уже существующих, в частности, кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» НГТУ им. Р. Е. Алексеева. Во всех этих случаях речь должна идти о подготовке высококлассных специалистов. Нанотехнологии представляют собой постоянно развивающийся, достаточно объемный, сложный блок знаний и умений. Поэтому для более качественного изучения нанотехнологий в вузах, необходимо способствовать тому, чтобы в школьной программе тематика нанотехнологий была представлена в возможно более полном виде.

Предполагаем, что в школах, помимо учебников по физике и химии, некоторая информация о нанотехнологиях должна включаться и в учебники по биологии. Это связано с тем, что работы в области создания нанороботов берут за образец биологическую клетку. Например, ученые успешно построили нанороботов из каркаса ДНК. Полученные ДНК-устройства могут выполнять несколько функций: они «ощущают» среду вокруг себя, они должным образом реагируют на некоторые ситуации, они способны инициировать нужные химические реакции, они могут двигаться – генерировать механическую энергию.

Считаем, что много интересного для общей активизации знания о нанотехнологиях в школе обучающиеся могут почерпнуть из такой программы, как «Школьная лига РОСНАНО». Эта программа направлена на развитие современного образования, в первую очередь естественнонаучного. Центральной целью данной программы является введение школьников в область общих знаний о нанотехнологиях. В концепции этой программы предусмотрены такие мероприятия как, например, урок-погружение, «Нанотех – Автоуспех», где за 90 мин ученики должны попытаться показать перспективы применения нанотехнологий в конструкции и функционировании механизмов современного автомобиля. Уверены, что эти и многие другие подобные задания смогут показать школьнику всю перспективность нанотехнологий, а в дальнейшем способствовать тому, чтобы этот школьник, имея уже определенный багаж знаний, связал свою профессиональную карьеру с работой в области нанотехнологий.

РАЗВИТИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ: РЕВОЛЮЦИЯ ИЛИ ЭВОЛЮЦИЯ В КОНТЕКСТЕ МЕТОДОЛОГИИ Т. КУНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Полупроводниковая электроника стремительно развивается с середины XX в., а точнее – с 1947 года. Именно тогда создали первый транзистор Дж. Бардин, У. Бреттейн, У. Шокли [1, с.259]. Их открытие – это начало полупроводниковой эры, породившей огромное количество типов диодов и транзисторов, а позднее – интегральных микросхем. Неоспоримый вклад в освоение полупроводниковых структур внес российский радиотехник О.В. Лосев [1; 2; 3], автор первых научных работ, описывающих процессы, происходящие в поверхностных слоях полупроводников [1, с.189-191]. Цель тезисов – выяснить, чем было открытие полупроводников – революцией или эволюцией. В этом поможет методология Т. Куна, считавшего, что научное сообщество придерживается определенной парадигмы, объединяющей ученых в сообщество, ориентируя их на постановку исследовательских задач [4]. Главное в парадигме – это образцы исследовательской деятельности, на основе которых ученый решает конкретные задачи. Через образцы он усваивает приемы и методы, обеспечивающие успешное решение проблем. Задавая определенное видение мира, парадигма определяет, какие задачи допустимы, а какие не имеют смысла. Одновременно она помогает выбрать средства и методы решения допустимых задач.

Сегодня преимущество полупроводников перед лампами – их малые размеры. Тем не менее, не существует технологий по изготовлению транзисторов, которые смогут вытеснить полностью электронные лампы. Тот факт, что мы сравниваем полупроводники и лампы в контексте преимуществ и недостатков, говорит сам за себя – рывок в развитии полупроводниковой электроники не пошатнул физико-химические основы электроники. Коренным образом изменилось понимание масса-габаритных показателей проектируемых устройств, их входных и выходных мощностей. Кардинально поменялись концепции именно в исполнении, что расширило область применения электронных устройств. Но можно ли это назвать разрушением существующей парадигмы? Привело ли это к парадоксам или к кризису в электронике? Вряд ли. Напротив, ничего кроме восхищения научного сообщества это не вызывало.

Электроника имеет набор парадигм, определяемых такими науками, как физика и химия. Электронику никогда не потрясали кризисы, ибо физико-химические основы, на которых она базируется, не приводят к парадоксам. В контексте методологии Т.Куна, революция – это разрушение существующей парадигмы из-за кризиса, вызванного парадоксами, с которыми сталкиваются ученые, углубляясь в суть вопроса. Если же говорить о понятии «эволюция», то речь идет о естественном постепенном развитии. В отличие от революции, эволюция не подразумевает кризиса и разрушения парадигмы. Толчок в развитии электроники произошел не из-за кризиса парадигм, ибо представление о физико-химических процессах никак не изменялось. Таким образом, мы можем утверждать, что скачок в развитии полупроводниковой электроники не есть «революция» в понимании Т.Куна, это скорее то, что мы называем «эволюцией». Ни одна из потрясших научный мир революций не изменяла столь сильно жизнь человека, как эволюция полупроводниковой электроники – от громоздких первых транзисторов до микропроцессоров. Развитие электроники способствует прогрессу медицины, систем связи и коммуникаций. Это порождает «революцию» в качестве жизни; люди же склонны называть революцией все, что изменяет их повседневность. По каким-то причинам кажется, что понятие «эволюция» не может отразить полноты события, поэтому используется термин «революция». Между тем, эволюционистская парадигма есть инструмен-

тарий, способный объяснить как эволюцию развития самой электроники [5, с. 588], так и ее влияние на весь универсум человеческого бытия.

Библиографический список

- 1. Опередивший время:** Сборник статей, посвященный 100-летию со дня рождения О.В. Лосева. – Н.Новгород, 2006.г – 427 с.
- 2. Шарова, Я. А., Михайлова, Т.Л.** О.В. Лосев – «пионер « полупроводниковой электроники, или о системе детерминант развития науки и техники: российский сценарий // Будущее технической науки. Материалы XI Международной молодежной научно-технической конференции.– Н. Новгород, 2012. .– С. 418-419.
- 3. Чернеев, Н.А., Михайлова, Т.Л.** От кристадина О.В. Лосева – к «глобальной деревне» М. Маклюэна, или о контексте культурно-антропологических измерений цивилизации //Международный студенческий научный вестник. 2015. № 4-4.С.631-633.
- 4. Кун, Т.** Структура научных революций. – М: Прогресс, 1977. – 300 с.
- 5. Савинов, А.В., Михайлова, Т.Л.** Эволюционная парадигма как теоретико-методологическое основание разработки-модели робота-дозиметриста // Будущее технической науки. Сборник материалов XIV Международной молодежной научно-технической конференции. 2015.– С. 588-589.

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов XVI Международной молодежной научно-технической конференции

Редакторы: О.В. Пугина, Е.В. Комарова, Т.В. Третьякова
Компьютерный набор К.О. Гончаров

Подписано в печать 22.05.2017. Формат 60 x 84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 95.
Уч.-изд. л. 72. Тираж 50 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ им. Р.Е. Алексеева.
Адрес университета и полиграфического предприятия:
603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.