

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство образования, науки и молодежной политики
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
XX Всероссийской молодежной
научно-технической конференции,
посвященной 800-летию
Нижегорода*

Нижегород, 21 мая 2021 г.

Нижегород 2021

УДК 62
ББК 30
Б 903

Будущее технической науки: сборник материалов XX Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2021. – 445 с.

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

ISBN 978-5-502-01452-6

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2021

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

XX Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Будущее технической науки» в 2021 г. посвящена 800-летию Нижнего Новгорода.

В 2021 году несколько памятных дат, связанных с достижениями советской и российской научной школы, с великими именами инженеров и ученых, отмечает и НГТУ им. Р.Е. Алексеева: 105 лет со дня рождения конструктора судов на подводных крыльях и экранопланов Ростислава Евгеньевича Алексеева, 120 лет со дня рождения конструктора боевых аэросаней, основоположника нижегородской научно-практической школы транспортного снеговедения Михаила Викторовича Веселовского. Ровно 65 лет назад состоялось открытие уникальной советской арктической дрейфующей станции «Северный полюс - б», в которой приняли участие два сотрудника НГТУ - Аркадий Федорович Николаев и Анатолий Алексеевич Крылов. В 1956 году состоялась и первая советская антарктическая экспедиция, в Антарктиде был поднят Государственный флаг СССР, и состоялось открытие первой советской антарктической станции «Мирный». Был осуществлен первый санно-тракторный поход вглубь материка на расстояние 375 километров от «Мирного» до высоты 2700 метров над уровнем моря.

Конференция проводится в рамках реализации Программы развития Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеев как опорного вуза Нижегородской области и России (блоки-мероприятий 1.1, 1.2, 1.3, 3.2, 3.3, стратегический проект 1, стратегический проект 2), статус которого получен в апреле 2017. Конференция является одним из ключевых мероприятий реализации блока мероприятий Программы развития по выявлению и поддержке талантливых студентов, играет важную роль в профориентационной работе, проводимой в рамках стратегического проекта 1 «Инженерный лифт».

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.

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

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

Оргкомитет

СОДЕРЖАНИЕ

История науки и техники в лицах	5
1. Радиоэлектроника и информационные технологии	13
1.1. Радиоэлектронные системы и устройства.....	13
1.2. Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры.....	28
1.3. Телекоммуникации.....	32
1.4. Информационные технологии.....	37
1.5. Техническая кибернетика.....	70
2. Электроэнергетика	90
2.1. Автоматизация систем электрооборудования.....	90
2.2. Эффективность систем электроэнергетики.....	106
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии.....	117
3. Машиностроение	122
4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы	146
4.1. Эксплуатация наземных транспортных средств.....	146
4.2. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания.....	212
4.3. Строительные и дорожные машины.....	222
5. Морская, авиационная техника и кораблестроение	225
5.1. Кораблестроение и авиационная техника.....	225
5.2. Энергетические установки.....	232
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции.....	235
6. Материаловедение, металлургия и заготовительные производства машиностроения	238
7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок	272
7.1. Ядерная энергетика.....	272
7.2. Физика волновых процессов.....	288
8. Промышленная биотехнология и биоинженерия	301
9. Химия, химические технологии и нанотехнологии	311
10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов	325
11. Экономика, менеджмент и инновации	349
12. Математическое моделирование геофизических процессов	355
13. Научное общество учащихся	361
14. Коммерциализация инновационных проектов (УМНИК)	374
15. Философско-методологические проблемы технoзнания	408
16. Студенческие инженерные проекты	433

ПРОМЫШЛЕННЫЙ НИЖНИЙ. ИСТОРИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ЛИЦАХ

УДК 621.397

ГОРОХОВ К.А.

ВЛАДИМИР КОНСТАНТИНОВИЧ ЛЕБЕДИНСКИЙ

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

Владимир Константинович Лебединский – российский и советский физик и радиотехник, профессор, доктор технических наук, первый председатель Российского общества радиоинженеров (РОРИ) (1918) и один из организаторов Нижегородской радиолaborатории.

Он родился 20 июля 1868 года в Петрозаводске в семье учителя истории местной гимназии. С ранних лет он увлекался изобразительным искусством и чтением, однако повзрослев, отдал предпочтение физике и математике. Отец, стремившийся дать лучшее образование своему сыну, добился перевода Лебединского в Петербург. Город на Неве встретил Владимира Константиновича новыми, необычными впечатлениями и влюбил в себя на всю жизнь.

Окончив гимназию с серебряной медалью, будущий советский радиотехник поступил в тот же университет, что и его отец. В Санкт-Петербургском государственном университете был заложен прочный фундамент знаний, который Владимир Константинович использовал не раз в своих будущих работах. Он был благодарен всем преподавателям, но особенно отмечал И.И. Боргмана.

В первые годы после окончания университета будущий советский физик активно занимался образовательной деятельностью. Вот что он писал в автобиографии: "Преподавал сначала в средних учебных заведениях и был лаборантом по физике в Электротехническом институте и университете. В Электротехническом институте ввел преподавание курса переменных электротоков и организовал лабораторию по этому предмету. Здесь же в 1895 г. выполнил свою первую научную работу."

Весной 1895 года на собрании, одним из участников которого был Александр Степанович Попов, создатель радио продемонстрировал первое в мире беспроводное принятие телеграммы, состоящей из словосочетания: "Генрих Герц". Став очевидцем радиосвязи, Лебединский посветил всю жизнь радиотехнике. Годом позднее физик отправился в экспедицию в Старое Чекурское на реке Лене. Там ему удалось получить первые в России фотографии обращенного солнечного спектра.

По приглашению, начиная с 1900 года и заканчивая 1913 годом, Лебединский читал лекции в Николаевском военно-инженерном училище. Так начался новый этап жизни этого блистательного радиотехника. Первый в России учебник по беспроволочной телеграфии, изданный Владимиром Константиновичем в 1906 году, носил название "Электромагнитные волны и основания беспроволочного телеграфа". Несколькими годами позднее было выпущено "Электричество и магнетизм", издававшееся при жизни автора шесть раз. В этот период Лебединский был сконцентрирован на детальных исследованиях искрового заряда. Ему удалось показать, что свет может не только улучшать условия возникновения искры, но и,

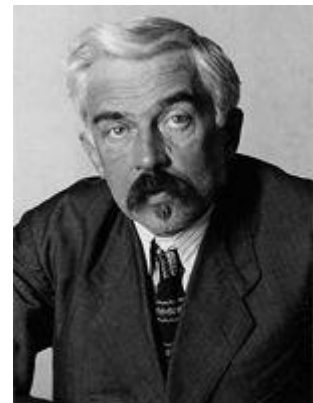


Рис. 1. В.К. Лебединский

напротив, задерживать ее появление. Проводившиеся с В.Ф. Миткевичем изучения описали, что в основе феномена тушения искры, носившего название "эффект Лебединского", лежит внешний фотоэффект [1].

Выделим ещё один значимый и сложный период жизни В.К. Лебединского. В 1913 году он был назначен профессором физики в Рижском Политехническом институте. Годом позднее началась Первая мировая война. Напряжение внутри страны и за её пределами росло, трудностей становилось все больше, и в 1915 году Лебединские были вынуждены эвакуироваться в Москву. Переезд лишил семью средств к существованию, и Владимир Константинович остался безработным.

Лебединский считал, что для России важны подготовленные специалисты радиопрмышленной отрасли. В 1916 году при непосредственном участии полковника В.Ф. Жерве, начальника радиосвязи Западного фронта, и военного радиоинженера А.И. Страхова Владимир Константинович начал издавать журнал, получивший название "Вестник военной радиотелеграфии и электротехники". В этом же году в Твери обосновалась группа радиоспециалистов, состоявшая из М.А. Бонч-Бруевича, В.М. Лещинского, Б.А. Остроумова и многих других деятелей в области физики и инженерии. Впоследствии она стала Нижегородской радиолaborаторией (НРЛ).

Осень. 1918 год. Нижний Новгород. Тверская радиолaborатория успешно выпускала радиолампы, разработанные М.А. Бонч-Бруевичем. Требовалось расширение производства. Тогда Советское правительство приняло решение перебазировать радиолaborаторию в Нижний Новгород, и на её основе был создан научно-производственный центр радиотехники. Он продолжил выпуск электронных приемно-усилительных ламп и проводил все больше исследований. Через несколько месяцев, в начале 1919 года Владимир Константинович присоединился к работе и стал председателем научного совета лаборатория.

И именно в это время Лебединский начинает выпускать первые советские радиотехнические журналы "Телеграфия и телефония без проводов" и "Радиотехник". Не только издательством журналов и участием в заседаниях научного совета лаборатория занимался Владимир Константинович. Помимо этого, Лебединский руководил кафедрами электричества и магнетизма, физики и заведовал учебной частью Нижегородского университета.

Экспериментальные исследования в НРЛ продолжались. М.А. Бонч-Бруевич совместно с В.К. Лебединским разрабатывал вакуумные генераторные радиолампы, мощность которых значительно увеличилась. За их основу было взято водяное охлаждение анодов [2]. В.П. Вологдин занимался конструированием машин высокой частоты и умножителей частоты, позволивших увеличить дальность приёма сигнала. Достижения и разработки Нижегородской радиолaborатория были успешно объединены, и в 1922 году в Москве была сооружена радиостанция имени Коминтерна. Это событие не осталось без внимания. Государственный аппарат, ознакомившийся с деятельностью Нижегородской радиолaborатория, 19 сентября 1922 года наградил её Орденом Красного Знамени.

Начиная с 1923 года, работы по развитию радиовещания стали основополагающими. Необходимо было модернизировать производство и проводить исследовательские работы в области радиотехники. Laborатория Лебединского изготовила новые генераторные лампы, усовершенствовав конструкцию и применив наружное водяное охлаждение анодов. Это позволило увеличить мощность радиовещательной станции и расширить радиус её действия. Олег Владимирович Лосев, один из учеников Владимира Константиновича, совершил открытие эффекта электролюминесценции в кристалле карборунда и изобрёл детекторный радиоприёмник кристадин [3].

Лебединский, одержимый целью систематизировать знания о радиотехнике в СССР и скоординировать усилия радиотехников страны, предложил устраивать созывы съездов радиоспециалистов. Первое такое мероприятие состоялось 10 сентября в Нижнем Новгороде. Оно длилось четыре дня и прошло достаточно успешно. Объединенные усилия участников помогли сделать практические выводы и наметить маршрут для дальнейшей работы.

В это время НРЛ претерпевает изменения. Отдел, занимающийся электромашинной тематикой, во главе с В.П. Вологдиным был переведен в Трест заводов слабого тока и размещен в Ленинграде. ВЦИК, оценив трудовую деятельность НРЛ, постановлением 31 января 1924 года присвоил ей имя В.И. Ленина. Почтив память руководителя страны, её коллектив создал генераторную радиолампу, мощность которой составляла 100 квт, и начал изучать диапазон коротких волн.

В середине 1925 года Лебединский возвращается в Ленинград; несколько месяцев спустя редакция журнала также переехала в город на Неве. В это время Нижегородская радиолaborатория осуществила первый сеанс радиосвязи Москва - Нью-Йорк, в 1928 году она была реорганизована. Годом позднее в "Телеграфии и телефонии без проводов" произошли изменения. Журнал получил новое название "Телеграфия и телефония без проводов и по проводам". По прошествии нескольких лет он прекратил своё существование, став частью журнала "Известия электропромышленности слабого тока" [4].

В.К. Лебединский внёс неоценимый вклад в развитие промышленного Нижнего Новгорода, страны и мира. Его достижения были и будут основой для предшествующих и предстоящих открытий.

Библиографический список

1. **Лебединский К.М.** Владимир Константинович Лебединский (1868–1937) // Материалы сайта Lebedinski.com – URL: <http://www.lebedinski.com/VKLMMain.htm> (дата обращения 17.04.2021).
2. Бонч-Бруевич, Михаил Александрович // Материалы сайта Wikipedia.org – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Бонч-Бруевич,_Михаил_Александрович (дата обращения 17.04.2021).
3. **Честнов Ф.И.** В мире радио // Военное Издательство Министерства Обороны СССР – Москва, 1954. – 336 с.
4. У истоков советской радиотехники, история радио // Материалы сайта Radiolamp.net – URL: <https://radiolamp.net/news/267-u-istokov-sovetskoj-radiotexniki.html> (дата обращения 17.04.2021).

УДК 93/94, 908

КРЫЛОВА А.В.

«ТРАНСПОРТНЫЕ ВОПРОСЫ» В РАБОТЕ НИЖГУБКОМА РКП(Б)-ВКП(Б) В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ 1920-Х ГГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель исследования – проанализировать динамику интереса к вопросам «транспортного строительства» на заседаниях коллегиальных органов Нижегородского губернского партийного комитета (Нижгубкома) в «восстановительный период».

Нижгубком РСДРП(б) (позднее РКП(б), ВКП(б)) как руководящий орган создан на I губернской конференции РСДРП(б), которая состоялась 30 сентября (13 октября) 1917 г. К коллегиальным органам Нижгубкома можно отнести Президиум (Бюро), заседания губкома, пленум губкома, расширенный пленум. Кроме выборной части в структуре Нижгубкома существовала также постоянная, назначаемая («функциональная») парадигма: отделы, подотделы и т.д.

Немалый интерес в этой связи представляет Транспортный подотдел Орготдела. Это структурное звено было выделено в самостоятельную единицу согласно Положению об отделах 1921 г. [1]. Всю работу подотдела должен был вести его заведующий, который назначался губкомом и был непосредственно подчинен заведующему Орготдела. В протоколе заседания Бюро Нижгубкома № 71/20 от 08.11.1921 г. читаем: «<...> Организацию транспортного п/о немедленно провести в жизнь, созвав сегодня же вечером с участием тов. Рябинина и представителями учпрофсожа райкомвода и областного управления Водного транспорта

заседание. Вопрос о заведующем транспортного п/о перенести на следующее заседание Бюро» [2].

Однако в связи с нехваткой квалифицированных кадров и, видимо, отсутствием четкого представления о задачах подотдела, «вопрос о заведующем» был достаточно острым практически все время существования структурной единицы.

С одной стороны, задачи транспортного подотдела были обозначены - «намечать основной характер партийной работы на транспорте»: организовывать агитационную деятельности среди транспортных рабочих, проводить общественные мероприятия, «касающиеся транспорта, посредством специальной подготовки к этому коммунистов-транспортников» [3].

С другой стороны, на местах не сразу уяснили эти задачи. Нижгубком и вовсе ликвидировал транспортный подотдел без санкции ЦК [4], проведя его слияние с информационным и инструкторским под руководством одного заведующего (впрочем, после доклада Нижгубкома в транспортный отдел ЦК РКП - вновь выделен в самостоятельную единицу [5]). Спустя некоторое время в Нижгубкоме вновь обсуждался проект реорганизации.

Организационная неразбериха провоцировала и кадровую. Работу Нижгубкома в сфере транспорта в той или иной степени (в качестве заведующего, заместителя или инструктора) курировали (нередко непродолжительный отрезок времени, совмещая ее с иной деятельностью): Седелкин, Яковлев, Рюрикова Ю.И., Титов А.Д., Гаврилов, Шаров, Овчинников, Абрамов, Рябинин Е.И., Рябов, Здобнов (Сдобнов) [6]. Сведения о многих из них разрозненны, восстановление их биографий – задача будущих исследований.

Даже в центре становление подотдела проходило тяжело. Ревизионная комиссия ЦК в своем отчете в Орготделе ЦК пишет: «Транспортный подотдел ... был пустой комнатой, в которой ходил товарищ, не знавший своего начальства. В этом году (в 1923 – А.К.) имеется руководитель подотдела, который знает, что он руководит транспортным подотделом, и, надо сказать, руководит хорошо» [7, с.73].

К концу 1922 г. положение «на местах» тоже стало меняться: ЦК настаивал, чтобы губкомы не вмешивались напрямую «во внутреннее управление транспорта», а должны лишь «наблюдать за выполнением партдиректив фракциями и руководителями». Главными задачами транспортного подотдела губкомов было названо: организация ячеек на транспорте, пополнение управленческих органов партсилами, завоевание коммунистического влияния в профсоюзных органах, улучшение быта работников транспорта путем воздействия на соответствующие органы, материальная помощь транспорту из местных ресурсов [8], подготовка и проведение транспортных съездов, оказание помощи транспорту при организации разных кампаний (борьба со взяточничеством, ремонт), всемерное содействие уполномоченным Наркомпути [9].

Возвращаясь к анализу динамики интереса к «транспортному строительству» на заседаниях коллегиальных органов Нижгубкома отметим, что, условно, все вопросы, выносимые на повестку дня заседаний, можно разделить на 3 группы: партийные, советские, профессиональные [10]. Работа на транспорте была отнесена к блоку «советских вопросов».

В целом, при анализе динамики количества вопросов советского строительства, выносимых, например, на расширенный пленум, обращает на себя внимание ее нисходящая тенденция. В 1921 г. доля названного направления работы партии была вдвое выше, чем в 1922 г., и почти в пять раз – в 1923 г. Это свидетельствует в постепенном «стягивании власти» у верхушки управленческой парадигмы.

Это утверждение справедливо и для «транспортных вопросов» как составной части советского строительства. Анализ протоколов показал, что в рассматриваемый период на пленарных заседаниях [12] (в том числе расширенных [13]) они не обсуждалось вовсе. Эта прерогатива полностью отдана была Бюро Нижгубкома.

Характер советских вопросов, рассмотренных Бюро Губкома в 1921 – 1925 гг. [11]

Год	Кол-во заседаний	О работе в армии и гарнизоне	Общие вопросы совет. строительства	Общехозяйст. экон. значения	Земельный вопрос	Продовольств. и о пром. налоге	Посевн. кампании	Топливный	Транспортный	Трудовойности	Народное образование	Здравоохранение	Кооперации	По созыву Съездов	Работа фракций	Кадровый	Итого советских вопросов
1921	94	20	32	37	1	31	11	8	2	2	12	1	22	44	11	33	267
1922	110	28	51	31	1	39	7	-	16	1	44	26	31	24	22	61	382
1923	102	12	40	104	-	16	-	-	7	-	27	10	32	25	16	98	387
1924	117	21	42	169	-	11	-	-	9	-	41	32	48	33	9	170	585
1925	49	9	22	44	-	9	-	-	6	-	23	8	27	39	14	48	249
Итого	753	142	219	392	2	127	18	9	41	3	152	77	162	185	74	442	2045

Число транспортных вопросов год от года меняется. Пик интереса – 1922 г. Причем «скачок» довольно резкий, особенно если сравнивать с предыдущим годом, когда к нему обращались лишь дважды, в связи с организацией подотдела. Последующие три года отличаются стабильным интересом к транспортной проблематике. Впрочем, если сравнивать с иными советскими вопросами, то их доля в числе прочих задач Нижгубкома не так велика. За весь рассматриваемый период «меньшей популярностью» пользовались лишь земельный, топливный, вопросы трудовой повинности и посевной кампании. Гораздо в большей степени Бюро интересовало кадровый и общехозяйственные вопросы экономического значения.

Справедливости ради следует заметить и изменение подхода Нижгубкома к работе, на котором настаивал ЦК: в содержательном плане характер вопросов к концу периода меняется с «вопросов, связанных с работой транспорта» (т.е. вообще) на вопросы «работы на транспорте» (т.е., именно партийной составляющей).

Библиографический список

1. ГОПАНО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 1840. Л. 44.
2. ГОПАНО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 1842. Л. 25об.
3. ГОПАНО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 1796. Л. 119.
4. Положение о транспортных подотделах губкомов. № 42. 26 июня 1922 г. // СПР. 1923. Вып. 3. С. 113.
5. Отчет Нижгубкома РКП от 14 до 15 губпартконференции (октябрь 1922 – март 1923) – Н. Новгород: Нижполиграф, 1923. С.14.
6. ГОПАНО. Ф.1.Оп. 1. Д. 334. Л. 10,33; Д.347 Л.3,14; Д. 348. Л.32,51-52; Д. 1842. Л. 131; Д.2505. Л.2; Д. 3694. Л. 15, 26об.; Д.3393. Л. 70.
7. Двенадцатый съезд РКП (б). Стенографический отчет. – М.: Изд-во политической литературы, 1928 г. – 903 с.
8. Справочник партработника. 1922 г. Вып. 2. С. 169–170.
9. Положение о практических задачах транспортных подотделов на местах № 82. 16 сентября 1922. // СПР. 1923. Вып. 3. С. 114.
10. Крылова А. В. Анализ протоколов заседаний расширенного пленума Нижегородского губернского комитета РКП (б) в 1921 -1923 гг. // ЭПИ «Открытый текст. URL: <http://opentextnn.ru/history/istorija-rossii/istorija-gosudarstvennogo-upravlenija-posle-1917-g/nizhegorodskaja-partijnaja-organizacija/gubkom-1917-1929/povestki-dnja-zasedanij-kollegialnyh-organov/krylova-a-v-analiz-protokolov-zasedanij-rashirennogo-plenuma-nizhegorodskogo-gubernskogo-komiteta-rkp-b-v-1921-1923-gg/>. – Дата обращения: 19.04.2021.
11. Классификация вопросов приводится по сведениям Губкома, представленным на XII губпартконференции // Известия Нижгубкома. 1921. № 8-9-10. Приложения. С. 2-3. Пункты «здравоохранение» и «кад-

- ровые вопросы» введены автором. Составлено автором по материалам ГОПАНО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 20, 328, 329, 770, 1840, 1842, 2331, 2332, 2333, 2334, 2987, 2988, 3580, 3582, 4148.
12. ГОПАНО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 17, 18, 325, 765, 1835, 2329, 2985, 3579.
13. ГОПАНО. Ф. 1. Оп. 1. Д. 15, 321, 763, 1825, 1831, 2326, 2979, 3574, 4143.

УДК 101.1::316+37.017.4

ШЕСТЕРИКОВ А.В., МАРКОВА Т.В.

ОРУЖИЕ ПОБЕДЫ ППС-43

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В преддверии празднования одного из величайших в истории нашей страны события – победы Советского Союза в Великой Отечественной войне, СМИ западноевропейских стран преподносят обществу искаженные и в корне неверные факты о том, что происходило более полувека назад. В связи с этим повсеместно стали формироваться точки зрения, пропагандирующие отрицательные качества советских солдат и преуменьшающие роль Красной Армии в освобождении всего мира от фашизма, выделяя при этом незначительные, а порой и вовсе не совершенные подвиги других стран. Искажение фактов в пределах антисоветских точек зрения происходит относительно малоизученных событий и периодов Великой Отечественной войны. В настоящий момент основной темой для рассуждения является Ленд-Лиз, а именно – помощь от США в виде поставок оружия, припасов, техники на территорию СССР. Преувеличивая роль данного жеста помощи, западные страны вырывают пьедестал победы у СССР и заявляют о беспомощности Красной Армии. Не стоит забывать, что промышленность Советского Союза была в кратчайшие сроки после начала войны эвакуирована и развернута в безопасных местах. Заводы тяжелого машиностроения были переоборудованы под создание передвижной боевой техники и боеприпасов. Это было бы невозможно без деятельности выдающихся русских конструкторов. В одном ряду с всемирно известным Калашниковым, Ильюшиным и Фёдоровым стояли и другие личности, научная деятельность и разработки которых недостаточно освещены в общедоступных источниках информации. Разработки этих ученых по праву считаются лучшими, а автомат Калашникова на вооружении некоторых стран по сей день. Многие разработки были уникальны, большинство техники до сих пор не имеет аналогов в мире. На сегодняшний день мы можем констатировать тот факт, что разработки новых видов оружия во время ВОВ велись постоянно. Люди работали на износ, создавая и придумывая автоматы, пулеметы и пистолеты, отличающиеся простотой конструкции, надежностью и универсальностью. Все это диктовалось условиями войны, когда каждый килограмм стали был ценнее золота. Нечеловеческие условия работы и трудности вынуждали конструкторов разрабатывать оружие быстро и с минимальными затратами. Идеи, использованные при проектировке оружия в 40-х годах прошлого века, в условиях механизации войны представляют большую ценность. Правильное применение этих идей позволяет решать сложные задачи, уменьшать стоимость изготовления оружия и создавать что-то новое, превосходящее по многим параметрам уже существующие аналоги.

Один из тех, чье имя и разработки следует запомнить навсегда – Алексей Иванович Судаев. Создатель, а впоследствии и автор модификаций автомата ППС-42, с 1936 по 1938 года был студентом Горьковского Индустриального Института. Разработанный им после поступления в артиллерийскую академию им. Ф. Э. Дзержинского в 1938 году ручной пулемет под промежуточный патрон ППС-42 стал основой для автомата ППС-43, который изготавливался с конца 1942 года по июнь 1943 в блокадном Ленинграде. Решение о переносе производства в блокадный город было принято руководством СССР в связи с трудностями поставки оружия на фронт. Алексей Иванович Судаев лично контролировал производство своего автомата, работая по 14 часов в день. Стоит упомянуть, что Алексей Иванович встречался лично с М.Т. Калашниковым на сборах конструкторов оружия в 42-44 годах, и именно он,

рассматривая модель АК, сказал простые слова, ставшие визитной карточкой АК-47: «В простоте заключается надежность. Чем проще – тем лучше. Сделай его легче, убери все лишние пазы и вырезы – тогда твой автомат признают лучшим». Приняв совет А. И. Судаева, М. Т. Калашников начал доработку своего автомата. А. И. Судаев придерживался той же мысли и при создании своего автомата, доказав тем самым правдивость своих суждений. Этот автомат оставил след в истории. Простота и надежность его конструкции ценились как командирами, так и солдатами. Главными составляющими ППС-43 были: ствол, штампованная ствольная коробка, ручка переключения режима огня, магазин и приклад. На некоторых модификациях устанавливался дульный тормоз для повышения кучности стрельбы. Сконструированный под промежуточный патрон 7.62 мм, автомат не имел режима стрельбы очередями, но опытные офицеры могли производить по 2-3 выстрела за однократное нажатие спускового крючка. Такая стрельба повышала точность прицельного огня на дистанциях до 300 метров, причем целик настраивался на дистанции в 100 и 200 метров, а мушка была статична. Помимо продуманной конструкции автомат обладал высокой надежностью. Система предохранителя позволяла зафиксировать взведенный затвор в заднем положении с помощью перемещения предохранителя в специальный паз, что предупреждало самопроизвольный выстрел при падениях или ударах. Он работал безупречно на суше, в воде, с забитым грязью стволом и заржавевшими деталями ствольной коробки. Солдаты любили этот автомат за его безотказность. Подача патронов производилась с помощью пружины, встроенной в двухрядный секторный магазин емкостью 35 пуль. Магазин был удобен для подзарядки и прост в использовании, имел сравнительно небольшую массу для оружия данного класса. Предохранительная скоба с защелкой на приёмнике магазина предотвращала случайное извлечение во время боя. Пистолету – пулемету Судаева характерна средняя скорострельность и малая отдача. Пуля, выпущенная из ствола ППС-43, сохраняет убийную силу на дистанциях до 800 метров. Автомат был прост в использовании и обладал массой 6.72 кг с полным боекомплектом, включающим 6 снаряженных магазинов. Этот автомат практически не уменьшал мобильность солдата на поле боя. Существует две модификации пистолета – пулемета Судаева. Последняя принята на вооружение в 1943 году и отличалась от предыдущей укороченным стволом, объединёнными кожухом ствола и ствольной коробкой, видоизменёнными флажком предохранителя и защелкой плечевого упора. Именно эту модификацию вспоминают солдаты, когда говорят об автомате Судаева. Отдельно стоит выделить модификацию ствола ППС-43 для стрельбы из укрытия. Она включала в себя нарезной искривитель полета пули ТКБ-401, разработанный Н.Ф. Макаровым в 1946 году. Стандартный нарезной ствол сгибался под углом в 90 градусов по архимедовой спирали. ППС образца 43 года штамповался постоянно. За весь период войны в блокадном Ленинграде было выпущено более 47 тысяч моделей обеих модификаций. В общей сложности с 1941 по 1945 года было выпущено более 500 тысяч единиц. Сборка производилась в кратчайшие сроки благодаря использованию сварки и заклёпок. Основной метод изготовления деталей – штамповка. Этот автомат оценили по достоинству. В период второй мировой войны немецкие солдаты предпочитали его своим МП-40 за простоту и надежность. Финляндия и другие страны, проанализировав конструкцию, создавали аналоги под другими обозначениями. Он состоял на вооружении Польши до 1980 – х годов, а после применялся в охранных организациях, в КНДР использовался в армии до 1997 года. По сей день этот автомат пользуется популярностью у коллекционеров и охотников. Многие люди находят звук выстрела из ППС-43 его главной особенностью. Отмечаются также удобство работы с автоматом, качество изготовления, продуманность конструкции.

Используя архивные данные и открытые источники информации, мы доказали, что Советский Союз во времена ВОВ обладал всеми необходимыми ресурсами чтобы успешно вести борьбу с захватчиком. Этому способствовала также деятельность выдающихся конструкторов, одним из которых был Алексей Иванович Судаев. Созданный им ППС-43 получил всемирную известность, в основном за счет надежности и простоты конструкции. Гени-

альность и находчивость великих советских инженеров доказывается безотказной работой их разработок, дешевизной и простотой изготовления.

Библиографический список

1. Архив, 6 корпус НГТУ Им. Р. Е. Алексеева, данные о периоде обучения А. И. Судаева
2. ППС: лучший пистолет-пулемет Второй мировой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://histrf.ru/biblioteka/b/pps-luchshii-pistoliet-puliet-vtoroi-mirovoi>
3. **Жук А.Б.** Энциклопедия стрелкового оружия: револьверы, пистолеты, винтовки, пистолеты-пулемёты, автоматы. М., ООО «Издательство АСТ», «Воениздат», 2002. стр.658, 661
4. **Юрий Пономарёв.** ППС // журнал «Калашников. Оружие, боеприпасы, снаряжение» № 2, 2001. стр.10-16
5. Пистолет-пулемет Судаева ППС-43 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.armoury-online.ru/articles/smg/ru/pps-43/>
6. Пистолет-пулемет Судаева: рожденный в блокадном Ленинграде [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tvzvezda.ru/news/opk/content/20204161418-tT19S.html>
7. **Ющенко А.С.** Пистолеты – пулеметы конструкции А. И. Судаева / А. С. Ющенко. – М., 2017. – 304 с.
8. **Попенкер М.Р.** Пистолеты – пулеметы мира / М. Р. Попенкер. – М., 2020. – 464 с.

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подсекция 1.1

Радиоэлектронные системы и устройства

УДК 004

ВАСЯГИН М.А., ВОРОБЬЁВ Д.С., ВАНЮКОВ А.И., ЖУКОВ А.В.

ДИСТАНЦИОННАЯ АДАПТАЦИЯ В НОВОЙ КОМПАНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время во всех крупных компаниях появилась проблема, связанная с адаптацией пришедших сотрудников в новую для них корпоративную среду. Основными причинами появления этой проблемы являются: затруднение общения между сотрудниками, сложность адаптации к новой рабочей среде.

Для решения задачи упрощения адаптации специалистов в рабочей, коммуникационной и культурной среде, мы выбрали максимально удобное для пользователей решение, а конкретнее: WEB-сервис, ориентированный на помощь сотрудникам в адаптации к новому рабочему месту.

Главными преимуществами использования адаптивной и расширяемой WEB-платформы являются её доступность: для использования данного решения необходимо лишь устройство, способное выходить в сеть, и интернет-подключение; охват аудитории: решение использует интуитивные способы взаимодействия с программным обеспечением, что позволяет использовать его лицам почти любой возрастной группы; вариативность и адаптивность: по своей структуре WEB-приложение весьма дружелюбно относится к расширению функционала, что позволяет легко поддерживать и обновлять решение.

Сама адаптация происходит посредством изучения материала, развёрнутого на сайте с последующим тестированием, а также заданиями-кейсами. В решении предусмотрена дорожная карта адаптации, которая включает в себя не только прохождение курсов (изучение методического материала) и тестирование (прохождение тестов по изученному материалу), но и знакомство с коллегами, внутренней планировкой рабочего корпуса (корпусов) и ближайшего окружения рабочего помещения (кафе, парки, магазины, развлекательные заведения) посредством интерактивных карт, технологий виртуальной реальности (VR), а также альтернативной реальности (AR).

В решении также предусмотрено наличие личного кабинета работника, в котором он всегда имеет доступ к информации об уже пройденном материале, о материале, который ещё предстоит изучить, личной информации сотрудника, а также общедоступной информации о коллегах, их корпоративной информации (название отдела, адрес и номер рабочего корпуса, номер рабочего офиса, время перерыва) и контактах.

Решение выгодно для компаний как с точки зрения долгосрочных вложений в персонал, так и уменьшения расходов на поиск новых сотрудников. Рассмотрим успешные примеры введения решений адаптации сотрудников к корпоративной среде: В 2013 году коэффициент текучести кадров в ПАО «Квадра» составлял 2,11%, в 2014 году 2,6%. Коэффициент постоянства кадров менялся следующим образом – в 2013 году он составлял 97,89%, в 2014 году 97,11%. Следовательно, мы можем сделать вывод, что текучесть кадров в организации после проведения предложенных мероприятий уменьшилась, а коэффициент постоянства кадров возрос. Таким образом, внедрение решения является выгодным как для компании, так и для сотрудника. Поддержка сервиса может быть выполнена командой с небольшим количеством людей (системный администратор, Fullstack-разработчик, копирайтер, специалист по интеграции технологий VR/AR), что более перспективно, чем создание дополнительного отдела по работе с персоналом для последующей очной адаптации.

УДК 62

ГОНЧАРОВ М.С.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР С УДАЛЕННЫМ ДОСТУПОМ «УМНАЯ ТЕПЛИЦА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автоматизированная система выращивания плодовых культур с удаленным доступом «Умная теплица» способна контролировать климатические параметры (освещенность, температуру, влажность воздуха внутри теплицы, влажность грунта, автоматический полив) в заданном пользователем диапазоне через удаленный доступ.

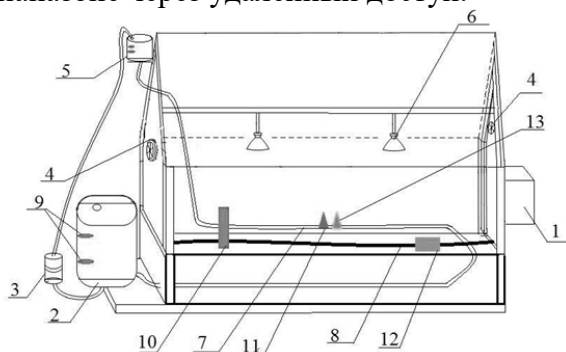


Рис. 1. Схема размещения элементов макета

На рис.1 обозначены:

- 1) блок управления с микроконтроллером,
- 2) ёмкость для подачи воды,
- 3) помповый насос,
- 4) система вентиляции,
- 5) буферная ёмкость,
- 6) светодиодные лампы,
- 7) ПВХ трубки,
- 8) саморегулирующийся нагревательный кабель,
- 9) датчики верхнего и нижнего аварийного уровня,
- 10) датчик температуры,
- 11) датчик температуры и влажности,
- 12) датчик влажности почвы,
- 13) датчик освещенности.

Область применения данной автоматизированной системы:

- использование как в частных теплицах, так и в фермерских хозяйствах и тепличных комплексах;
- использование при некоторых доработках для автоматизации процессов в квартире, частном доме и на различных предприятиях (в том числе, система «Умный дом»);
- использование в животноводстве и других отраслях.

Разработанная автоматизированная система выращивания плодовых культур с удаленным доступом «Умная теплица» предназначена для установки на приусадебные теплицы и имеет ряд преимуществ:

- данная автоматизированная система имеет модульное решение, каждый модуль разработан на своей плате, что дает возможность замены вышедшего из строя модуля или замены модулей при модернизации;
- автоматизированная система работает через удаленный доступ, что позволяет контролировать работу всех периферийных устройств и задавать любые параметры исполнительных механизмов в любой момент времени и на любом расстоянии, имея лишь доступ к интернету;
- удаленный доступ осуществляется через понятный интерфейс с выбором программы для создания определенных условий микроклимата для разных видов растений.

Теплица Графики Тестирование Конфигурация								
Тестовая панель								
Дата	Т. почвы, °C	Т. воздуха, °C	Т. воды, °C	Вл. почвы, %	Освещение	Вл. воздуха %	Мин. ур. воды	Макс. ур. воды
15:50:11 09/04/2018	24	25	24	0	Светло	13	0	0
008900960092000090800130000100055								
Пороговые значения	0020	0023	0020	0004	0005	0033	0006	0007

Рис. 2. Тестовая панель

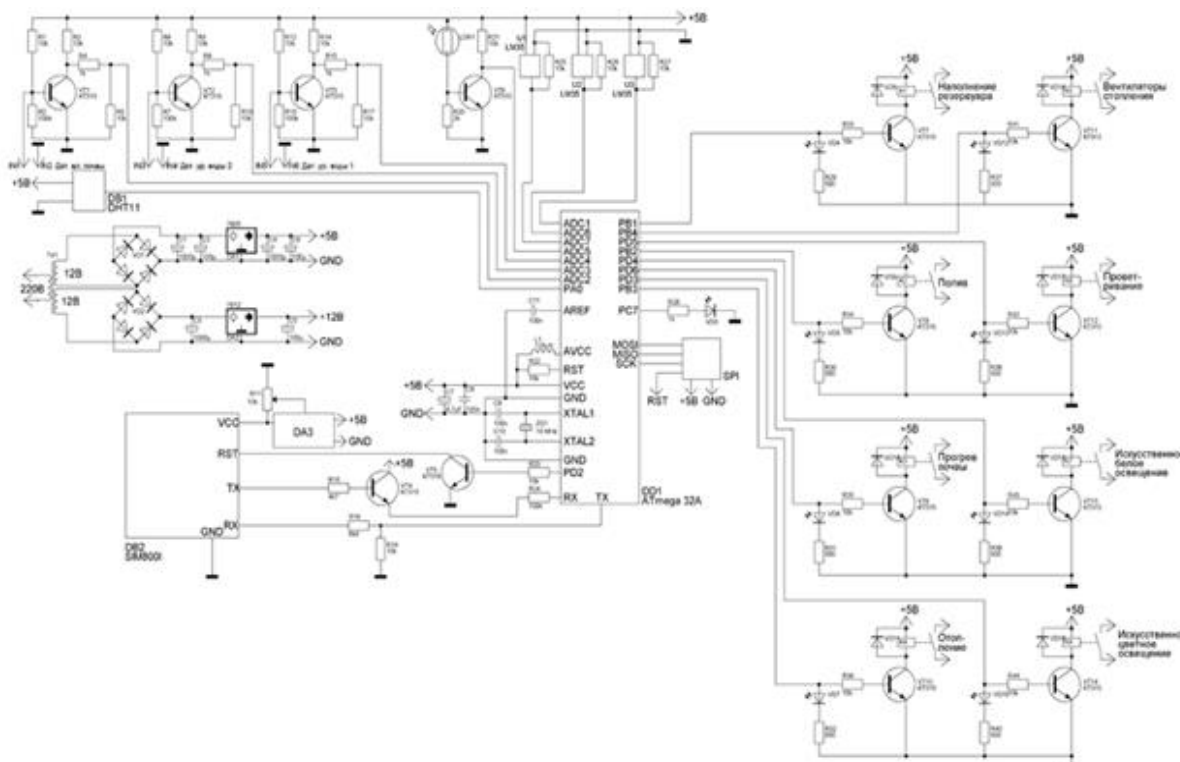


Рис. 3. Схема принципиальная электрическая «Автоматизированная система плодовых культур с удаленным доступом»

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО МАКЕТА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ С ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Радиолокационная станция (РЛС) – это радиотехническая система, предназначенная для обнаружения и измерения траекторных параметров морских, наземных и воздушных объектов. Фазированная антенная решётка (ФАР) – это антенная решётка, форма диаграммы направленности и направление излучения которой регулируются изменением амплитудно-фазового распределения токов или полей возбуждения на излучающих элементах. Применение ФАР в РЛС обеспечивает ряд преимуществ, таких как: возможность быстрого изменения направления приемного (передающего) луча антенны, высокий коэффициент усиления антенны при низком уровне боковых лепестков, возможность быстрого изменения зоны обзора РЛС, возможность формирования нескольких приёмных лучей и использования моноимпульсного метода измерения угловых координат объектов [1]. В цифровых ФАР громоздкая аналоговая диаграммообразующая схема с управляемыми аналоговыми фазовращателями заменяется на быстродействующую адаптивную схему цифрового диаграммообразования.

Целью работы является разработка учебного макета радиолокационной станции с фазированной антенной решёткой. Макет может использоваться для закрепления теоретических знаний, полученных студентами на лекциях, приобретения навыков работы с типовыми узлами радиолокационной техники, изучения основных этапов обработки радиолокационных сигналов и оценки основных характеристик РЛС.

В ходе выполнения работы были изучены основные принципы работы РЛС, рассмотрены алгоритмы цифровой обработки сигнала в РЛС с ФАР, произведено сравнение и выбор оптимальных методов измерения траекторных параметров объектов. Для оценки характеристик разрабатываемого устройства, была разработана его полная функциональная модель в среде моделирования Matlab.

Для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов в разрабатываемом макете предполагается использование отладочной платы DK-DEV-3C120N фирмы Altera совместно с платами аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования P0035AD/DA DataConversionCard. Основным вычислительным узлом отладочной платы DK-DEV-3C120N является программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) AlteraCycloneIII. В ходе выполнения работы были изучены основы архитектуры ПЛИС и особенности реализации алгоритмов цифровой обработки на их базе. Для реализации алгоритмов цифровой обработки на ПЛИС был изучен высокоуровневый язык описания аппаратуры VHDL.

1. **Фарина А.** Цифровая обработка радиолокационной информации: учебник / Фарина А., Студер Ф. Перевод с английского – Москва: Радио и связь, 1993. – 320 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ БЛИЖНЕГО РАДИОВИДЕНИЯ
ОТ АЛГОРИТМОВ СБОРА ОТСЧЕТОВ ПОЛЯ И АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ
РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью работы «Исследование зависимости качества восстановления изображений объектов методом ближнего радиовидения от алгоритмов сбора отсчетов поля и алгоритмов обработки результатов измерений» является сравнение результатов численного моделирования и экспериментальных данных в области цифровой голографии объектов простых форм и оценка разрешающей способности метода измерения.

Область цифровой голографии и восстановления изображения рассеивающих объектов является актуальной задачей при измерениях в ближней зоне. При этом используется измерение дискретных отсчетов комплексных амплитуд электромагнитного поля на плоской сетке.

В процессе измерений используются методики измерения амплитудно-фазового распределения поля в ближней зоне на плоскости, специализированные алгоритмы цифровой обработки сигналов. Среди методов, применяемых для восстановления изображения, используются такие, как радио-голография, преобразование Фурье от электромагнитного поля в ближней зоне антенны, математическое моделирование распространения и отражения электромагнитных волн в САПР Ansys HFSS, алгоритмы бинаризации изображения по методу Оцу.

Предполагается, что в результате цифровой обработки получаемой информации будет восстановлена форма объекта, совпадающая с формой облучаемого тела, после чего предполагается проведение оценки пространственной разрешающей способности метода и габаритных размеров различных объектов.

В результате исследования мы получим радиоголографирование объектов с простыми формами (шар, цилиндр), а также результаты численного моделирования радиоголографических измерений с использованием программного обеспечения для электродинамического моделирования Ansys HFSS.

В перспективе стоит задача определения границ применимости метода цифровой голографии и точности совпадения результатов при математическом моделировании и при эксперименте.

**РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА КОДИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРА
ЛИНЕЙНОГО ПРЕДСКАЗАТЕЛЯ ВОКОДЕРА**

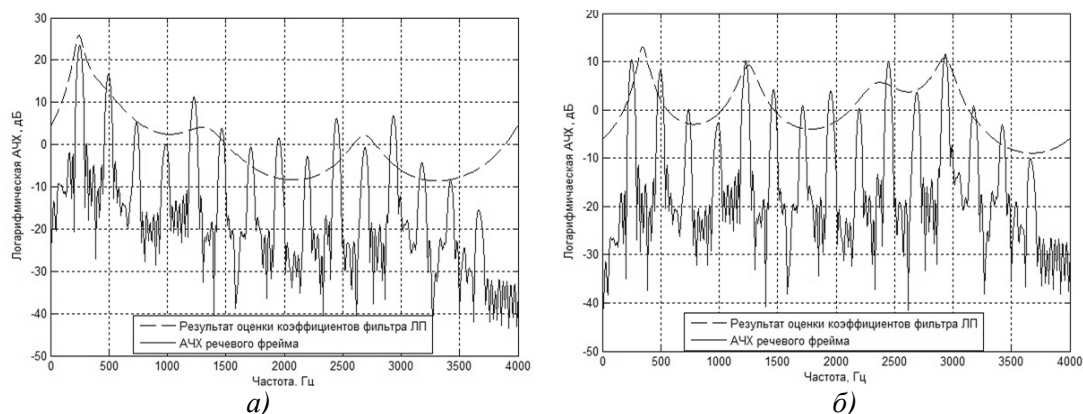
Федеральный научно-производственный центр АО "НПП "Полет"

Для уменьшения скорости цифрового потока, требуемого для передачи речевого сообщения, используются вокодеры (от англ. voice encoder). Широкое распространение получили вокодеры с использованием линейного предсказания.

Вокодеры анализируют и синтезируют речевые сигналы. При анализе оцениваются и кодируются некоторые параметры речевого фрейма – средняя мощность, огибающая спектра

и частота основного тона. Наиболее важно точно закодировать огибающую амплитудно-частотной характеристики (АЧХ). За это отвечает фильтр линейного предсказателя (ЛП).

Для качественного результата исходный сигнал необходимо подвергнуть сглаживанию. Вычислительно простую обработку можно провести с использованием амплитудного детектирования [1]. Также необходимо устранить спад на верхних частотах спектра речевого фрейма, возникающий из-за особенностей строения речевого тракта человека. Для этого формируется набор кривых, имитирующих спад АЧХ. Далее находится кривая, наилучшим образом аппроксимирующая особенность спектра. При вычитании из АЧХ речевого фрейма выбранной кривой устраняется спад. На рисунке представлена разница в оценке коэффициентов фильтра ЛП при наличии спада и после его устранения, которая заключается в подчеркивании речевых формант на верхних частотах.



Оценка коэффициентов фильтра линейного предсказания при наличии спада (а) и после его устранения (б)

Далее осуществляется переход к комплексному представлению сигнала, в связи с чем коэффициенты спектра и коэффициенты фильтра ЛП будут комплексными. При этом границы нового спектра необходимо согласовать, чтобы они приблизительно находились на одном уровне. Для этого предлагается использовать линейную аппроксимацию.

Затем находится автокорреляционная функция (АКФ) по квадрату полученной сглаженной АЧХ. На основе коэффициентов АКФ формируется система уравнений, после решения которой получаются коэффициенты полинома, соответствующего фильтру ЛП. Однако данные коэффициенты могут принимать значения в широком диапазоне, что может усложнить их кодирование. Предлагается кодировать коэффициенты множителей 1-й степени, полученные путем факторизации полинома. Оценочные исследования показали, что на каждый из коэффициентов фильтра ЛП достаточно 7 бит (128 значений).

1. **Артамонов, М.В.** Способ оценки огибающей кратковременного спектра речевого фрейма / М.В. Артамонов, А.В. Гришин, Н.А. Чащина // Международная научно-техническая конференция «Информационные системы и технологии» ИСТ-2018. Сборник трудов. – Н. Новгород, 2018 – С. 10-14

УДК 621.396.969

ЗАХАРОВА А.А., ПЛУЖНИКОВ А.Д.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АЗИМУТАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ РЛС КРУГОВОГО ОБЗОРА МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Метровый диапазон волн одним из первых начал применяться в радиолокации. В настоящее время широко применяются более коротковолновые диапазоны. Однако значение

метрового диапазона не только сохраняется, но и в некотором смысле повышается. Последнее имеет несколько причин. Во-первых, данный диапазон обладает повышенными возможностями для увеличения излучаемой мощности и, следовательно, для увеличения дальности действия локатора. Во-вторых, особенности конструкции современных антенных систем (антенных решеток) в метровом диапазоне обеспечивают их повышенную устойчивость к воздействию противорадиолокационных снарядов. В-третьих, в данном диапазоне технология СТЕЛС не дает ощутимого эффекта, т.е. эффективные площади рассеивания целей оказываются достаточно большими, что тоже способствует увеличению дальности действия.

Среди локаторов метрового диапазона широкое распространение находят радиолокационные станции (РЛС) дальнего обнаружения целей с круговым обзором по азимуту – угловой координате в горизонтальной плоскости. Причем круговой обзор в таких РЛС часто реализуется посредством кругового механического вращения антенной системы. Азимут цели в данном случае определяется как угол поворота антенной системы в момент обнаружения цели. Т.е. при обнаружении цели должен считываться упомянутый угол поворота. Считываемое значение угла представляется двоичным кодом. Для считывания такой информации она должна быть сформирована предназначенными для этого датчиками. Указанные датчики называем азимутальными датчиками.

В имеющемся парке рассматриваемых РЛС широко используются азимутальные датчики, построенные на основе таких электромеханических элементов, как сельсины, с применением механических редукторов и прочих компонентов. Качественные показатели этих датчиков не удовлетворяют современным требованиям: датчики не обеспечивают необходимую точность определения азимута цели. Указанный недостаток связан с ошибками электромеханической передачи угла сельсинами, люфтами редукторов, нарушением соосности вращающихся механических элементов, неточностями их изготовления, сборки и регулировки.

Модернизация проводится путем минимизации использования механических компонентов и исключения сельсинов, реализации требуемых функций преимущественно электронными компонентами с использованием современной элементной базы. В частности, предлагается применить существующие импульсные датчики, которые способны заменить работу четырех сельсинов. Подходящим является, например, абсолютный преобразователь углового положения ЛИР-ДА158А, который потребуется в единственном экземпляре. При этом целесообразно применить преобразователь цифрового кода для согласования интерфейса датчика с формирователем азимута. Преобразователь следует выполнить на базе современной ПЛИС 5576ХС1Т с ПЗУ 5576РС1У. Программное обеспечение для ПЛИС разработано программа в среде Quartus II 9.0 на языке программирования VHDL.

1. **Тяпкин, В.Н.** Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск: учебник / В.Н. Тяпкин, А.Н. Фомин, Е.Н. Гарин [и др.] – г. Красноярск: СФУ, 2011. – 536 с.

УДК 621.396.969.11

КУЛЬПИН А.Д., БУРОВ В.Н.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА UKF ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ТРАЕКТОРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЦЕЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является оптимизация алгоритма фильтрации UKF (сигматочечный фильтр Калмана) применительно к траекторной фильтрации.

Алгоритм UKF был подвергнут следующим изменениям. Параметры a и b были выбраны 1 и 0 соответственно, при этом наблюдается наилучшая сходимость алгоритма фильтрации.

Вместо разложения Холецкого для нахождения квадратного корня \mathbf{D} из матрицы используется операция извлечения квадратного корня из матрицы $\sqrt{\widehat{\mathbf{P}}_{k-1}}$ (метод sqrtm в среде MATLAB). Применение разложения Холецкого в качестве процедуры извлечения квадратного корня из матрицы оказалось затруднено, поскольку для этого требуется положительно определённая матрица, что в условиях данной задачи не может быть обеспечено.

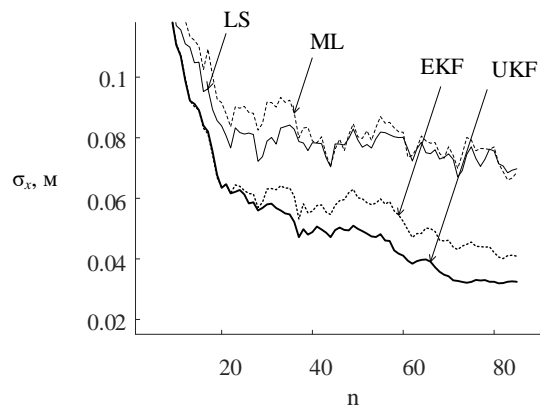
После вычисления ковариационной матрицы для экстраполированного состояния цели производится вычисление новой матрицы $\mathbf{D}^- = \text{sqrtm}(\widehat{\mathbf{P}}_{k|k-1})$, которая используется для вычисления дополненных сигма-векторов:

$$\begin{aligned} \bar{\chi}_0 &= \chi_{k|k-1}^*(0) \\ \bar{\chi}_0 &= \chi_{k|k-1}^*(0) + \sqrt{(L + \xi)} \mathbf{D}_i^- \quad i = 1, \dots, L \\ \bar{\chi}_0 &= \chi_{k|k-1}^*(0) - \sqrt{(L + \xi)} \mathbf{D}_i^- \quad i = (L + 1), \dots, 2L \end{aligned}$$

Подобраны коэффициенты ковариационной матрицы \mathbf{Q}_x , описывающей априорную неопределённость состояния цели, для получения наилучшего результата.

$$\mathbf{Q}_x = \begin{bmatrix} 5 \cdot 10^{-6} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 \cdot 10^{-6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 25 \cdot 10^{-7} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 25 \cdot 10^{-7} \end{bmatrix}$$

На рисунке представлена эмпирическая оценка СКО x -координаты цели, полученная в результате моделирования в среде MATLAB. Видно, что алгоритм UKF имеет более высокую точность траекторной фильтрации по сравнению с расширенным фильтром Калмана (EKF), методом максимального правдоподобия (ML) и методом наименьших квадратов (LS).



Сравнение оценок СКО x -координаты цели, полученных методом математического моделирования для различных алгоритмов траекторной фильтрации

ПОСТРОЕНИЕ ПРЕСЕЛЕКТОРА РАДИОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА ДМВ-ДИАПАЗОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные радиоприемные устройства преимущественно выполняются по супергетеродинной схеме с однократным или многократным преобразованием частоты [1]. Одной из задач, которые решаются в процессе проектирования приемного устройства, является задача максимального расширения динамического диапазона. Причем в супергетеродинных приемниках основными элементами, ограничивающими динамический диапазон, являются смесители, которые могут перегружаться сильными сигналами. В тех ситуациях, когда принимаемые сигналы весьма интенсивны, оказывается целесообразным исключение усилителя высокой частоты из преселектора. В указанных ситуациях такое решение может приниматься не смотря на ухудшение отношения сигнал-шум. Однако чрезмерное ухудшение отношения сигнал-шум способно привести к неприемлемым последствиям.

Для предотвращения упомянутых неприемлемых последствий в отсутствие усилителя высокой частоты необходимо предъявить повышенные требования к минимизации ослабления сигнала пассивным фильтром преселектора. Решению такой задачи постоянно уделялось особое внимание при выполнении данной работы. Очевидно, что указанный фильтр должен быть перестраиваемым, так как проектируемое устройство предназначено для приема сигналов от излучателей (передатчиков) с различными рабочими частотами. Для изучения возможностей реализации фильтра были рассмотрены следующие варианты. Первый вариант – применение рпн-диодов для коммутации конденсаторов, т.е. для подключения нескольких конденсаторов из определенного набора и настройки таким образом фильтра заданного порядка на определенную частоту. Второй вариант – применение варикапов (управляемых емкостей) для перестройки фильтра. В процессе проектирования первый из указанных вариантов был отклонен в связи с тем, что его реализация проигрывает второму варианту по массогабаритным показателям, показателям надежности и себестоимости.

При использовании варикапов преселектор реализуется как набор параллельных фильтров. Их количество определяется как отношение требуемого диапазона частотной перестройки к диапазону перестройки одного из фильтров, включенных параллельно. Поэтому расширение диапазона перестройки одного фильтра позволяет сократить количество параллельных фильтров, что положительно отражается на массогабаритных показателях, показателях надежности и себестоимости.

В связи с необходимостью расширения диапазона перестройки одного фильтра были проанализированы следующие два способа построения фильтра с варикапами для ДМВ-диапазона. Первый способ – минимизация паразитных реактивностей в печатной плате фильтра за счет мер конструктивного характера. Второй способ – компенсация паразитных реактивностей за счет мер схемотехнического характера. Более эффективным оказался второй способ.

Проектирование выполнялось при помощи таких инструментов, как AWR Microwave Office, Micro-Cap, Coil64, TXLINE.

1. **Велигоша, А.В.** Радиоприемные устройства: лабораторный практикум / А.В. Велигоша – г. Ставрополь: СКФУ, 2017. – 100 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПЕРСОНАЛА НА ПРЕДПРИЯТИИ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из наиболее важных и перспективных направлений в современной технической сфере является развитие технологии распознавания лиц. Данная технология нашла свое применение в множестве различных сфер, однако наиболее распространена в охранных системах и системах верификации.

Совокупность аппаратных и программных модификаций позволила добиться крайне высоких показателей точности, позволяя технологии распознавания лиц конкурировать с такими системами, как технология распознавания по радужке глаза и технология распознавания по отпечаткам пальцев. Также стоит отметить, что у технологии распознавания лиц имеется весомое преимущество над системами распознавания по радужке глаза и отпечаткам пальцев, которое заключается в бесконтактности процесса.

Применение технологии распознавания лиц является наиболее естественным процессом, так как она, подобно человеку, определяет других людей, в первую очередь, по лицу. А, следовательно, введение технологии в эксплуатацию будет воспринято более лояльно. Конкретным примером массового введения технологии распознавания лиц является программное обеспечение, установленное на современных моделях смартфонов, позволяющих разблокировать экран при помощи лица с очень высокой точностью определения, даже в нестабильной среде (ночное освещение, движение, частично закрытое лицо).

Точность распознавания постоянно растет и по данным отчета [5] Национального института стандартов и технологий (*NIST*) на апрель 2020 года наилучшая система распознавания лиц допускает ошибку, равную 0.08%, когда в свою очередь ведущая система 2014 года допускала ошибку в 4.1%, что в 51 раз больше последних результатов. Одним из лидирующих поставщиков систем распознавания лиц в мире является отечественная компания NtechLab. В 2020 году компания NtechLab подписала контракт на размещение в Нижнем Новгороде более 3000 камер с технологией распознавания лиц. Стоит отметить, что по мнению экспертов стоимость размещения такой системы составляет около 110 млн рублей, и в большинстве регионов разворачивание таких систем на данный момент является затруднительным в связи с отсутствием необходимой инфраструктуры, в том числе функционирующих центров обработки данных (ЦОД). Несмотря на свою стоимость, данная технология является неотъемлемой частью нашего будущего и уже сейчас демонстрирует превосходную эффективность во многих отраслях. Применение технологии распознавания лиц наиболее перспективно на производстве и закрытых объектах. Камеры можно установить на контрольно-пропускном пункте и в особо важных местах производственной площадки, что позволит обеспечить полностью автоматизированный процесс допуска, слежения и контроля соблюдения техники безопасности с практически идеальной точностью распознавания при наличии базы данных, представляющую из себя фотографии лиц всех сотрудников.

Исследование [6], опубликованное в июне 2019 года, предполагает, что к 2025 году технология распознавания лиц на глобальном рынке будет приносить доход в размере 8.5 млрд долларов. В 2020 году доход составлял 3.8 млрд долларов.

Использование технологии распознавания лиц радикально влияет на этические и социальные проблемы, связанные с защитой данных. Однако технологии безопасности данных постоянно улучшаются, и взлом такой системы на данный момент считается практически невозможным, особенно если используются локальные серверы, что очень удачно вписывается в модель применения данной технологии на производстве. Также стоит отметить, что для защиты личных биометрических данных разрабатывается и совершенствуется юридиче-

ская база, предназначенная для регулирования использования данных и сохранения конфиденциальности.

Практическая значимость работы заключается в описании методов введения технологии распознавания лиц на производственных объектах с целью автоматизации процессов допуска и контроля персонала, исключения человеческого фактора и повышения производительности производства.

Библиографический список

1. **Кухарев, Г.А.** Методы обработки и распознавания изображений лиц в задачах биометрии / Г.А. Кухарев [и др.]; под ред. М.В. Хитрова. – СПб.: Политехника, 2013. – 388 с.: ил.
2. **Друки, А.А.** Система поиска, выделения и распознавания лиц на изображениях / Известия Томского политехнического университета, 2011. – Т. 318. – № 5. – с. 64-70.
3. Режим доступа: <https://findface.pro/en/technology/> – Face detection, verification and recognition technology [Электронный ресурс]: FindFace [дата обращения: 16.04.21].
4. Режим доступа: <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/government/biometrics/facial-recognition> – Facial Recognition in 2021 (with examples) [Электронный ресурс]: Thales [дата обращения: 17.04.21].
5. Режим доступа: <https://www.csis.org/blogs/technology-policy-blog/how-accurate-are-facial-recognition-systems---and-why-does-it-matter> – How Accurate are Facial Recognition Systems – and Why Does It Matter? [Электронный ресурс]: Center for Strategic & International Studies [дата обращения: 17.04.21].
6. Режим доступа: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/facial-recognition-market-995.html> – Facial Recognition Market Size, Share and Global Market Forecast to 2025 [Электронный ресурс]: Markets and Markets [дата обращения 17.04.21].

УДК 681.1

ТРОШИН А.Ю., КОГТЕВА Л.В.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ЛАЗЕРНОЙ ПОДГОНКИ ЧИП-РЕЗИСТОРОВ

АО «НПО «ЭРКОН»

Вся электронная техника состоит из радиоэлектронных компонентов, таких как резисторы, конденсаторы, микросхемы. Одним из важных линейных компонентов является резистор – пассивный элемент электрических цепей, имеющий определенное или переменное значение электрического сопротивления, осуществляющий преобразование напряжения в силу тока, ограничение тока, поглощение электрической энергии и др.

В технологии производства любого типа резистора присутствует операция подгонки в необходимое допускаемое отклонение от номинального сопротивления. При производстве чип-резисторов широко используется лазерная подгонка. Подгонка производится путем выжигания части резистивного слоя лазерным лучом, что приводит к увеличению его сопротивления. Контролируя этот процесс, можно добиться нужного значения сопротивления, введя его в требуемые рамки допуска по отклонению от номинального сопротивления.

Для повышения производительности, снижения трудоемкости и стоимости обслуживания, а также оптимизации расходов по энергетической составляющей, существует необходимость модернизации устаревших машин в части системы управления.

Модернизации подверглись практически все составные части установки. Перечислим основные проблемы, которые решались при модернизации.

В заводском исполнении установки привод с ШВП был построен на двухкоординатном винтовом приводе с шаговыми двигателями с не очень хорошими характеристиками. В результате модернизации шаговые двигатели были заменены на более точные, соединительные муфты заменены на разрезные, оси с винтами оснащены демфирующими пружинами. На предметном столике расположено контактное устройство для установки резистора.

Блок управления движением (БУД) избавлен от архаичного блока управления. Был переработан пульт управления движением. В качестве управления двигателями выступает микроконтроллер ATmega328, установленный на аппаратной платформе Arduino.

Лазерный блок является результатом предыдущей модернизации установки и имеет возможность дистанционного задания параметров лазерного излучения, отправку информации о состоянии лазера на устройство управления, дистанционный пуск.

Модернизация коснулась также измерительной системы. Изначально в установках в качестве измерительной системы применялся громоздкий и сложный при ремонте и эксплуатации блок компаратора электрических сопротивлений. Новый измерительный узел состоит из высокоточного омметра, который подключается к плате управления установкой через высокоскоростной порт RS-232 и к лазерному блоку. Задание необходимого значения сопротивления производится с помощью тачскрина жидкокристаллического дисплея устройства ввода/вывода, граничные значения записываются в омметр.

Устройство ввода/вывода в существовавшей ранее установке отсутствовало как узел. В новой установке оно необходимо для ввода различных данных, таких как требуемое сопротивление, допустимое процентное отклонение, скорость движения привода, точка начала отработки шаблона, выбор типа резистора, шаблона, задания параметров лазера в систему. В составе новой модернизированной системы устройство ввода/вывода построено на жидкокристаллическом дисплее с тачскрином и модулем управления.

Таким образом, все проведенные работы по модернизации установки лазерной подгонки чип-резисторов позволили получить современную установку с более совершенной системой управления, отличающуюся высокой производительностью, возможностью более точной установки номинальных значений резисторов с заданной точностью, возможностью работы в полуавтоматическом режиме, экономичностью и энергоэффективностью.

УДК 621.396.96

ЧУРКИН А.В.

АЛГОРИТМ ОДНОЗНАЧНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ И СКОРОСТИ С МЕДЛЕННОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ ЧАСТОТЫ С УЧЁТОМ УГЛОВОЙ И АМПЛИТУДНОЙ СЕЛЕКЦИИ ОТМЕТОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время усилия автомобильной промышленности направлены на достижение нулевого показателя летальных исходов в автомобильных авариях. В связи с этим в автомобилестроении системы безопасности дополняются активными системами, такими как адаптивный круиз-контроль. Основными датчиками в таких системах выступают радары. Наибольшее распространение получили радары с непрерывным излучением, поскольку реализация импульсного режима работы радара требует применения супергетеродинного приемника, что ведет к многократному удорожанию аппаратной части радара по сравнению со случаем использования непрерывного сигнала и гомодинного приемника [1].

Однако значительное затруднение при обнаружении и измерении параметров отраженного сигнала (временной задержки и доплеровского сдвига частоты) в случае использования зондирующего сигнала с пилообразным законом модуляции вызвано тем, что эти два параметра влияют на сдвиг частоты принятого сигнала в равной степени. Разделить их можно только в том случае, если идентифицировать (определить взаимное соответствие) максимумы спектра, полученные при вычислении быстрого преобразования Фурье от реализаций сигнала разностной частоты, соответствующих нарастающему и спадающему участку закона перестройки частоты. При наличии многих целей (что наиболее характерно для практики) эта задача становится трудно разрешимой.

В данной работе рассматривается алгоритм определения дальности и скорости объекта при медленной перестройке частоты с ограничением по углу обзора и порогового значения спектральной мощности, что позволяет уменьшить аппаратную сложность радара. Для исключения влияния объектов за пределами дорожного полотна используется угол диаграммы направленности 8° , что дает компромиссное решение между технологической сложностью реализации антенны и селекции объектов. Для источников вторичного излучения, попавших в луч обзора, применяется ранговый алгоритм обнаружения, что позволяет идентифицировать объект в спектре соответствующей нарастающему и спадающему участку закона перестройки частоты.

1. **A.V. Myakinkov**, A.A. Kuzin, A.D. Pluzhnikov, A.G. Ryndyk, R.S. Fadeev, S.A. Shabalin, P.S. Rogov. Development of the Automotive Radar for the Systems of Adaptive Cruise Control and Automatic Emergency Breaking // Proceedings of 2019 International Conference on Engineering and Telecommunication(EnT) DOI: 10/1109/EnT47717/2019

УДК 621.396

ШИТОВА А.А.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНОСТНОГО МЕТОДА ДЛЯ РАЗЛИЧЕНИЯ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследовалась возможность различения фазоманипулированных (или частотно манипулированных) сигналов при использовании блока опорных колебаний. Манипулированные колебания в цифровых системах носят битовый характер с синхронизацией момента начала передачи и длительности посылки. Если в приемнике создать блок аналогичных опорных колебаний [1], то можно применить простейший метод определения разности принятого сигнала с помехами с колебаниями опорных частот. При совпадении с конкретной опорной частотой величина разностного сигнала будет минимальной, что и позволит различать ее с несовпадающей опорной частотой. Используется столько колебаний опорной частоты, сколько и возможных манипулированных колебаний принимаемого сигнала. Столько же и блоков вычитания.

На рис.1 показан фрагмент принятого сигнала с шумом и импульсной помехой, генерируемый в экспериментальной модели для данных исследований (отношение сигнал/шум 18 дБ).

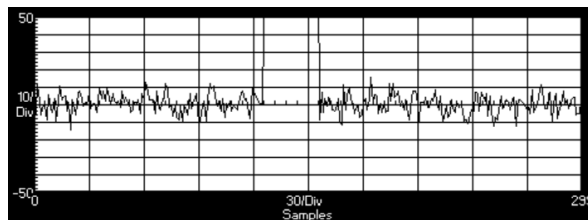


Рис. 1. Сигнала с шумом и импульсной помехой

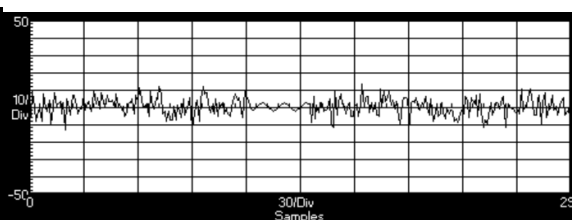


Рис. 2. Колебания на выходе вычитателя

На выходе вычитателя, на котором совпали принятые колебания с нужной частотой опорного колебания, уровень сигнала будет наименьшим, по сравнению с выходным уровнем тех вычитателей, на которых сигнал не совпадет с колебанием опорной частоты.

На рис. 2 показан вид колебаний на выходе вычитателя с совпадающими колебаниями принимаемого сигнала и опорной частоты.

Исследования подтверждают возможность создания в приемном устройстве механизма определения конкретного принимаемого сигнала при обработке решающим устройством уровня колебаний на выходе вычитателей.

1. Есипенко В.И., Сюваткин А.Д. Борьба с импульсными помехами с использованием опорных колебаний. Материалы «XXVI Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии ИСТ-2020», г. Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2020.

УДК 621.396

ШИТОВА А.А., СЮВАТКИН А.Д.

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ПРИЕМА ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПЛЕКСА ПОМЕХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе [1] была приведена возможность повышения достоверности корреляционного приема при использовании блока опорных частот и воздействии импульсных помех. При этом не учитывалось влияние гауссовского шума канала связи. В данной работе авторами исследованы возможности улучшения достоверности приема с использованием блока опорных частот и воздействии аддитивной смеси сигнала с гауссовским шумом и импульсными помехами.

В результате исследований показано, что при воздействии и гауссовского шума, и импульсной помехи различной длительности величина BER ошибок существенно ухудшается по сравнению с их значениями без воздействия помех. Это наглядно видно на рис. 1, на котором кривые BER ошибок получены без корреляции с колебаниями блока опорных частот.

Исследована возможность повышения достоверности принимаемых сигналов (уменьшения BER ошибок) в условиях действия комплекса помех при использовании корреляции принимаемого сигнала с колебаниями из блока опорных частот, принцип применения которых описан в [1]. Множество статистических измерений показали, что применение блока опорных частот позволяет существенно повысить достоверность приема фазоманипулированных сигналов. На рис. 2 по сравнению с кривыми рис. 1 видим, что величина BER ошибок стала заметно лучше с применением опорных частот, что подтверждает эффективность использования блока опорных частот.

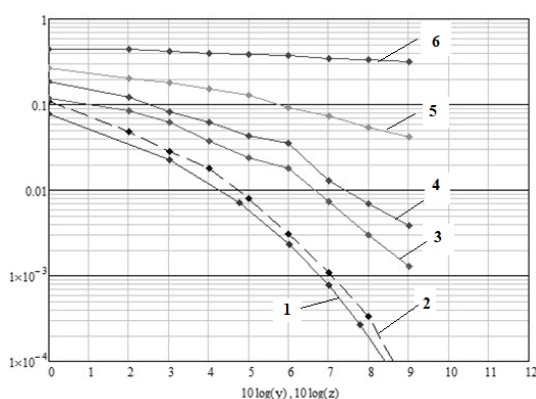


Рис. 1. Кривые BER без корреляции

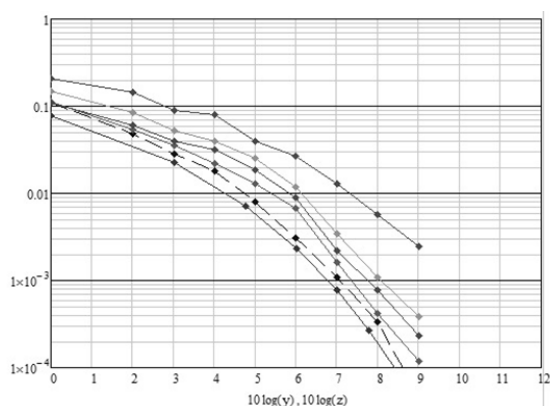


Рис. 2. Кривые BER с корреляцией

На обоих рисунках по вертикали BER ошибки, по горизонтали отношение сигнал/шум. кривые: 1 - теоретическая без импульсной помехи, 2 - моделирование без импульсной помехи, 3, 4, 5, 6 при длительностях импульсной помехи 10,15, 25, 50% от длительности битовой посылки соответственно.

-
1. **Есипенко В.И.**, Сюваткин А.Д. Борьба с импульсными помехами с использованием опорных колебаний. Материалы «XXVI Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии ИСТ-2020», г. Н.Новгород, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2020.

УДК 621.396

ЮНИСОВ А.Р.¹, **ГОРЧИНСКИЙ И.А.**¹, **ЕРМОШКИН А.В.**²,
КАПУСТИН И.А.², **БОГАТОВ Н.А.**², **РОМАНОВ А.Д.**³

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСТАНЦИОННОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АКВАТОРИИ

Общество с ограниченной ответственностью "Радионавигационная компания"¹
Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики РАН²
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева³

В настоящее время на континентальном шельфе добывается около 35 % от общемирового объема добычи жидких углеводородов. Число морских платформ в мире составляет несколько тысяч и будет увеличиваться, как и объемы добываемого и транспортируемого углеводородного сырья. Одновременно растет количество судов танкерного флота, морских подводных трубопроводов, нефтяных терминалов и причалов. Поэтому особое значение имеет обнаружение повреждений и возможных отказов, а также прогнозирование развития аварий, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов. Организация эффективного экологического мониторинга морских объектов нефтегазодобычи, в целях совершенствования механизма предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, становится все более актуальной, особенно в морях Арктики и Дальнего Востока. Арктический регион характеризуется чувствительными к негативному техногенному воздействию экосистемами – даже разлив углеводородов малых объемов может привести к значительным экологическим последствиям с долгосрочным периодом восстановления биоресурсов. Для мониторинга нефтяного загрязнения применяются различные методы (оптическое наблюдение в видимом, ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах, флюоринценция, лазерное зондирование и др), имеющие свои преимущества и недостатки, как по стоимости, так и по погодным условиям и дальности обнаружения загрязнений. Наибольшую зону покрытия имеет радиолокация, в частности космическая, которая позволяет наблюдать нефтяные пятна на поверхности воды. Радиолокационные средства наблюдения, такие как космические радиолокаторы с синтезированной апертурой на искусственных спутниках Земли Envisat и Radarsat, обеспечивают регулярное получение подробной информации одновременно на всей контролируемой акватории. Привлекательность этих методов обусловлена всепогодностью радиолокации, а также возможностью сбора информации на обширных акваториях, позволяющей получать практически мгновенную картину пространственного распределения нефтяных пятен и отслеживать трансформацию этой картины во времени.

Проблема создания систем оперативного экологического мониторинга в настоящее время является весьма актуальной. Ее актуальность обусловлена, прежде всего, необходимостью упреждающего реагирования оперативных служб и властей на аварийные ситуации, связанные с разливами нефтепродуктов, в особенности на водных объектах, включая Арктические регионы.

Ожидается, что создание автоматизированного дистанционного радиолокационного комплекса высокого разрешения для мониторинга акваторий на 100% позволит обеспечить возможность проведения экологического мониторинга в Арктике и на Дальнем Востоке в прибрежной зоне и в районе нефтяных платформ.

Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры

УДК 621.396

КОПЫЛОВ Р.Ю.¹, ЯМПУРИН Н.П.²

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНДУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Федеральный научно-производственный центр АО "НПП "Полет"¹
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева²

В радиоэлектронных средствах (РЭС) летательных аппаратов широко представлены авиационные радиостанции различных диапазонов длин волн. Анализ массогабаритных параметров современных радиостанций показал, что на первом месте находятся импульсные источники питания [1], на втором - коммутируемый фильтр гармоник и только на третьем - собственно модуль усилителя мощности [2]. Поэтому в настоящее время добиться снижения массогабаритных характеристик радиостанций можно не за счет схемотехнических решений, а при использовании более совершенных индуктивных элементов РЭС. Об этом говорит и рост числа публикаций, посвященных исследованию свойств и характеристик катушек индуктивности и сердечников, входящих в их состав, которые используются при разработке узлов РЭС.

Основные параметры индуктивных элементов РЭС зависят, в первую очередь, от материалов и технологии изготовления сердечников. Материал современного сердечника состоит из следующих компонент: клеевой связки (как правило, это полимерная матрица для получения композиционного материала, например, бакелитовый лак) и наполнителя, например, карбонильного железа. Поэтому особое внимание при совершенствовании сердечников уделяется: поиску новых материалов наполнителя сердечника; совместимости этих материалов со связкой сердечника; свойствам связки сердечника, нахождению альтернативных связок [3]; термоустойчивости всех элементов [4]. Отдельной группой можно выделить исследования параметров катушек индуктивности с сердечниками различных марок и из различных материалов. К числу наиболее сложных задач относят не просто подбор материала, удовлетворяющего комплексу требований, а его синтез с заранее заданными свойствами.

В работе показано как анализ, моделирование и апробация различных марок и типов клеев, а также эксперименты по технологии изготовления сердечников позволили получить оптимальные составы клеевых связок традиционных материалов в виде карбонильного железа для индуктивных элементов радиоэлектронных средств РЭС.

Использование новых высокоэффективных теплопроводных связок сердечников индуктивных элементов позволило добиться увеличения снимаемой мощности в 3-5 раз при сохранении прежних массогабаритных характеристик, а также обеспечить необходимую термостабильность при высоких температурах.

Библиографический список

1. Кокс, Д. Сердечники из распыленного железа в импульсных источниках питания // Современная электроника. – 2006. № 1,2,3.

2. **Копылов, Р.Ю.** Применение новых материалов в усилителях мощности авиационной радиосвязи/Р.Ю.Копылов, Н.П.Ямпурин //Сборник материалов ВНТК «Радиоэлектронные устройства и системы для инфокоммуникационных технологий» .-М: 2020,с.88-91.
3. **Кудрина, А.В.** Свойства и области применения клеевых и герметизирующих материалов. /А.В.Кудрина // Клеи. Герметики. Технологии. – 2014. № 6. - С. 42.
4. Обеспечивающие технологии электроники: охлаждение встроенных систем. / А. Реут // Современная электроника. – 2010. № 4. - С. 14.

УДК 621.314.6

РОМАНОВ А.С., ШАРОВ В.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕКТОРА КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ИМПУЛЬСНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ

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

В настоящее время для питания вычислительных устройств и периферии используются импульсные источники питания (ИИП). Одной из особенностей ИИП является возможность коррекции коэффициента мощности для уменьшения реактивной составляющей тока, потребляемого от сети.

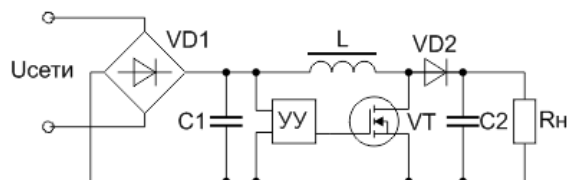
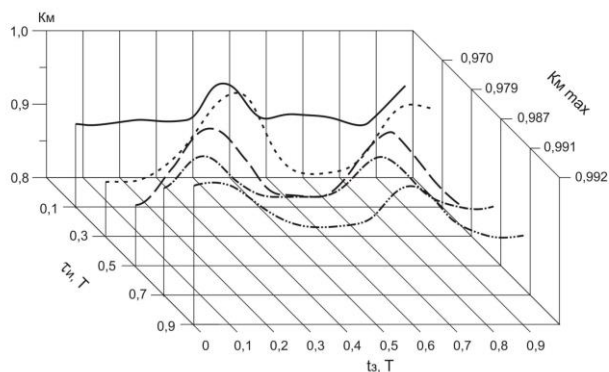


Рис.1. Активный корректор коэффициента мощности

Принцип действия активного корректора коэффициента мощности (АККМ, рис.1) заключается в формировании в питающей сети импульсов тока индуктивного характера, уравновешивающих емкостную составляющую тока нагрузки. При этом используется последовательность ШИМ импульсов, модулированных напряжением сети.

В ходе исследований была выдвинута идея о возможности использования немодулированных по длительности компенсирующих импульсов, действующих не непрерывно, а только во время протекания тока заряда нагрузочной емкости C_2 . При проверке данного механизма было установлено, что достигаемый коэффициент мощности зависит как от длительности импульсов при фиксированной частоте повторения, так и от их фазы (сдвига) относительно опорного напряжения (напряжения сети).

Были получены зависимости коэффициента мощности в зависимости от указанных параметров при частоте импульсов 1 кГц, длительностях импульсов от 0,1 до 0,9 мс и величине сдвига в пределах одного периода повторения (рис.2).



**Рис.2. Зависимость коэффициента мощности от длительности
и фазы корректирующих импульсов**

Полученные зависимости показали принципиальную возможность использования компенсирующих импульсов постоянной длительности, упрощающих схему АККМ. В настоящее время ведется работа по сравнительному анализу характеристик АККМ по предложенной схеме и классическому варианту АККМ.

УДК 621.314.6

СЕРОВ В.Ф., ШАРОВ В.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ КАСКАДОВ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

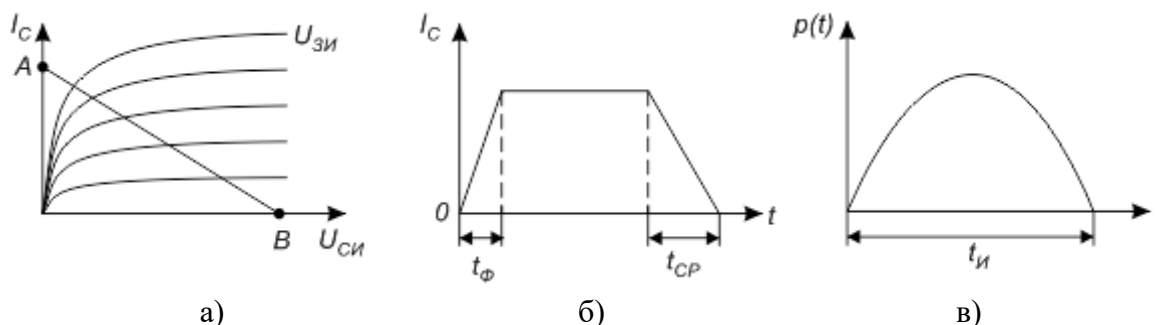
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Совершенствование компьютеров и периферийных устройств сопровождается увеличением их энергопотребления. В настоящее время для их питания в основном используются импульсные источники питания (ИИП). При разработке мощных ИИП одним из основных вопросов является обеспечение максимально возможной выходной мощности и высокого КПД. Низкий КПД, среди всего прочего, приводит к необходимости применения мощных систем охлаждения что приводит к потере преимуществ ИИП перед линейными источниками питания в части массо-габаритных показателей.

Элементами ИИП с максимальной рассеиваемой мощностью являются выходные каскады, выполненные на мощных МОП-транзисторах.

В литературе, посвященной современным источникам питания [1] приводятся различные схемы таких каскадов и их параметры. При рассмотрении энергетических показателей используются параметры транзисторов: допустимый ток стока, сопротивление канала в режиме насыщения и т.п.

В идеальном случае в режиме насыщения и отсечки тока можно считать рассеиваемую транзистором мощность равной нулю (точки А и В на нагрузочной прямой, рис., а). Однако во время переключения транзистора, с учетом конечного времени переключения, на интервалах t_{ϕ} и t_{CP} мгновенная рассеиваемая мощность $p(t) = i(t)u(t) \neq 0$. Примерная зависимость мгновенной мощности от времени в случае работы на активную нагрузку приведена на рис., в.



а) Характеристики и процессы при переключении полевого транзистора

Средняя рассеиваемая мощность может быть найдена из соотношения

$$P_{cp} = \frac{1}{t_u} \int_0^{e_b} p(t) dt,$$

где $t_u = \{t_{\phi}; t_{CP}\}$. В силу того, что в реальных условиях нагрузка каскадов, как правило, бывает резистивно – индуктивной, представляется актуальным исследование процессов в выходных каскадах ИИП со сложной нагрузкой и оценка их влияния на параметры ИИП.

Библиографический список

1. **Мэк Р.** Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению/Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Додэка-XX1», 2008. — 272 е.: ил. (Серия «Силовая электроника»).
2. **В. Дьяконов.** Физическое моделирование схем на полевых транзисторах в Simulink и SimElectronics// Компоненты и технологии, №11, 2011, с.162-170.

УДК 004.9:324

ДМИТРИЕВ И.Н., БАБКИНА М.О.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГЕРЕНТНОГО ИСТОЧНИКА СВЕТА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день одним из значимых направлений в сфере научной деятельности является развитие биомедицинских исследований в области микрохирургии. Решение множества важнейших проблем стало возможным благодаря внедрению информационных технологий на основе эффективных автоматических алгоритмов анализа и обработки данных. В статье рассматривается задача разделения поверхностей по типу гладкости из схожих материалов. При проведении эксперимента яркостные характеристики материалов не учитывались.

В современном микрохирургическом оборудовании встраиваемые видеокамеры ультравысокого разрешения позволяют получать и обрабатывать информацию в виде последовательных изображений с применением технологий компьютерного зрения. Основополагающей идеей в решении поставленной задачи стало изучение внешних свойств и характеристик исследуемого объекта под действием источника когерентного света. Направленное на поверхность предмета излучение рассеивается, создавая эффект мерцания, получившего название "спекл" (speckle) [1].

Для анализа полученные в ходе эксперимента изображения подвергаются первоначальной обработке. Снимки, приведенные в градации серого цвета, хорошо передают зернистую текстуру спеклов, сформированных по причине вариаций уровня цвета между соседними ячейками. Данный эффект позволяет получить более точное описание исследуемого объекта, если учесть, что поверхности различного рода имеют разные отражательные свойства.

Для построения модели была сформирована база данных из материалов (три вида пластика) с разной шероховатостью. Целью эксперимента было различение без использования яркостных характеристик типов: гладкая, средней гладкости (средняя) и шероховатая поверхности. Для этого требуется выделить спеклы на изображении и анализировать плотность заполнения областей спеклами.

В качестве экспериментального решения задачи распознавания видов поверхностей был применен метод машинного обучения «случайный лес». (Random Forest) [2]. Изначально для каждого исследуемого объекта требуется сформировать обучающий набор данных. Для этого достаточно выполнить фильтрацию каждого цветового канала, удалив различные шумы, и получив, таким образом, оставшиеся истинные спеклы. Затем, задав размеры сканирующего окна, ведутся подсчеты точек в каждой области. В результате полученная выборка представляет собой таблицу из плотности спеклов в каждом цветовом канале. Применив полученные данные в качестве обучающей выборки построено решение на языке Python с вероятностью правильного отнесения к классу по тестовой выборке 84% с приведённой матрицей перепутывания в таблице.

Матрица перепутывания

		Предсказанное значение		
		Гладкая	Средняя	Шероховатая
Истинное значение	Гладкая	455	43	33
	Средняя	35	457	51
	Шероховатая	48	47	416

Использование такой дополнительной характеристики для изображения как шероховатость поверхности позволяет разделить структуры, близкие по цвету, но отличные по гладкости. Например, фрагменты изображений исследованных материалов при светодиодной подсветке слабо различимы, а при прикосновении можно точно отметить границу перехода.

Применение когерентного источника света в оптических системах позволяет различить структуры по шероховатости, что дает возможность обнаружения аномальных областей даже при схожих яркостных характеристиках объектов. В медицине востребованность в распознавании материалов по шероховатости требуется в различных областях хирургии, т.к. чаще всего структуры слабо различимы и необходима дополнительная информация, которую возможно визуализировать с помощью когерентного источника света.

Библиографический список

1. **Dunn A.K.**, Bolay H., Moskowitz M.A., Boas D.A. Impact of velocity distribution assumption on simplified laser speckle imaging equation // J. Cereb. Blood Flow Metab. – 2001. – V. 21. – P. 195–201.
2. **Geurts P.**, D. Ernst., and L. Wehenkel, “Extremely randomized trees”, Machine Learning, 63(1), 3-42, 2006.

УДК 004.414

КВАСОВ А.С.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ АНАЛИЗА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ФИНТЕХЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С каждым днем информационными системами финансовой организации формируются все большие объемы информации о бизнес-процессах в виде журналов событий. Несмотря на это, большинство организаций диагностирует проблемы на основе интервью бизнес-заказчиков и аналитических отчетов, а не фактов. Интеллектуальный анализ процессов - это новая дисциплина, основанная на подходах, связанных с моделированием процессов и интеллектуальным анализом данных. Он не только позволяет организациям в полной мере использовать информацию, хранящуюся в их системах, но также может использоваться для проверки соответствия бизнес-процессов целевым установкам, обнаружения узких мест и прогнозирования проблем [1].

Основная идея интеллектуального анализа процессов заключается в диагностике бизнес-процессов путем анализа журналов событий с целью получения знаний. Учитывая его потенциал, неудивительно, что в последнее время автоматизированная обработка журналов событий стала важной областью исследований [2].

Одним из методов решения задачи интеллектуального анализа взаимодействия компонентов ИС, основанных на анализе журналов событий, в целях моделирования бизнес-процессов является метод Process Mining, выступающий связующим звеном между Data Mining и Process Management. Он позволяет переходить от реально выполняемых в ИС процессов, получая информацию из журналов событий компонент ИС, к описанию бизнес-процессов [3].

Однако качество журналов у некоторых компонент ИС может быть недостаточным для получения полной картины их взаимодействия, в связи с чем перед их обработкой следует провести анализ достаточности необходимой информации в каждой компоненте ИС. Возникает дополнительная задача при обработке журналов в режиме реального времени приводить их в состояние, подходящее для применения методов Process Mining. Для решения этой задачи предлагается использовать набирающий популярность мультиагентный подход.

Агентно-ориентированный подход применяется при реинжиниринге сложных бизнес-процессов. Агентом является аппаратно-программная сущность, обеспечивающая интеллектуальную деятельность на конкретном участке информационной системы, выполняя поставленные владельцем агента задачи и соблюдая заложенную логику. Агенты объединяются в группы и взаимодействуют как между собой, так и с владельцем, получая указания и выдавая результат своей деятельности в рамках достижения поставленной перед ним цели. Данный подход может применяться там, где существующие классические математические модели имеют или очень ограниченное применение или не применимы вовсе [4].

Библиографический список

1. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes / W.M.P. van der Aalst. – N.-Y.: Springer Verlag. –2011 . – 370 с.
- 2.. Wen L, Wang J., van der Aalst W.M.P., Huang B., and Sun J. A Novel Approach for Process Mining Based on Event Types. *Journal of Intelligent Information Systems*, 32(2):163–190, 2009.
3. Мицюк А. А., Шугуров И. С. Синтез моделей процессов по журналам событий с шумом//Моделирование и анализ информационных систем, 2014, том 21, номер 4, 181–198.
4. Ржевский Г.А., Скобелев П.О. Как управлять сложными системами? Мультиагентные технологии для создания интеллектуальных систем управления предприятиями. Перевод с английского George Rzevski, Petr Skobelev *Managing Complexity* / WIT Press. – 2015. - 290 с.

УДК 621.396.24

ХИТЕВА Д.В., ГОРОХОВ К.В., КОЛОБКОВ А.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ БЛОКОВОГО ПЕРЕМЕЖИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩЕЙ РАЗНЕСЕНИЕ БИТ В ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

Федеральный научно-производственный центр АО " НПП "Полет"

Вследствие многолучевого распространения в линиях связи, когда сигнал поступает на приемник по двум или более путям различной длины, возникают искажения сигнала, вызывающие ошибки, которые группируются в пакеты. Чтобы преобразовать групповые ошибки в одиночные, которые декодер может легко исправить, используется перемежение символов. В работе рассматривается блочный перемежитель «ВІ», в котором передаваемые биты записываются в таблицу перемежения по N_c столбцам, а каналные биты считываются из нее по N_r строкам. Анализ работы «ВІ» был проведен посредством компьютерного моделирования OFDM-системы радиосвязи в рамках модели Ваттерсона для двулучевого канала [1] с релейскими замираниями. Для исправления ошибок было применено кодирование сверточным кодом двух типов: 1) с восьмеричными образующими коэффициентами $(G_1, G_2) = (133, 171)_8$ и длиной кодового ограничения $K = 7$ [2]; 2) $(G_1, G_2) = (5, 7)_8$, $K = 3$. Декодирование осуществлялось по алгоритму Витерби. Расчеты были проведены для систем с числом поднесущих 140, 70 и 35, интервалами между лучами 1-16 отсчетов при манипуляции 2PSK, 4PSK для замираний с уширениями Доплера от 0.25 Гц до 10 Гц.

С увеличением длины перемежителя помехоустойчивость приема повышается, но вместе с тем увеличивается и задержка передачи сообщения. Также на работу «ВІ» влияет

его структура, т.е. значения N_r и N_c . Для рекомендованной длины перемежителя $N_s^{(rec)} \approx 10T_c/T$ было установлено оптимальное значение $N_c^{(opt)} = 2^{n_0}$. Здесь N_s – длина перемежителя в OFDM-символах; T_c – время когерентности канала; T – длительность OFDM символа с циклическим префиксом; n_0 – натуральное число, удовлетворяющее неравенству $2^{n_0-1} < kv \leq 2^{n_0}$, где v – конструктивная длина кода, $v = K - 1$; k – целое число, которое определяется в зависимости от скорости сверточного кода.

При малых скоростях замираний рекомендованная длина $N_s^{(rec)}$ перемежителя может быть слишком большой, что критически увеличит задержку. Поэтому зачастую необходимо использовать $N_s < N_s^{(rec)}$. Для определения оптимальных параметров перемежителя в этих условиях было предложено использовать функцию $D_{i,j} = \min_{i,j} \sqrt{d_{i,j}^{(t)2} + d_{i,j}^{(f)2} + d_{i,j}^{(c)2}}$, характеризующую минимальное расстояние в пространстве «время-частота-код» на входе деперемежителя между всеми парами (i, j) бит, принадлежащих одному блоку на выходе кодера. Расстояние во временной области $d_{i,j}^{(t)}$ нормируется на время когерентности канала. Расстояние в частотной области $d_{i,j}^{(f)}$ рассчитывается в виде нормированного отклонения от периода осцилляций в спектре мощности сигнала на выходе двулучевого канала. Расстояние $d_{i,j}^{(c)}$ – расстояние между битами, нормированное на эффективную глубину декодирования используемого кода. Исследования показали, что найденные с помощью предложенной функции зависимости $N_c^{(opt)}(N_s)$ оптимальных значений числа столбцов от длины перемежителя хорошо аппроксимируют реальные зависимости, полученные посредством моделирования помехоустойчивости приема.

Библиографический список

1. **Watterson C.C.**, Juroshek J.R., Bensema W.D. Experimental confirmation of an HF channel model // IEEE Transactions on Communication Technology. 1970. V. 18. № 6. P. 792–803.
2. ARINC Specification 635-2. HF Data Link Protocols. Published: February 27, 1998.

УДК 004.7:004.89

ШАМАСНА Х.А.

ПУТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ СБОРА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование актуальной информации и знаний, а также современных информационных сетей является ключевым фактором цифровизации производства для различных видов экономической деятельности.

Для реализации сетевого управления необходим непрерывный сбор данных мониторинга от различных устройств и из любого места. Современные технологии промышленного интернета вещей предлагают решения для повышения производительности при одновременном снижении затрат. Предлагается с использованием технологий промышленного интернета вещей объединить множество территориально распределенных технологических объектов управления в одну систему, централизованно обрабатывать данные мониторинга, что позволит кардинально повысить качество управления.

В традиционном варианте облачных вычислений устройства интернета вещей (IoT) отправляют сырые данные в облако, где они могут обрабатываться на основе сложных алгоритмов. Так, в беспроводных сенсорных сетях данные собираются с сенсорных устройств и отправляются на серверы обработки данных. В настоящее время выполняется переход от

традиционной «облачной» модели обработки данных IoT к распределённой обработке непосредственно на локальных устройствах. В целях снижения энергопотребления и общего снижения затрат устройства IoT ограничиваются в своих возможностях хранить и обрабатывать информацию.

В связи с этим актуальной является задача кардинального снижения вычислительной сложности как процедур предварительной обработки данных, так и особенно процедур интеллектуальной обработки информации. В результате на распределенной платформе выполняется обработка в реальном времени, а в облаке решаются задачи, характеризующиеся высокой вычислительной сложностью, не критичные к задержкам формирования результата. Такой подход получил название «туманные вычисления».

Переход от автономного мониторинга к внедрению промышленного интернета вещей, обработке больших данных, предиктивной и предписывающей аналитики, а затем и к полноценной интеллектуальной обработке информации сопровождается повышением ценности результатов обработки данных мониторинга, собираемых с территориально распределенных объектов [1].

К перспективным рынкам внедрения сервисов промышленного интернета вещей и аналитики больших данных относится сельское хозяйство [2]. Эффективность «умного» сельского хозяйства заметно возрастает благодаря повышению информированности при принятии решений и возможности быстро реагировать на изменения погоды, цен, рыночной ситуации и т.д. Другой пример представляют области применения технологий интернета вещей в городской среде, к которым относятся жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт и социальные сервисы. Внедрение комплексной системы безопасности на производстве способствует снижению рисков, связанных с несчастными случаями на производстве [2]. Таким образом, развиваемый подход закладывает основы для интеллектуализации IoT-сред.

Библиографический список

1. Шамасна Х.А, Андре Н.Г. Роль аналитики больших данных в промышленном интернете вещей // Сборник материалов XXVI Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии» (ИСТ-2020), г. Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. С. 228-232.
2. Перспективные рынки и технологии интернета вещей: публичный аналитический доклад. – М.: ООО«Лайм», 2019. – 272 с.

УДК 004

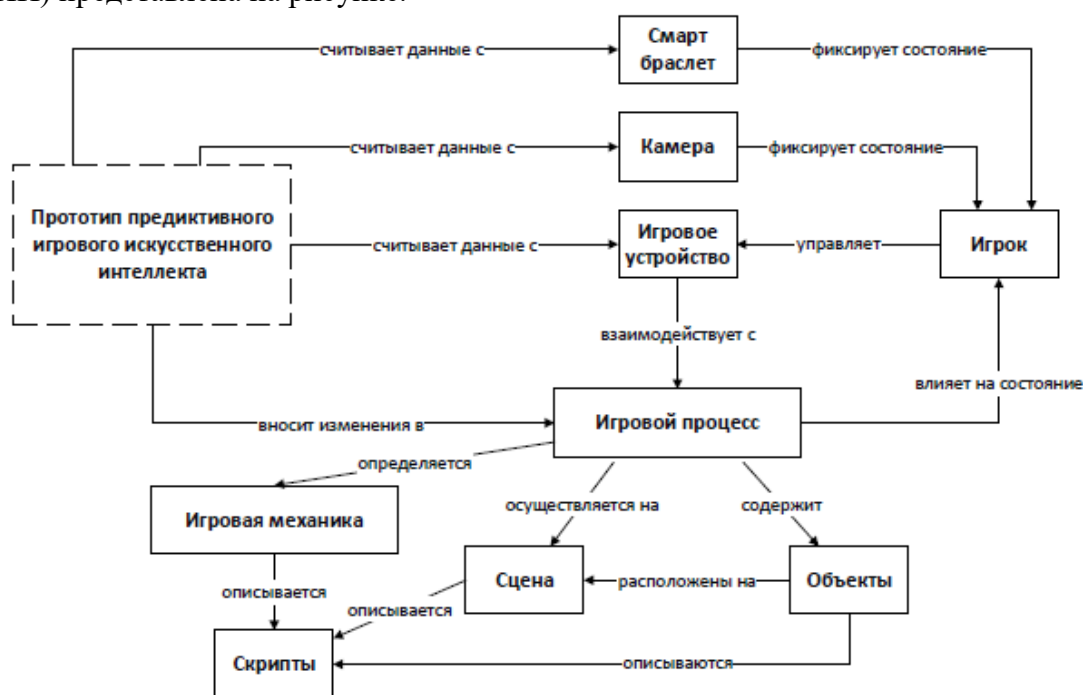
АЛЕКСЕЕВ В.В., ЕГОРОВ Ю.С., ЧУПРОВ Д.А.

ПРЕДИКТИВНЫЙ ИГРОВОЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

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

Под искусственным интеллектом (ИИ) в широком смысле можно понимать и технологию создания интеллектуальных машин, и свойство интеллектуальных систем решать интеллектуальные задачи, которые считаются привилегией человека [1]. В настоящей работе под игровым ИИ понимается прикладной ИИ, предназначенный для организации виртуального мира компьютерной игры таким образом, чтобы психоэмоциональное состояние пользователя непосредственно влияло на игровой процесс [2].

Концептуальная модель прототипа предиктивного игрового искусственного интеллекта (ПИИИ) представлена на рисунке.



Концептуальная модель ПИИИ

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

ПИИИ считывает данные со смарт браслета и камеры, фиксирующих физиологическое и эмоциональное состояние игрока, а также с игрового устройства, управляемого самим

игроком. На основе этих данных прототип принимает решение и вносит изменения в игровой процесс, которые впоследствии могут повлиять на психоэмоциональное состояние игрока.

Работа выполняется за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 11ГС1НТИС5/43265 от 06.09.2018 г.) в ООО «Кибернетика».

Библиографический список

1. **Funge J. D.**, Artificial Intelligence for Computer Games: An Introduction. – Natick: A K Peters, 2004. – 160 с. – ISBN 1-56881-208-6.
2. **Bogost I.** Artificial intelligence has become meaningless [Электронный ресурс]. –Электрон. дан. – 2018. URL: <https://www.theatlantic.com/technology> (дата обращения: 20.04.2021).

УДК 004

АЛПЕЕВА А.А., КОРОСТЕЛЕВА Е.С., ЕГОРОВ Ю.С.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПОМОЩНИКА ТУРИСТА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время туризм в России, с одной стороны, является одним из национальных интересов, интенсивно создается благоприятная социально-культурная и организационно-правовая среда для развития отрасли, с другой стороны, коронавирусная инфекция нанесла серьезный удар по индустрии туризма всего мира, не обойдя нашу страну. Всемирная организация здравоохранения объявила вспышку COVID-19 пандемией, в связи с чем многие страны мира ограничили авиасообщение и пересечение границ, а также ввели дополнительные меры, такие как карантин и комендантский час. В России был введен специальный режим «самоизоляции» граждан.

В сложившихся условиях способность туристической отрасли как России в целом, так и Нижегородского региона в частности, сохранить и преумножить свой потенциал, является одним из самых важных факторов её восстановления. Современные цифровые технологии могут позволить сделать переходный период менее болезненным, позволить как организациям туризма, так и самим туристам приспособиться к новым условиям.

Принятие взвешенных решений – одна из главных задач, стоящих перед человеком. Современные информационные сервисы решают общие типизированные проблемы туриста, но не учитывают персональные факторы, индивидуальные приоритеты и т.п. Человек самостоятельно анализирует текущую информацию в условиях неопределенности при выборе альтернативных туристических маршрутов в зависимости от индивидуальных предпочтений, что предопределяет актуальность автоматизации и интеллектуализации формирования персонализированных маршрутов с использованием цифрового помощника туриста на основе искусственного интеллекта.

Основные маршруты, которые могут быть охвачены по туристическим направлениям: туризм (музеи, достопримечательности, красивые места и т.п.); безопасный туризм (физическая и эпидемиологическая безопасность); детский и молодежный туризм; гастрономический туризм; деловой туризм; религиозный туризм и др.

Цифровой помощник туриста на основе искусственного интеллекта должен оказывать помощь пользователю (туристу) при определении оптимального состава посещаемых объектов и маршрута передвижения между туристическими объектами на основе определенных им приоритетов (интересов), с учетом состояния внешней среды (дорожная обстановка, очереди, время года и т.д.).

Во время пребывания в некоторой локации (например, городе) турист может с помощью цифрового помощника посетить максимально возможное количество туристических объектов, которые, в свою очередь, должны иметь для него максимально возможную ценность. Для этого программа мероприятий, порядок посещения туристических объектов и маршрут следования должны формироваться на основе картографических сервисов и процедур интеллектуального анализа данных [1].

Таким образом, в связи с глобальной цифровизацией и постепенным выходом из вызванного коронавирусной инфекцией мирового туристического кризиса, целесообразной является разработка инновационных цифровых проектов как на уровне отдельно взятого региона, так и по всей России, преимущественно с применением передовых информационных технологий, таких как искусственный интеллект.

1. **Сухова А.Д., Егоров Ю.С., Мозолин И.А.** Поддержка принятия решений при определении приоритетов событий с применением комбинаторной оптимизации // Материалы XVII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (НКП-2019). – Москва, МГППУ, 2019. С. 145-146.

УДК 004.5

БАРАНОВ Д.В.

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМ КОРРЕКТИРОВКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ РАБОТЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМАНД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

2020 год отлично показал важность распределенной работы. Большие коллективы таких компаний, как Билайн и Ростелеком, перешли на удалённый формат, при этом выручка этих предприятий не упала, а, напротив, увеличилась.

В то же время социальные потрясения привели к тому, что Интернет стал еще большим пространством обмана. Поэтому при подборе удаленного персонала необходимо гораздо жестче контролировать его работу.

Есть такая область практики в проектном управлении как управление компетенциями. Обычно управление компетенциями в виртуальных организациях сводится к нескольким этапам; наиболее применима схема подбора в несколько уровней.

1. При начальном отборе мы тестируем кандидатов и отбираем набравших больший балл, проявивших лучшие способности.
2. При распределении заданий мы оптимизируем целевую функцию эффективности, например, вероятность успешного выполнения заданий.
3. Корректировка компетенций.

В проектируемой системе поддержки принятия решений при распределении заданий есть блок тестирования (начального отбора), распределения заданий (это непосредственно подсистема поддержки принятия решений) и корректировки компетенций (это аналитическая подсистема).

Если первые два пункта решаемы через использование модели Раша – как через оценку ее параметров (так называемая обратная задача, когда рассчитываются аргументы логической регрессии, то есть формулы вероятности успешного решения задач, по известному значению результатов теста), так и через непосредственный расчет целевой функции по формуле Раша с ограничением по стоимости (это вторая целевая функция) – то третий пункт требует разработки *рекуррентного алгоритма переоценки компетенций в процессе работы*. Этот алгоритм нельзя свести к оценке способностей сотрудников как параметров модели Раша, так как в матрице результатов теста оценок за ответы на каждого человека много, поскольку тестируемым задается много вопросов, а в реальной работе заданий на этапе не-

сколько, отчего матрица будет разреженной. Тем более нельзя свести алгоритм к простой переоценке, так как смысл разрабатываемой процедуры в накоплении данных и построении выводов на них. Здесь ближе вероятностный аппарат, например, расчёт математического ожидания. Также можно употребить скрытые марковские модели, где есть скрытое состояние и наша оценка.

Отдельный важный аспект рекуррентного оценивания – то, что по мере выполнения работ не только уточняется оценка (при многократном «эксперименте»), но и меняются сами компетенции – одни сотрудники изучают свое дело и повышают уровень, другие занимаются по минимуму и могут терять знания и навыки. Также мы можем по мере ответов управлять сложностью вопросов (как это бывает на экзаменах).

Разрабатываемый алгоритм поможет решить вопрос успешного подбора персонала.

УДК 658.562

БЫКОВ А.Е., ЛАЗАРЕВА Е.И.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ В ТЕХПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЭА

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

Контроль качества продукции является важнейшей частью технологического процесса создания современных радиоэлектронных изделий. Поэтому проблема оптимального расположения контрольных операций в технологическом процессе производства РЭА на сегодняшний день является актуальной.

Так как процесс контроля качества аппаратуры является многостадийным, то для его оптимизации следует воспользоваться методом динамического программирования [1].

За параметр, определяющий оптимальность расположения контрольных операций, была взята общая стоимость контроля всего технологического процесса.

Программное обеспечение для автоматизации оценки стоимости технологического контроля, необходимого для определения оптимального расположения контрольных операций, было написано на высокоуровневом языке программирования Python.

Лабораторная работа												
Этапы		Pk	ΣPj	ck	C'k	Pn	Q,07					
Напыление резистивных и проводящих слоев		0.2	0.20000	26	200		N 200					
Фотолитография		0.11	0.31000	30	120			Решить				
Терморегулируемый отжиг		0.05	0.36000	24	130	Xk	83.87097					
Монтаж и регулировка		0.05	0.41000	26	140	Pi	0.41935					
Герметизация		0.03	0.44000	24	150			Далее				
Испытания		0.02	0.46000	24	110							
Результат расчёта												
Стадии	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Xn	Cn	C5	C6	C+Cmin	Альт.
1	0				0.9531	0.9116	0	0	49865	58892	49865	0
	1				-	-	40	13200	-	-	-	1
2	0	1			-	-	62	25840	-	-	-	0-1
	1	1			0.8412	0.7290	62	21840	13224	15091	35064	1-1
3	0	0	1		-	-	72	37200	-	-	-	0-0-1
	1	0	1		0.7419	0.5935	72	26000	7004	7597	33004	1-0-1
	0	1	1		0.7419	0.5935	72	31940	7004	7597	38944	0-1-1
	1	1	1		0.7419	0.5935	72	27940	7004	7597	34944	1-1-1
4	0	0	0	1	-	-	82	53580	-	-	-	0-0-0-1
	1	0	0	1	0.3118	0.1871	82	34780	1777	1385	36165	1-0-0-1
	0	1	0	1	0.3118	0.1871	82	36440	1777	1385	37825	0-1-0-1
	1	1	0	1	0.3118	0.1871	82	32440	1777	1385	33825	1-1-0-1
	0	0	1	1	0.3118	0.1871	82	43800	1777	1385	45185	0-0-1-1
	1	0	1	1	0.3118	0.1871	82	32600	1777	1385	33985	1-0-1-1
	0	1	1	1	0.3118	0.1871	82	38540	1777	1385	39925	0-1-1-1
	1	1	1	1	0.3118	0.1871	82	34540	1777	1385	35925	1-1-1-1

Пример работы программного обеспечения для оптимизации размещения контрольных операций в техпроцессе изготовления РЭА

Работа в данном программном обеспечении достаточно легко реализуется. Пользователь вводит исходные данные, далее происходит расчёт, пример окон приложения приведен на рисунке. На основе полученных результатов делаются выводы об оптимальном размещении контрольных операций.

Количество и наименование технологических операций в данном проекте условно, так как программное обеспечение разрабатывалось с условием дальнейшей интеграции в учебный процесс с целью облегчения вычислительных операций в связи с тем, что решение подобной проблемы вручную требует больших временных затрат.

По результату расчёта видно, что на первой и третьей стадии должен производиться 100% контроль, а на пятой стадии следует проверять 74,19% от общего числа изделий для достижения заданного уровня качества РЭА при минимальных затратах.

1. **Коган Д.И.** Динамическое программирование и дискретная многокритериальная оптимизация: учеб. пособие/ **Д.И Коган.** - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2004. - 258 с.

УДК 004

ГУСЕВА В.В., КУЛИГИНА Н.О.

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ WEB-САЙТА

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

Сайт представляет собой совокупность связанных между собой веб-страниц, которые имеют уникальный адрес и воспринимаются пользователями как единое целое. Веб-сайтов на данный момент большое разнообразие: образовательные, новостные, форумы, соцсети, интернет-магазины и т.д. Все сайты в совокупности составляют всемирную паутину, здесь ведут бизнес, ищут необходимую информацию, покупают билеты, обучаются и т.д. Поэтому умение разрабатывать качественные сайты является актуальным.

Разработка веб-сайта включает в себя реализацию следующих компонентов:

- создание идеи;
- разработка структуры и дизайна проекта;
- вёрстка, настройка cms, программирование;
- тестирование, окончание работы (заполнение контентом, регистрация домена).

Разработать сайт можно двумя способами.

Первый способ – это воспользоваться CMS системой. Сейчас существует множество интернет сервисов и CMS-систем (WordPress, Тильда, MODX) для создания простого шаблонного сайта, который можно разработать не обладая навыками программирования.

Второй – разработать сайт самому с использованием языков программирования.

Все языки программирования, используемые при разработке Web-сайтов, можно разделить на две большие группы.

К первой группе относятся языки, используемые для разработки клиентских приложений. В качестве языка разметки страницы используется HTML5 и CSS (каскадные таблицы стилей). В качестве текстового редактора используется Notepad++ или SubLine. Для создания динамических страниц нужен клиентский язык – JavaScript и Java-апплеты. JavaScript предназначен, в основном, для придания динамичности страничке. Функции позволяют работать только с ресурсами клиентской машины и только с локальной файловой системой Программы, написанные на этих языках, встраиваются в код Web-страниц или выносятся в отдельный файл с вызовом из Web-страницы. Скрипты на JavaScript встраиваются непосредственно в web-страницу и остаются видны в коде страницы. То есть исходный текст любого

скрипта, написанного на встроенном языке, мы можем просмотреть, открыв HTML-код страницы.

При работе с сервером мы выделяем вторую группу. Туда попадают языки, код которых выполняется на Web-сервере. Основным языком разработки серверных приложений является язык PHP. Он отличается своей простотой. Программы, написанные на нём, начинают работать до загрузки страницы после подачи запроса. Они обрабатываются программой-сервером и в качестве ответа на ваш запрос выдают динамически генерируемые страницы. Так же можно использовать языки Java, Python, Perl. Программы на Perl пишутся в виде отдельных файлов и подключаются к странице с помощью директив SSI, тэгов IFRAME или IMG. При этом в коде страницы мы получаем результат выполнения скрипта, а не его исходный код. Режим секретности — максимальный. Программы на PHP так же, как и Perl-программы, возвращают пользователю только результат выполнения.

Скорость выполнения скрипта или программы. Среди локального наивысшего быстродействия обладает JavaScript, среди серверного рекордсмена по обработке небольших объемов данных и текста является Perl. PHP — на втором месте, но при этом имеет широчайшие возможности доступа практически к любым серверам баз данных.

УДК 004

ДЕМИДОВА А.С., БАЛАШОВА Т.И

РАЗРАБОТКА КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПОД СИСТЕМУ IOS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день наиболее актуальными являются мобильные решения, которые осуществляют заказ еды на дом и мессенджеры. Утилиты легли в основу повсеместного обмена данными и информацией, что позволяет экономить драгоценное время и ресурсы каждого. Удобство клиентов напрямую зависит от качества разработки приложения и в первую очередь пользователь ознакомится с его внешним видом. Клиент-серверные мобильные приложения являются самыми распространенными и в то же время самыми сложными в разработке. Одной из важной составляющих мобильных приложений является внешняя оболочка мобильного приложения, а именно UI элементы и способы взаимодействия с ними.

Рассмотрим разработку под систему iOS. На данный момент можно выделить два фреймворка для разработки UI части приложения: UIKit и SwiftUI. В UIKit используется Interface Builder, где можно наглядно выставить все необходимые UI элементы и уже на этапе проектирования примерно представлять, как этот экран будет выглядеть на том или ином устройстве. Также выставляются Constraints, которые отвечают за то, что каждый элемент будет располагаться в строго определенном месте на экране. Представление примерное, так как каждый элемент представляется в Builder прямоугольником и, соответственно, конечный результат можно увидеть после сборки проекта. Для этого необходимо скомпилировать код и запустить его на симуляторе, либо же на реальном устройстве для более точного теста.

Для SwiftUI не нужен Interface Builder. Альтернативой ему является Canvas – интерактивный редактор интерфейса, тесно связанный с кодом. При написании кода автоматически генерируется его визуальная часть в Canvas, и наоборот. Данное визуальное представление кода удобно и безопасно, а также упрощает работу с визуальной частью приложения. Поскольку фреймворк SwiftUI был выпущен компанией Apple в 2019 году, на данный момент он достаточно редко используется в проектах, поскольку мало разработчиков, которые освоили данную технологию. Также SwiftUI не используют, так как для отображения UI в реальном времени требуется мощное аппаратное обеспечение («железо»), которое сможет без задержки обрабатывать написанный код, что приводит не только к повышению стоимости самой разработки, но и к понижению качества в отсутствие необходимой техники. В UIKit

можно столкнуться с похожей проблемой, если в Interface Builder создать множество контроллеров, при отображении которых также требуются мощные аппаратные ресурсы для избежания проблемы «затормаживания» среды разработки и увеличения времени разработки UI. Данная проблема решается путем разделения экранов по разным Storyboard.

Оптимальным решением будет использование фреймворка UIKit. Также для того, чтобы менее нагружать систему небольшими контроллерами, которые не требуют отрисовки сложных UI элементов, можно прибегнуть к написанию их кодом, с использованием UIKit, который позволяет создавать все необходимые элементы без использования Storyboard.

УДК 004.045

ДЕНИСОВ А.А.

ТРАНСЛЯЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФОРМАЛИЗМОВ В ТЕКСТ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из современных приоритетных направлений развития направления информационно-телекоммуникационных систем является цифровая трансформация, включающая IT в качестве одной из составляющей наряду с экономикой и системным анализом. Цифровая трансформация затронула сферу высшего образования, в том числе непосредственно учебный процесс. Бурно развиваются технологии дистанционного и электронного образования, появляются новые технологии интеллектуальной поддержки преподавательской деятельности.

Курс высшей математики является базовым в вузах и преподаётся на всех направлениях, включая гуманитарные. В последнее время как никогда остро встала проблема дистанционного обучения как студентов очного отделения, так и заочного. Дистанционно обучение сейчас нужно развивать, так как это способствует ускорению саморазвития студентов, и в будущем может стать хорошей межнациональной платформой передачи знаний.

В работе рассматривается программный комплекс трансляции математических формализмов, включающий в себя программу – «парсер», программу транслятор и порождающую грамматику.

Программа выполняет следующие действия:

- разбирает входную строку (математическая конструкция) на отдельные элементы;
- получает последовательность элементов;
- на основе грамматики производится сбор цепочек предложений;
- поиск нужной цепочки, похожей на входную строку.

За основу разбора строки взят алгоритм Эрли (англ. Earley) — алгоритм синтаксического анализа предложения по контекстно-свободной грамматике, основанный на методе динамического программирования. Построение цепочек происходит на основе грамматики, собранной вручную.

-
1. **Опалева Э.А.** Языки программирования и методы трансляции [Текст]: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / Э.А. Опалева, В.П. Самойленко. – БХВ-Петербург, 2005. – 480 с.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Понятие «цифровизация» указывает на создание совершенно новой стадии управления производством товаров и услуг, и самого производства на основе «сквозного» применения современных информационных технологий [1], поэтому так важно внедрять цифровизацию на производстве.

Для наглядности эффективности введения цифровизации построим и сравним карты потока создания ценности текущего и будущего состояния.

На карте потока создания ценности текущего состояния можно заметить, что согласование и введение в действие документа по стандартизации системы менеджмента качества (СМК) занимает 15 100 часов, 660 часов из которых составляют потери. Сам процесс состоит из следующих действий:

- 1) разработка в структурном подразделении проекта документов по стандартизации смк;
- 2) регистрация документов по стандартизации смк в отделе стандартизации и системы менеджмента качества;
- 3) согласование документов по стандартизации смк (вручную) и устранение замечаний;
- 4) утверждение документов по стандартизации смк руководителем предприятия;
- 5) разработка проекта-приказа о введении в действие документов по стандартизации смк;
- 6) согласование проекта-приказа о введении в действие документов по стандартизации смк;
- 7) подписание руководителем предприятия приказа о введении в действие документов по стандартизации смк;
- 8) учет документов по стандартизации смк.

Также по карте можно заметить, что существуют потери, связанные с ненужной транспортировкой из структурного подразделения в отдел стандартизации и системы менеджмента качества и обратно (более 210 часов).

При введении цифровизации из карты потока создания ценности будущего состояния видно, что потери сокращаются, а коэффициент полезного времени увеличивается, что улучшает качество работы отдела стандартизации и системы менеджмента качества и всего предприятия.

1. Материалы X Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. Развитие менеджмента в условиях перехода к цифровой экономике / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. дан. – Пермь, 2017. – 6 Мб.

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ
ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По статистике около 30% пассажиров и 22% водителей не пристегиваются вообще, и только 24% пассажиров на заднем сидении использует ремень безопасности. При том, что

использование ремней безопасности, по словам экспертов, снижает риск тяжелых травм и гибели в 2-3 раза при фронтальном столкновении, в 1,7 раза – при боковом, в 5 раз – при опрокидывании автомобиля.

Современные технологии машинного зрения открывают новые возможности обеспечения безопасности дорожного движения.

На данный момент машинное зрение уже активно применяется, например, в потоке автоматически определяется номер автомобиля, его марка, и нарушает ли водитель правила дорожного движения, а также фиксируется дорожная разметка [1].

С целью повышения безопасности управления автомобилем предлагается разработка автоматической системы контроля правильного положения ремня безопасности, а также действий, сопутствующих его пристегиванию.

В качестве входных данных для такой системы используется видеопоток с камер, установленных в салоне автомобиля. На выходе формируются решения (зафиксировать нарушение правил ПДД водителем и/или пассажиром) и рекомендации водителю (пристегнуть ремень безопасности или не трогаться, пока не пристегнут пассажир).

На рис. 1 представлен разработанный алгоритм распознавания лица водителя автомобиля, на рис. 2 – алгоритм распознавания пристегнутого ремня безопасности.

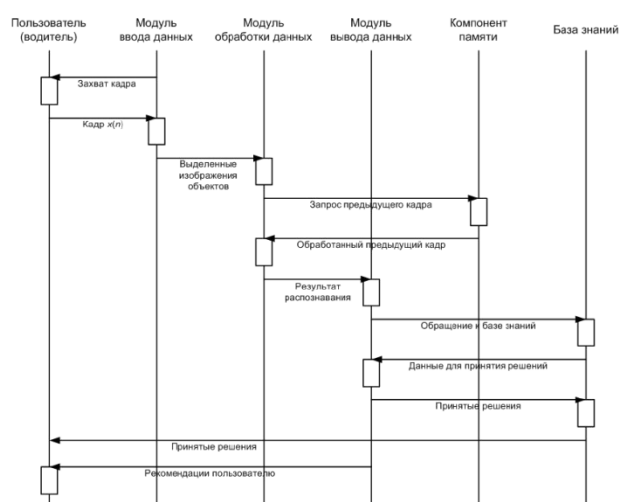


Рис. 1. Алгоритм распознавания лица водителя автомобиля

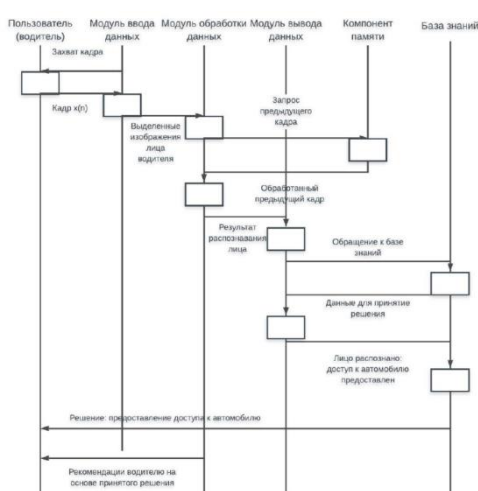


Рис. 2. Алгоритм распознавания пристегнутого ремня безопасности

Система направлена на улучшение контроля безопасности водителей и пассажиров, а так же сведение к минимуму возможность воспользоваться автомобилем каршеринга человеком, не имеющим на это право. Работа выполнена за счет средств гранта Фонда содействия инновациям (договор № 15014ГУ/2019 от 14.02.2020 г.).

1. **Остроух А.В., Воробьев А.И., Замыцких А.В., Голубченко Н.С.** Обнаружение дорожной разметки с помощью машинного зрения // Промышленные АСУ и контроллеры. 2019. № 3. С. 10-19.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ КЛАССИФИКАЦИИ С ОТКАЗОМ ОТ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СВОБОДНЫХ ОТВЕТОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОТКРЫТЫЕ ВОПРОСЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В режиме дистанционного обучения становится особенно актуальной проблема проверки качества усвоения знаний. Процедура тестирования с открытыми вопросами, позволяющая давать учащимся развернутые ответы на естественном языке, считается наиболее эффективной. Разработка технологии автоматического оценивания ответов на естественном языке предоставляет принципиально новые возможности для проведения тестирования знаний при минимизации времени, затрачиваемого преподавателями на проверку свободных ответов на открытые вопросы.

Процедура оценивания ответов обучающихся на свободные вопросы включает в себя этапы предварительной обработки текста, формирования векторного представления текста и построения модели принятия решения. При моделировании процедуры проверки знаний предварительная обработка позволила избавиться от зашумленности в данных и подготовить текст для последующего извлечения признакового описания. При построении векторного представления текста рассматривались традиционный метод мешка слов и контекстно-зависимые нейросетевые модели – USE и BERT. Полученные вектора передавались на вход нейронной сети для определения балла за ответ тестируемого на открытый вопрос. Задача оценивания баллов за ответ решена с помощью разработанной процедуры многоклассовой нейросетевой классификации [1]. Предложена модификация этой процедуры путем введения дополнительного порога принятия решения, задающего оценки апостериорной вероятности принадлежности ответа к некоторому классу оценок. В случаях высокой неопределенности отнесения ответа к одному из классов формировался отказ от принятия решения.

Тестирование предложенной процедуры проводилось на открытом наборе данных SciEntsBank. Результаты моделирования (таблице) свидетельствуют, что за счет увеличения порога можно добиться уменьшения доли ошибок (по отношению к количеству классифицированных ответов) за счет увеличения доли отказов от принятия решений.

Зависимость правильности классификации от порога принятия решений

Метод векторизация	Параметр	Порог принятия решения						
		0.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.99
Мешок слов	Доля ошибок	0.2735	0.2606	0.2418	0.2215	0.1973	0.1655	0.093
	Доля отказов	0.0	0.0361	0.0955	0.1566	0.2311	0.3363	0.7350
USE	Доля ошибок	0.2807	0.2606	0.2298	0.1965	0.1642	0.129	0.0501
	Доля отказов	0.0	0.0603	0.1465	0.2463	0.3503	0.5131	0.8875
BERT	Доля ошибок	0.2995	0.285	0.2664	0.2473	0.2229	0.1939	0.091
	Доля отказов	0.0	0.0455	0.1018	0.1633	0.2312	0.3234	0.6735

Поскольку ответы, для которых не принимается автоматическое решение, должны оцениваться преподавателем, то практический интерес представляют варианты использования с долей отказов, не превышающей 10..20%. Интересным представляется результат, заключающийся в том, что рассмотренные методы векторизации текста приводят к близким результатам, причем небольшой выигрыш достигается при применении классического «мешка слов». Анализ коррелированности оценок, полученных с помощью этих подходов, позволит принять решение о целесообразности построения ансамбля классификаторов,

построенных на основе различных методов векторизации.

1. **Кербенева А.Ю.**, Милов В.Р. Моделирование процедур нейросетевой обработки коротких ответов пользователей на естественном языке в системе проверки знаний с открытыми вопросами // Нейрокомпьютеры и их применение. 2021. С. 52-53.

УДК 004

КОРОСТЕЛЕВА Е.С., АЛПЕЕВА А.А., ЕГОРОВ Ю.С.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СЕРВИСА ПОДБОРА РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЦИФРОВОГО КОНТЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Количество пользователей сети Интернет непременно росло с самого его зарождения в 1989 года. Если в 1993 году было всего 130 сайтов, которыми пользовалось около трех миллионов человек, то в 2014 году их количество впервые превысило миллиард, а в 2020 году количество сайтов выросло до одного миллиарда восемьсот миллионов. Каждый день количество сайтов увеличивается, примерно, на 550 тысяч, хотя, стоит отметить, что около 75% всей сайтов в мире неактивно.

При этом по статистике, каждую секунду в 2020 году рядовой пользователь создавал 1,7 мегабайт информации, социальные сети генерировали более 4 петабайт данных каждый день, Google выполнял более 40 тысяч поисковых запросов в секунду, а по всему миру люди отправляли почти 3 млн писем каждую секунду. Всего за 2020 год пользователи произвели 59 зеттабайт данных, или почти 670 трлн полнометражных фильмов, а по прогнозу этот показатель утроится к 2025 году.

Кроме того, в связи с переходом на дистанционный формат жизни, вызванный пандемией коронавирусной инфекции COVID-19, резко возрос спрос на цифровой контент, доступ к которому можно получить из дома.

Цифровой контент – это совокупность информационных материалов, которые распространяются в цифровом виде, включая электронные книги, музыку, фильмы, а также компьютерные игры.

При этом сложилась ситуация, когда с одной стороны, разнообразие контента очень и очень велико, с другой стороны, человек не может физически охватить его в полном объеме, поэтому ему требуется интеллектуальный цифровой помощник, который бы взял на себя роль проводника в мире Интернета.

В рамках работы решается актуальная задача создания инструмента, способного предоставить человеку информацию о таком цифровом контенте, который в наибольшей степени соответствовал бы именно его потребностям и интересам в удобной для него форме.

Разработка интеллектуального сервиса подбора развлекательного цифрового контента предполагает создание персонального ассистента в виде чат-бота. Пользователь обращается к боту через мессенджер, используя определенную команду, чат-бот передает данные о запросе рекомендательной системе, которая оценивает новый это пользователь или нет, затем формирует запрос данных по контенту к API цифровых платформ агрегирования контента, а также запрашивает оценки контента. На основе полученных данных рекомендательная система выдает пользователю рекомендацию через чат-бот.

Цифровая платформа распространения контента выдает рекомендации в зависимости от своей ценовой политики, то есть то, что наиболее выгодно продать сейчас, а разработанная система учитывает предпочтения пользователей и собирает данных со множества платформ, что позволит получать персонализированные рекомендации по выбору цифрового развлекательного контента.

Библиографический список

1. **Калинина (Алипова), Н.А.** Структурирование и представление контента в информационно-справочных и аналитических системах/ Н.А. Калинина (Алипова), Ю.С. Егоров, В.В. Мусонов // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. № 7. С. 33-38.
2. **Калинина (Алипова), Н.А.,** Егоров Ю.С. Интеллектуализация поиска и обработки разнородного контента/ Н.А. Калинина (Алипова), Ю.С. Егоров // Материалы XVIII международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии» (ИСТ-2012). – Н. Новгород: НГТУ, 2012. С. 148.

УДК 004.514.2

КОРОТЫШЕВА А.А., ЖУКОВ С.Н.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА МАРШРУТА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В современном мире для построения маршрутов движения водители автомобильного транспорта вместо обычных «бумажных» карт используют навигаторы, предоставляющие географическую информацию о местоположении и основанные на геоинформационных системах (ГИС) [1]. Одним из перспективных направлений в этой сфере является применение технологии дополненной реальности (augmented reality, AR) и технологии «проекционный дисплей» (head-up display, HUD) в виде проекции информации на лобовое стекло автомобиля [2].

Разработка и реализация алгоритмов дополненной реальности совместно с реализацией технологии HUD является актуальной задачей для решения проблемы повышения безопасности дорожного движения.

В данной работе предложен и программно реализован алгоритм визуализации объектов с динамическими параметрами, функционально зависящими от геоинформационных данных с использованием сервисов Open Street Map и OSRM (Open Street Routing Machine) [3, 4]. Показаны особенности выполнения оптимизации маршрута в OSRM по эффективному алгоритму Contraction Hierarchies [5], обладающему рядом достоинств по сравнению с часто применяемыми алгоритмами построения маршрута Дейкстры и A^* [6, 7] - в скорости, меньшей требовательности к памяти, относительно быстром препроцессинге.

Приведены результаты моделирования. Представлены возможности и перспективы использования предложенного алгоритма в программном обеспечении системы навигационного оснащения автомобиля. Разработанный интерактивный интерфейс программы визуализации дополненной реальности с проекцией на лобовое стекло автомобиля стрелок-указателей маршрута и другой важной информации обладает интегрированным эффектом от совмещения преимуществ технологий AR, HUD и сервисов геоинформационных данных.

Библиографический список

1. **Капралов, Е.Г.** Геоинформатика / Капралов Е. [и др.]. – М.: Academia, 2010.
2. **Charissis V., Papanastasiou S.** Human-machine collaboration through vehicle head up display interface / Cogn Tech Work, 2010. Vol. 12, pp. 41–50.
3. OpenStreetMap - wiki-карта мира [Электронный ресурс] // OpenStreetMap: [сайт]. URL: <https://www.openstreetmap.org/> (дата обращения: 31.03.2021).
4. OSRM API Documentation [Электронный ресурс] // Project OSRM: [сайт]. URL: <http://project-osrm.org/docs/v5.22.0/api/#general-options> (дата обращения: 31.03.2021).
5. **Geisberger R., Sanders P., Schultes D., and Delling D.** Contraction Hierarchies: Faster and Simpler Hierarchical Routing in Road Networks / Proceedings of the 7th Workshop on Experimental Algorithms (WEA'08). 5038 of Lecture Notes in Computer Science, 2008, pp. 319–333.

6. **Dijkstra E. W.** A Note on Two Problems in Connexion with Graphs // Numerische Mathematik, 1959. Vol. 1, pp. 269–271.
7. **Hart P. E., Nilsson N. J., Raphael B.** A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths // IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC4, 1968. Vol. 2, pp. 100 - 107.

УДК 004.021

КОСТЮК В.И.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАКЕТА MATLAB И ПРИЛОЖЕНИЯ GUI ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ

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

Математическое моделирование многих задач механики, физики, химии техники приводит к необходимости решения уравнений, которые кроме независимых переменных и зависимых от них искомых функций, содержат также производные или дифференциалы от неизвестных функций. Такие уравнения называются *дифференциальными* [1]. В зависимости от вида дополнительных условий в дифференциальных уравнениях различают: *задачу Коши* и *краевую задачу*, ограничимся рассмотрением задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений

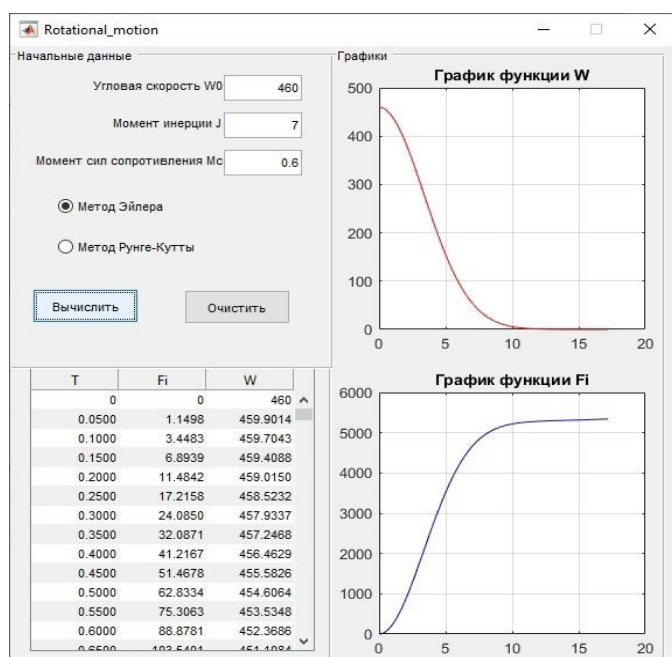
Разработано GUI приложение, позволяющее автоматизировать методы решения задачи Коши, а также выполнять вычисления [2] и строить графики. Для реализации приложения использован инструмент GUIDE среды MATLAB. Разрабатываемое приложение создано для решения задачи Коши методом Эйлера и методом Рунге-Кутты. В приложении решается следующая задача: к твердому телу, которое вращается вокруг неподвижной оси z с угловой скоростью ω_0 и имеет момент инерции J , приложен момент сил сопротивления M_c . Дифференциальные уравнения имеют вид:

$$\omega(t) = \omega_0 \pm \varepsilon t, \quad \varphi(t) = \varphi_0 + \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2},$$

где $\varepsilon = M_c/J$ – угловое ускорение, ω_0 – начальное значение угловой скорости, φ_0 – начальное положение тела. Уравнения содержат следующие числовые параметры: уг-

ловая скорость $\omega_0 = 460$ рад/с, момент инерции $J = 7$ кг·м², момент сил сопротивления $M_c = 0,6$ Н·м, начальное положение тела $\varphi_0 = 0$. Необходимо решить задачу Коши методами Эйлера и Рунге-Кутты, а также построить графики изменения угловой скорости $\omega = \omega(t)$ и угла поворота $\varphi = \varphi(t)$.

В созданном GUI приложении в окне содержатся: объекты 3DAxes, в которых строятся графики; панель с группой кнопок для построения графика и вычисления значений каждой функции в интервале времени в виде таблицы; список в виде переключателей для выбора метода решения задачи Коши; поля для ввода начальных данных. Метод Рунге-Кутты реализован с помощью солвера



Решение ОДУ методом Рунге-Кутты

ode45. Метод Эйлера реализован отдельной функцией, записанной в файл. Работа приложения с введенными начальными данными представлена на рисунке

Библиографический список

1. **Амосов, А.А.** Вычислительные методы для инженеров: учеб. пособие/ А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – М.: Высш. шк., 1994. – 544 с.
2. **Акчурин, Э.А.** ЧМВ. Программирование в системе MATLAB : учеб. пособие/ Э.А. Акчурин. – Самара, 2012. – 22 с

УДК 004

КРАСИЛЬНИКОВ Б.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СКРЫТЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время информация является, пожалуй, самым важным стратегическим ресурсом. Информация ограниченного доступа подлежит защите от утечки. В настоящее время одним из самых распространенных способов защиты информации в компьютерных сетях является их изоляция от сетей общего доступа, например Internet. Ввиду того, что в изолированных системах отсутствуют другие возможности по организации утечки информации, а также принимая во внимание, что средства, необходимые для организации технических каналов утечки информации, стали более доступными, вопрос защиты информации от утечки по техническим каналам приобретает первостепенную важность.

Одним из важных элементов технического канала утечки информации является канал связи. Возможным каналом связи является скрытый канал за счет электромагнитных излучений, возникающих при функционировании автономных объектов вычислительной техники или компьютерных сетей, построенных на их базе.

Анализ публикаций [1 - 7], посвященных вопросам создания скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений в изолированных компьютерных сетях, показал возможность организации утечки информации в высокозащищенных сетях. Однако основные положения данных работ имеют практическую направленность и демонстрируют возможность организации в лабораторных условиях скрытого канала связи за счет электромагнитных излучений. При этом такой важный вопрос как схемно-алгоритмические построения скрытых каналов связи и технических каналов утечки информации на их основе рассматривается не в полном объеме, а классификации технических каналов утечки информации приводятся по источнику электромагнитного излучения, длине канала и его пропускной способности.

Данная работа посвящена разработке для рассмотренных методов обобщенных структурных схем и алгоритмов организации скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений, а также определению основных направлений, по которым возможно проведение классификации скрытых каналов связи за счет электромагнитных излучений.

Библиографический список

1. **Guri M.** USBee: Air-gap covert-channel via electromagnetic emission from USB / M. Guri, M. Monitz, Y. Elovici // In Proceedings of the 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust.— 2016.— P. 41-46.
2. **GSMem: Data exfiltration from air-gapped computers over GSM frequencies / M. Guri [et al.] // In Proceedings of the USENIX Security Symposium.— 2015.— P. 849-864.**
3. **Yamamoto K.** Data Exfiltration from Air-Gapped Computers based on ARM CPU / K. Yamamoto, M. Hirose, T. Saito // (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 9.— 2018. № 1.— P. 183-190

4. **Zhao1 B.** Powermitter: Data Exfiltration from Air-Gapped Computer through Switching Power Supply / B. Zhao1, N. Mingtao, F. Peiru // China Communications.— 2018.— P. 170-189.
5. **Guri M.** AirHopper: Bridging the air-gap between isolated networks and mobile phones using radio frequencies / M. Guri, G. Kedma, A. Kachlon, Y. Elovici // In Proceedings of the 9th International Conference on in Malicious and Unwanted Software: The Americas, IEEE.— 2014.— P. 58–78.
6. **Guri M.** AIR-FI: Generating Covert Wi-Fi Signals from Air-Gapped Computers / M. Guri // arXiv:2012.06884v1.— 2020
7. **Yang Z.** NICSscatter: Backscatter as a Covert Channel in Mobile Devices / Z. Yang, Q. Huang, Q. Zhang // Mobicom `17: Proceedings of the 23rd Annual International Conference on Mobile Computing and Networking.— 2017.— P. 356–367.

УДК 004.5

КУБОВСКАЯ Е.В., ВАДОВА Л.Ю.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

Проблема хранения и передачи данных в наше время является как никогда актуальной. Одним из самых популярных способов её решения является использование облачных хранилищ данных.

Облачное хранилище данных — модель онлайн-хранилища, в которой данные хранятся на многочисленных распределённых в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам третьей стороной. В отличие от модели хранения данных на собственных выделенных серверах, количество или какая-либо внутренняя структура серверов клиенту не видны. 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 удалённо друг от друга географически.

Такие хранилища имеют множество способов применения, например, они могут использоваться для обеспечения совместного доступа к данным, резервного копирования данных, хранения больших данных, которые требуют больших ресурсов, разработки различного ПО и его дальнейшего тестирования. Рассмотрим несколько существующих на данный момент наиболее популярных и доступных облачных хранилищ.

Компанией Яндекс разработан облачный сервис Яндекс.Диск, позволяющий пользователям хранить свои данные на серверах в «облаке» и передавать их другим пользователям. Работа построена на синхронизации данных между различными устройствами. По умолчанию предоставляются 10 Гб пространства, которые можно расширить до 20 Гб и более. Данное хранилище обладает такими возможностями как хранение файлов неограниченное время, передача файлов по зашифрованному соединению, получение публичных ссылок на загруженные файлы для обмена ими, встроенный в веб-версию flash-плеер для воспроизведения музыки и видео, просмотр графических файлов non-web, возможность редактировать загруженные фотографии с помощью встроенного графического редактора.

Российской компанией Mail.ru Group разработано облачное хранилище данных Mail.ru. Оно позволяет хранить музыку, видео, изображения и другие файлы в облаке и синхронизировать данные на компьютерах, смартфонах или планшетах, а также делиться ими с другими пользователями Интернета. Бесплатный объём хранения данных составляет 8 Гб с возможностью платного увеличения до 4 Тб. В «Облаке» реализована работа с общими папками и онлайн-редактирование документов, таблиц и презентаций. Есть такие функции, как двухфакторная аутентификация, вход в мобильные приложения по Touch ID и PIN-коду, автоматическая проверка загружаемых файлов на вирусы, автоматическая загрузка фотографий со смартфона и выборочная синхронизация.

Компания Google разработала сервис хранения, редактирования и синхронизации файлов Google.Диск. Его функции включают хранение файлов в Интернете, общий доступ к

ним и совместное редактирование. В состав Google Диска входят Google Документы, Таблицы и Презентации — набор офисных приложений для совместной работы над текстовыми документами, электронными таблицами, презентациями, чертежами, веб-формами и другими файлами. Общедоступные документы на Диске индексируются поисковыми системами. В Google Диск предоставляется 15 Гб для бесплатного хранения данных. Если выделенного объема недостаточно, можно приобрести дополнительно от 100 Гб до 30 Тб.

Каждый из представленных вариантов хранилищ имеет свои плюсы и минусы. Так, например, Яндекс.Диск, благодаря своей простоте и наглядности интерфейса, будет более удобен для использования широким кругом пользователей.

УДК 004

ЛЕБЕДЕВ А.А., КУЛИГИНА Н.О.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АВТОСАЛОНА

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

База данных представляет собой именованную совокупность данных, отражающую состояние объектов и отношений между ними, в рассматриваемой предметной области. Она предоставляет клиентам доступ к структурированным данным.

Одной из популярных и универсальных моделей базы данных является реляционная база данных. Реляционная база данных — это совокупность взаимосвязанных таблиц, каждая из которых содержит информацию об объектах определенного типа. Строка таблицы содержит данные об одном объекте, а столбцы таблицы описывают различные характеристики этих объектов — атрибутов. Записи имеют одинаковую структуру — они состоят из полей, хранящих атрибуты объекта. Каждое поле описывает только одну характеристику объекта и имеет строго определенный тип данных. Все записи имеют одни и те же поля, только в них отображаются различные информационные свойства объекта.

В реляционной базе данных каждая таблица должна иметь первичный ключ — поле или комбинацию полей, которые единственным образом идентифицируют каждую строку таблицы. Ключ должен быть уникальным и однозначно определять запись. Ключи служат также для упорядочивания информации в БД.

Таблицы реляционной БД должны отвечать требованиям нормализации отношений. Нормализация отношений — это формальный аппарат ограничений на формирование таблиц, который позволяет устранить дублирование, обеспечивает непротиворечивость хранимых в базе данных, уменьшает трудозатраты на ведение базы данных.

Разработка базы данных включает в себя несколько этапов:

1. Анализ предметной области, в котором будет проведено подробное описание пользователей БД и их функций, закономерностей, бизнес потоков, а также будут выделены данные которые подлежат хранению. Наиболее часто используемый подход выбора состава и структуры предметной области - функциональный;
2. Концептуальное проектирование БД, в котором будет создана концептуальная схема данных на основе результатов анализа предметной области, будут описаны все сущности и их связи;
3. Логическое проектирование БД, в котором будут определены пользователи БД, выбрана реляционная модель данных, определены ключи и их взаимосвязи, также на данном этапе будет произведена нормализация БД;
4. Физическое проектирование БД, в котором будет произведено преобразование логической схемы на основе СУБД MySQL, будут определены структура хранения данных, методы допуска к данным, форматы данных.

При проведении анализа предметной области, были выделены три пользователя: покупатель, менеджер по продажам, отдел оплаты. При концептуальном анализе предметной области были выделены и описаны четыре основные и 12 справочных сущностей. При логическом проектировании были выделены ключи, установлены связи между сущностями и построена логическая модель БД. Затем выполнена нормализация БД, она приведена к третьей нормальной форме. Далее на этапе физического проектировании средствами MySQL созданы реляционные таблицы.

Для удобства работы с базой данных разработано клиент-серверное приложение средствами языков HTML, CSS, Java Script, PHP. Приложение позволяет вносить и осуществлять поиск информации из базы данных всем пользователям, в соответствии с установленными для них правами доступа.

УДК 004.05

ЛИФАНОВ Г.А., НАУМОВА Е.Г.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ИГРОВЫХ ДВИЖКОВ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Алексева

В настоящее время видеоигры вносят значительный вклад в мировую экономику ввиду большого успеха игровых систем и игр. Почему в наши дни видеоигры стали настолько популярны? Ответ очень прост. Люди всегда желают самовыразиться, стать авторитетом. В игре человек обладает такими возможностями, которые недоступны в реальной жизни. Поэтому неудивительно, что с каждым годом популярность компьютерных игр только увеличивается.

Важной частью разработки такого программного продукта является выбор игрового движка или его создание. Игровой движок — базовое программное обеспечение компьютерной игры. Разделение игры и игрового движка часто расплывчато, и не всегда студии проводят чёткую границу между ними. Но в общем случае термин «игровой движок» применяется для того программного обеспечения, которое пригодно для повторного использования и расширения, и тем самым может быть рассмотрено как основание для разработки множества различных игр без существенных изменений.

Большинство игровых движков разработано и настроено для того, чтобы запустить определённую игру на определённой платформе. И даже наиболее обобщённые многоплатформенные движки подходят для построения игр определённого жанра, например, шутеров от первого лица или гонок. В данном контексте можно более аккуратно сказать, что игровой движок становится не оптимальным при его применении не для той игры или той платформы, для которой разработан. Данный эффект обусловлен тем, что программное обеспечение представляет собой набор компромиссов, основанных на тех предположениях, какой должна быть игра. Например, проектирование рендеринга внутри зданий приведёт к тому, что движок, скорее всего, не будет таким же хорошим для открытых пространств. В первом случае движок может использовать BSP-дерево для отрисовки объектов, близких к камере. В то же время для открытых пространств могут использоваться менее точные способы, а также более активно применяются технологии отрисовки с разной степенью детализации, когда более далёкие объекты прорисовываются менее чётко, так как занимают меньшее количество пикселей.

Облегчить задачу разработки игры могут готовые решения, включающие в себя многие необходимые функции и визуальную составляющую для непосредственной разработки игры, и берут на себя реализацию часто встречающихся алгоритмов, освобождая время разработчика. К ним относятся такие продукты, как Unity, Unreal Engine, GameMaker Studio, Godot и др.

Для оценки решений были приняты следующие критерии: размер сообщества, мультиплатформенность, стоимость, наличие готовых материалов, используемый язык программирования и др.

Помимо критериев оценки необходимо принять в расчет тот факт, что движком могут пользоваться разные категории пользователей: от людей, не умеющих программировать, до профессиональных разработчиков и малого бизнеса.

Исследования, где сравнивается одна технология с другой, очень субъективны. Каждый популярный движок – это огромный пласт информации с большим комьюнити, различиями в версиях, лучшими практиками применения и серьезным функционалом. Каждый из рассмотренных движков был изучен в таких аспектах, как разработка прототипа, просмотр документации, сообщество разработчиков и оценка готовых проектов.

УДК 004.09

МАЛКОВА В.И.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО КУРСУ «МАТРИЧНЫЕ УРАВНЕНИЯ И НЕРАВЕНСТВА»

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

Образовательная система претерпела кардинальные изменения за последнее десятилетие. На сегодняшний день онлайн-обучение является не столько актуальным, сколько необходимым. И одну из главных ролей в этом играют мобильные образовательные приложения, которые помогают обучающимся в учебном процессе. Некоторые образовательные приложения предлагают лучшее объяснение различных тем по разным предметам; предоставляют информативный контент с интерактивным учебным пособием. Наиболее важное преимущество мобильных приложений заключается в их портативности – получить доступ к учебным пособиям можно из любой точки мира в любое время.

Перед автором была поставлена задача разработать такое Android-приложение по курсу «Матричные уравнения и неравенства в задачах теории управления», целью которого является ознакомление студентов с основами полуопределенного программирования и его применением к задачам теории управления [1].



Стартовый экран электронного пособия

Выбор темы исходил из того, что учебных пособий в виде мобильных приложений в сфере теории управления практически не существует. Исключение составляет интерактивное приложение Experience Controls, разработанное компанией Quanser. Поэтому было принято решение создать мобильное приложение, которое позволит глубже изучить данную учебную дисциплину в удобном формате.

Продукт разработан для операционной системы Android и состоит из теоретических сведений, разделенных на главы, после каждой из которых есть возможность пройти тест на знание теории для закрепления материала. Само тестирование создано с помощью случайной выборки вопросов из базы. Средствами разработки данного мобильного приложения являются язык программирования Java и расширяемый язык разметки XML.

1. Матричные уравнения и неравенства в задачах теории управления: учеб. пособие / Ю.П. Емельянова, П.В. Пакшин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексева. – Нижний Новгород, 2020. – 125 с.

УДК 004

МАРКИН А.Д., КУЛИГИНА Н.О.

РАЗРАБОТКА САЙТА В РАМКАХ МОДУЛЯ ПРОГРАММЫ ERASTMUS

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

Программа ERASTMUS - некоммерческая программа Европейского союза по обмену студентами и преподавателями между университетами стран членов Евросоюза. В рамках модуля этой программы – “Стратегические аспекты взаимодействия Европейского союза с гражданским обществом России” – был создан сайт, на котором размещается медиа-контент, связанный с его функционированием. Цель сайта - повышение информированности основных сегментов целевой аудитории (студентов, ученых, представителей гражданского общества, муниципальных служащих местного самоуправления) о промежуточных и окончательных результатах проекта.

Была поставлена задача создать информационный ресурс, на котором пользователи, заинтересованные во взаимодействии ЕС с гражданским обществом России, могли получить всю необходимую информацию.

Весь контент представлен на трех языках: русский, английский и немецкий. Причиной такого языкового разнообразия является то, что программа ERASTMUS - межнациональная программа, поэтому контент создается и публикуется на трех основных языках.

Использованные технологии при создании сайта представляют собой стандартный набор, используемый при создании любого современного сайта: язык разметки гипертекста HTML, каскадная таблица стилей CSS, скриптовый язык JavaScript и серверный язык программирования PHP.

Постоянное изменение контента на сайте подразумевает написание или использование уже готовой системы менеджмента контента, в данном случае была использована CMS – “WordPress”. Данная система управления контентом написана с использованием языка программирования PHP, сервером баз данных является MySQL. Ее возможно-



Скриншот интерфейса сайта

сти весьма гибки и позволяют в короткие сроки создать достаточно сложный информационный ресурс. С помощью WordPress появляется возможность распределять информацию по разным категориям, быстро создавать страницы из шаблонов.

Создание интерфейса происходило при помощи Bootstrap – мощного набора инструментов, позволяющего создавать адаптивный и понятный интерфейс, при этом экономится время программиста, поскольку ему не нужно писать собственных стилей для блоков-контейнеров.

Для улучшения понимания того, как образовались названия классов у блоков в HTML-коде, был применен SASS. Это мета-язык, основанный на CSS. Его преимуществом перед чистым CSS являются вложенность и отсутствие кавычек при написании кода. Вложенность реализована через отступы, что позволяет быстро генерировать новые классы для блоков, не копируя старые.

Шаблон страницы сайта состоит из трех основных частей: header (заголовок), информационная часть, footer (подвал). В первой части расположено название модуля, для которого создавался ресурс и ссылки на страницы, во втором - информационное содержимое страниц, на которые перешел пользователь, в третьем – быстрые ссылки рубрики, полезные ссылки и партнеры проекта. Основная страница разработанного сайта представлена на рисунке.

УДК 004.056.53

МАШТАНОВ П. Н., МАРТЫНЮК М. В.

ГЛАВНЫЕ ИДЕИ И ОСОБЕННОСТИ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Различные системы идентификации пользователей являются одним из самых популярных инструментов при решении задач управления доступом и защиты информации. Настоящие тезисы раскрывают главные идеи и особенности биометрической идентификации на основе клавиатурного почерка.

Клавиатурный почерк [1] представляет набор биометрических характеристик, фиксируемых и вычисляемых в процессе взаимодействия пользователя с персональным компьютером, по совокупности которых возможна идентификация пользователя. У данного подхода к биометрии можно выделить два основных преимущества: не требуется дополнительное оборудование и пользовательская инфраструктура, за исключением клавиатуры, что делает данный подход одним из наиболее дешевых [2]; идентификация может осуществляться онлайн и непрерывно [3].

Система биометрической идентификации на основе клавиатурного почерка всегда выполняет две основные функции: сбор данных с устройства ввода и их регистрация (сбор данных для формирования эталона, а также сбор данных для сравнения пользовательского образца с эталоном); сравнение пользовательского образца с эталоном и регистрация результатов [1].

Основные факторы, влияющие на эффективность, результативность и производительность биометрической идентификации на основе клавиатурного почерка: особенности реализации процедур сбора образцов (как для формирования эталона, так и для сравнения пользовательского образца с эталоном); распределение пользователей и образцов (половозрастные характеристики пользователей, их навыки владения клавиатурой и иные особенности пользователей); специфика набора текста (статический и динамический текст).

Перспективы использования систем биометрической идентификации по клавиатурному почерку: обеспечение информационной безопасности и управление доступом; обнаруже-

ние вторжений; проведение криминологических исследований и криминалистических экспертиз [4] путем создания профилей правонарушителей и преступников в сфере киберпреступлений; оценка текущего физического и психоэмоционального состояния при работе пользователей с потенциально опасными компьютерными системами или системами жизнеобеспечения (АЭС, лечебные учреждения, службы спасения и иные).

Библиографический список

1. Сапиев А.З. О методах аутентификации пользователей на основе анализа компьютерного почерка // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XVI Междунар. науч.-метод. конф., Воронеж, 11–12 февраля 2016 г. / под ред. Н.А. Тюкачева. Воронеж: Научно-исследовательские публикации, 2016. С. 251–256.
2. Довгаль В.А. Обзор характеристик производительности наборов данных, используемых для обеспечения информационной безопасности на основе клавиатурного почерка / Вестник АГУ – Майкоп: ФГБОУ ВО «АГУ», 2016. – Выпуск 4 (191) – С. 157-163.
3. A. Messerman, T. Mustafic, S. A. Camtepe, and S. Albayrak, «Continuous and non-intrusive identity verification in real time environments based on free-text keystroke dynamics» / Proceedings of the International Joint Conference on Biometrics (IJCB '11), October 2011, pp. 1–8.
4. A. Ahmed, I. Traore, A. Almulhem «Digital Fingerprinting Based on Keystroke Dynamics» / Proceedings of the Second International Symposium on Human Aspects of Information Security & Assurance (HAISA), 2008, pp. 94-104.

УДК 004

НИКОЛАЕВ Д.И., КУЛИГИНА Н.О.

РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ

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

Онлайн-хранилище данных представляет собой сервис, предоставляющий клиентам возможность удаленного хранения данных на выделенных или распределенных серверах, предоставляемых в пользование клиентам.

Наиболее современным и универсальным типом облачных хранилищ является объектное хранилище, которое позволяет работать с данными наиболее обобщённым способом.

Разработка онлайн-хранилища включает в себя реализацию следующих компонентов:

- базы данных. в ней будут содержаться данные о зарегистрированных пользователях, используемых тарифах, внутренней схеме размещения файлов пользователей, а также контрольные суммы хранящихся файлов;
- программа-сервер. ее роль заключается в обработке входящих запросов от пользователей, выполнении на их основе запрошенных операций, отправке ответов.
- программа-клиент. предназначена для формирования запросов к серверу на основе пользовательского ввода.

В качестве СУБД рекомендуется использовать СУБД, поддерживающую реляционную модель данных, что позволяет обеспечивать целостность и непротиворечивость данных.

При реализации программы-сервера необходимо предусмотреть процедуру аутентификации и авторизации, а также журналирование действий пользователя, что позволит выявлять факты несанкционированного доступа к учетной записи.

При разработке модели хранения файлов клиентов необходимо обратить внимание на возможность создания жестких ссылок, которые предоставляют UFS-совместимые файловые системы, а также NTFS. Эта возможность позволяет иметь множество копий одного файла, при этом занимаемое пространство остается таким же, как при наличии единственного экземпляра. Для обеспечения безопасной передачи данных между клиентом и сервером должно применяться шифрование трафика, для этого можно использовать протокол TLS (Transport Layer Security).

Что касается разработки программы-клиента, то она должна быть максимально отзывчивой (иметь минимальные задержки при вводе) и обладать эргономичным графическим интерфейсом.

Разрабатываемое сетевое хранилище предназначено для предоставления пользователям сети TCP/IP возможности удаленного хранения и получения доступа к данным.

Входными данными в разрабатываемом программном обеспечении являются запросы пользователей клиентского приложения, генерируемые посредством взаимодействия с элементами графического интерфейса, и файлы, которые пользователи загружают на сервер. Требованием к этим файлам является их размер. Объем загружаемых файлов не должен превышать доступное данному пользователю свободное пространство в сетевом хранилище.

Выходными данными являются ответы сервера на запросы пользователей клиентского приложения. К ним относятся: информационные сообщения, статистика использования хранилища, содержимое хранилища, а также запрошенные файлы для скачивания.

В качестве СУБД будет использоваться SQLi. В качестве серверной операционной системы была выбрана Microsoft Windows Server. В качестве клиентской операционной системы была выбрана Microsoft Windows. В состав используемых функций операционной системы входят: функции WSA, взаимодействия с файловой системой и управление потоками. Оба приложения будут использовать функции операционной системы и функции стандартной библиотеки C/C++.

УДК 004.922

ПАВЛОВ С.А.

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ВИДА СВЕРХУ ИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ С КАМЕР НА АВТОМОБИЛЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Создание автономных транспортных средств, автопилотов и систем помощи водителю позволит сократить число дорожно-транспортных происшествий на дорогах общего пользования. Правильное восприятие окружающего пространства является важнейшим фактором для автономного вождения. При использовании монокулярных камер оценка расстояния до предметов окружающей среды представляет собой серьезную проблему. Расстояния легче оценить, если изображение с камеры преобразуется в вид сверху, или же вид с высоты птичьего полета.

Основой всех методов является использование гомографии и обратной перспективы, называемой IPM (Inverse Perspective Mapping) [1]. В компьютерном зрении гомография – это матрица преобразования, которая применяется к проективной плоскости и отображает ее на другую плоскость или изображение. Поскольку IPM предполагает, что мир плоский, вследствие чего любой трехмерный объект и изменение высоты дороги вносят сильные визуальные искажения, то итоговые изображения, преобразованные с помощью IPM, часто служат только входными данными для алгоритмов обнаружения полос движения и свободного окружающего дорожного пространства. Поэтому существующие методы сводятся к решению задачи исправления искажений, полученных после выполнения перспективного преобразования.

Описанный в [2] способ позволяет получать на итоговом изображении более четкие детали и однородное освещение, в то время как динамические объекты автоматически удаляются со сцены, таким образом улучшая отображение дорожной разметки. Метод использует генеративно-сопоставительную сеть (GAN), в основу которой положены нейронная сеть VGG16, а также ResNet, которая восстанавливает искажения, вносимые перспективным преобразованием. В основе метода [3] также лежит генеративно-сопоставительная сеть, названная

BridgeGAN, которая состоит из трех сетей GAN, каждая из которых, в свою очередь, состоит из трех модулей: кодировщика, генератора и дискриминатора. Данное решение, напротив, направлено на точное представление всей дорожной сцены, в том числе динамических объектов, и основано на использовании промежуточного представления, называемого гомографическим, для устранения большого разрыва и деформации между начальным видом спереди и итоговым видом сверху. Решение [4] принимает в качестве входных данных для созданной нейронной сети uNetXST семантически сегментированные изображения, полученные с 4 камер, установленных с разных сторон автомобиля. Архитектура разработанной сети uNetXST базируется на сети U-Net и в своем составе имеет отдельный для каждого входного изображения кодировщик, который включает блоки пространственной трансформации на основе IPM; алгоритм трассировки лучей для определения областей, которые скрыты в исходных изображениях с камер.

Подход [5] также описывает способ получения изображения вида сверху с четырех камер. Алгоритм состоит из трех частей: геометрического выравнивания для устранения искажений линзы камеры и преобразования перспективы в вид сверху; фотометрического выравнивания для исправления несоответствия яркости и цвета между соседними видами на основе калибровочной диаграммы, необходимой для точного и надежного поиска и сопоставления признаков; синтеза составного изображения для осуществления сшивания видов, полученных на предыдущих этапах.

Библиографический список

1. **Hartley, R.** Multiple View Geometry in Computer Vision / Zisserman A. // 2nd ed. Cambridge University Press, 2004.
2. **Bruls, T.** The Right (Angled) Perspective: Improving the Understanding of Road Scenes Using Boosted Inverse Perspective Mapping / H. Porav, L. Kunze, and P. Newman // IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), -2019, pp. 302–309.
3. **Zhu, X.** Generative Adversarial Frontal View to Bird View Synthesis / Z. Yin, J. Shi, H. Li, and D. Lin // arXiv e-prints. -2019. arXiv:1808.00327.
4. **Reiher, L.** A Sim2Real Deep Learning Approach for the Transformation of Images from Multiple Vehicle-Mounted Cameras to a Semantically Segmented Image in Bird's Eye View / Bastian Lampe, Lutz Eckstein. // arXiv e-prints. -2020. arXiv:2005.04078.
5. **Zhang, B.** A Surround View Camera Solution for Embedded Systems / V. Appia, I. Pekkucuksen, Y. Liu, A. Batur, P. Shastry, S. Liu, S. Sivasankaran, and K. Chitnis // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, -2014, pp. 676–681.

УДК 004

ПЕТУХОВ А.Е., КУЛИГИНА Н.О.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ РАБОТЫ С ФАЙЛАМИ ПРОИЗВОЛЬНОГО ДОСТУПА

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

Файлы с произвольным доступом — это файлы, хранящие информацию в структурированном виде для поиска и обращения. Поиск в таких файлах осуществляется в области адресов и завершается обращением непосредственно к искомому участку. Дисковое пространство, занимаемое таким файлом, поделено на одинаковые участки (записи), имеющие одинаковую структуру полей.

Файл произвольного доступа является очень удобным и быстрым при поиске, т.к информация в файле произвольного доступа хранится в виде блоков фиксированного размера. Для доступа к записи, находящейся в конце или середине файла, нет необходимости считать файл, начиная с начала, достаточно считать информацию, начиная с любого байта файла. Это же правило работает и с записью в файл, можно записать данные, начиная с любого

байта файла и при этом не нужно будет перезаписывать файл с начала. Однако стоит заметить, что файл произвольного доступа при преимуществе в скорости обработки имеет и недостатки. К недостаткам можно отнести то, что при использовании структуры фиксированного размера при неполном ее заполнении байты в файле будут заполняться пробелами для поддержки структурированной последовательности записей, так как место в файле будет выделено под эти поля каждой записи независимо от наличия и объема данных в этих полях..

Также файл произвольного доступа можно открывать в режиме сразу чтения и записи одновременно. Файл произвольного доступа считается более безопасным с точки зрения сохранности данных, т.к. нет необходимости держать данные файла в оперативной памяти

Разрабатываемое интерфейсное приложение для работы с фалом произвольного доступа должно выполнять следующие функции:

- добавлять записи,
- выводить записи,
- редактировать записи,
- удалять записи,
- делать проверку на дублирующуюся информацию,
- осуществлять поиск по записям,
- осуществлять отбор записей по заданным фильтрам,
- осуществлять быстрый доступ к любой записи.

Для того чтобы осуществить перечисленные функции работы с файлом произвольного доступа, необходимо разработать пользовательский тип данных (структуру) фиксированного размера. Поля данной структуры должны быть определенного типа данных и фиксированного размера.

Итоговое приложение должно иметь интуитивно понятный интерфейс для пользователя, чтобы он мог осуществлять быструю работу с данными. Для этого в ходе создания приложения использовались следующие инструменты и технологии: язык программирования C++ и CLR(.Net Framework), который обеспечивает исполнение байт-кода CIL, в который компилируются программы, написанные на .NET-совместимых языках программирования. Средой разработки была выбрана MS Visual Studio, она позволяет использовать готовые стандартные объекты Windows Forms, а также имеет конструктор, который позволяет быстро настраивать и размещать объекты и автоматически генерирует для них код, что позволяет программисту сосредоточиться на разработке логики приложения.

УДК 004; 811

САЛТЫКОВА А.А.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР ТЕМАТИЧЕСКОГО КОНТЕНТ-АНАЛИЗА НОМИНАТИВНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Контент-анализ – метод анализа текста, основанный на подсчете встречаемости единиц текста в анализируемом информационном массиве. При этом выделяются взаимосвязи и структурные связи между элементами текстового массива, выявляются и определяются количественные и качественные характеристики.

Цель данного исследования – выявление статистически значимых закономерностей в характеристиках тем ВКР и разработка методики подбора студентом темы ВКР с учетом внутренних и внешних признаков и их взаимосвязей.

Темы ВКР представляют из себя номинативные предложения, т.е. предложения без сказуемого. Эта характеристика существенно влияет на внутреннюю структуру и особенно-

сти данного типа предложений. Исходя из структуры предложений были выделены следующие параметры тем для анализа:

- количество значимых слов в предложении,
- количество предлогов,
- количество союзов,
- предмет исследования,
- объект исследования,
- наличие однородных членов предложения,
- читаемость.

Внешние признаки тем ВКР (год, форма подготовки, направление подготовки, шифр, кафедры, преподаватель, оценка) известны априори. Выборка тем ВКР состоит из 220 тем бакалаврских и магистерских работ. Частотный анализ, проведенный с помощью сервисов PolyAnalyst и Concordance, показывает частотное распределение предмета и объекта исследования тем. Дальнейший анализ показывает закономерности, характерные для тем бакалавриата и магистратуры, что рекомендуется учитывать при построении своей темы ВКР.

Основные шаги алгоритма определения студентом темы ВКР с помощью изложенной методики, следующие:

- выделение объекта исследования,
- алгоритм делает частотную выборку по объекту,
- просмотр таксономии “объект-предмет исследования”,
- выбор студентом предмета исследования,
- методика строит более глубокую таксономию,
- построение студентом формулировки темы,
- анализ формулировки алгоритмом и сравнение с параметрами близких тем. определение соответствия тематическому направлению подготовки,
- алгоритм выдает результат обработки и рекомендацию по корректировке,
- корректировка темы,
- окончательная формулировка темы ВКР.

Дальнейшее исследование данной тематики подразумевает использование выделенной методики для разработки сервиса рекомендательного характера.

УДК 004.4

СЕМЕРЕНКО И.И., РУВИНСКАЯ Е.А.

О ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-РЕСУРСА НА ЯЗЫКЕ PYTHON С ПОМОЩЬЮ ФРЕЙМВОРКА DJANGO НА ПРИМЕРЕ САЙТА ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью настоящей работы является написание веб-приложения для диссертационного совета Д212.165.10, созданного на базе Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, которое содержало бы основную информацию о деятельности совета, проведенных защитах, членах совета, способствовало частичной автоматизации некоторых процессов (например, процедуры подачи документов в совет), разграничивая права доступа к информации.

Для написания данного ресурса использовался высокоуровневый язык программирования Python. Для работы с веб-приложением был использован один из основных фреймворков, написанных для Python, – Django. Данный выбор был обусловлен тем, что API-

интерфейсы этого фреймворка позволяют управлять всеми частями проекта, в том числе и базой данных с элементами шаблонов [1].

В нашем информационном портале были реализованы следующие функции:

- разграничение пользователей на группы с разными правами доступа;
- авторизация и регистрация пользователей;
- создание базы данных для нормативных документов; для добавления диссертантами документов по каждому этапу защиты; для размещения информации по прошедшим и будущим защитам диссертаций;
- настройка панели администратора;
- редактирование и добавление новостей и информационных сообщений.

Для хранения информации в приложении для диссертационного совета была создана база данных. Для этого использовался реляционный sql-язык SQLite, который является языком по умолчанию в Django. База данных состоит из шести таблиц. Первые две таблицы предназначены для хранения информации о членах диссертационного совета: утвержденный состав совета и общая информация по каждому члену совета связаны между собой методом один к одному. В третьей таблице собраны все нормативные документы. Четвертая таблица предназначена для добавления документов по каждому этапу защиты (для зарегистрированного соискателя ученой степени). И последние две таблицы содержат данные по прошедшим и предстоящим защитам, и хранят информацию о соискателях ученой степени и приложенных документах по каждому делу. Данные таблицы связывались между собой методом один ко многим [2].

В дальнейшем планируется добавить блок для загрузки и анализа информации о публикационной активности членов совета за выбранный период времени из доступных электронных библиотек.

Представленные результаты получены при поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-1225.2019.5).

Библиографический список

1. **Дронов, В.** Django 3.0. Практика создания Web-сайтов на Python/ В. Дронов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2021. - 704с.
2. **Березуцкая, Л.А.** SQLite main commands and their comparison to SQL for an android app. // Сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием «LinguaNet». под общ. ред. Ю.А. Иванцовой, Н.С. Руденко. 2019

УДК 004

СИДЕЛЬНИКОВ А.В., КУЛИГИНА Н.О.

БИЗНЕС-ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

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

Программный модуль представляет собой описание процесса. Каждый модуль оформляется как самостоятельный продукт и разрабатывается независимо от других модулей. Бизнес-процесс разработки программного модуля будет рассмотрен на основе разработки программного модуля управления персоналом некоторой организации. Модуль может разрабатываться как новый, но также для уменьшения стоимости может проектироваться на основе других модулей, например, с использованием модуля управления персоналом системы «1С-Предприятия».

Разработка программного модуля информационной системы по управлению персоналом включает в себя реализацию следующих компонентов:

- функциональная модель бизнес-процесса в нотации IDEF0. В ней будут содержаться контекстная диаграмма IDEF0 «Разработка программного модуля информационной системы», диаграмма декомпозиции «Разработка программного модуля информационной системы» и диаграмма дерева узлов;
- модель потоков работ в нотации IDEF3. В ней будут описываться действия процесса, которые выполняются в определенной последовательности, а также объекты, участвующие совместно с действиями в этом процессе;
- модель потоков данных в нотации DFD. В ней будет отображаться, каким образом информация перемещается от задачи к задаче в рамках процесса.

Контекстная диаграмма будет представлять собой описание процесса на самом верхнем уровне. На этой диаграмме дается общее представление процесса и его взаимодействия с внешней средой и другими процессами. Здесь будут отображены «Заявки», «Сотрудники», «Созданные модули» и «Правила разработки».

Диаграмма декомпозиции детализирует информацию контекстной диаграммы. Данная диаграмма будет состоять из двух уровней.

На первом уровне будут отображены полученные «Заявки и расчет стоимости разработки модуля», «Разработка технического задания и модуля», «Оплата и сдача модуля заказчику». Второй уровень будет содержать «Разработку технического задания на проект модуля», «Утверждение технического задания у заказчика», «Разработка модуля» и «Тестирование».

Диаграмма дерева узлов предназначена для отображения иерархии функций.

В модели потоков работ в нотации IDEF3 будет подробно описано действие получение заявки и расчет стоимости из диаграммы декомпозиции первого уровня. Данный процесс будет иметь несколько действий расположенных в такой последовательности: получение заявки, выбор варианта разработки, расчёт стоимости (в зависимости какой вариант выбрали), расчёт срока исполнения, согласование с заказчиком показателя разработки модуля.

DFD модель представляет физические характеристики информационной системы, а также показывает движение информационных объектов и хранилища данных. В ней будет подробно описано движение информации (о заказчиках, модулях и оплате) в процессе оплаты и сдачи модуля из диаграммы декомпозиции первого уровня.

Для создания бизнес-процесса разработки программного модуля информационной системы будут использованы CASE-средства BPWin.

УДК 004.023

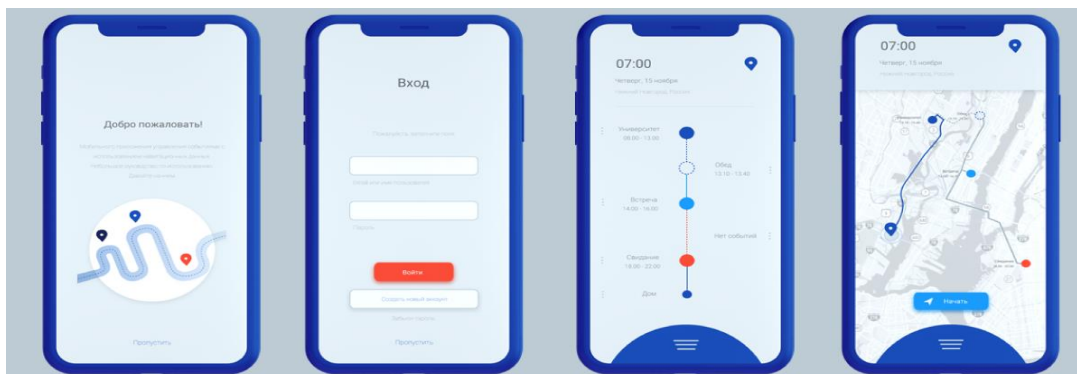
СУХОВА А.Д., ЕГОРОВ Ю.С.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИОРИТЕТОВ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ГЕОЛОКАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные сервисы решают общие типизированные проблемы, но не учитывают персональные факторы, индивидуальные приоритеты человека для оценки и анализа с целью принятия эффективного решения. Пользователь самостоятельно анализирует информацию для формирования альтернатив, что ведет к информационной перегрузке, при этом вследствие субъективности выбор зачастую оказывается ошибочным или неэффективным.

Таким образом, с целью поддержки принятия решений при определении приоритетов событий на основе данных геолокации, разработано мобильное приложение, графический интерфейс которого представлен на рисунке.



Графический интерфейс пользователя мобильного приложения

Приложение позволяет на основе текущего географического местоположения мобильного устройства пользователя и геопозиции запланированных событий (например, посещение не более 24 мест в конкретном городе) заранее определить возможные маршруты движения. Для каждого маршрута анализируется дорожная обстановка, информация о которой собирается по API прикладных картографических сервисов. С учетом способа передвижения выбирается оптимальный маршрут движения на основе алгоритмов комбинаторной оптимизации [1], и формируется оповещение для пользователя об изменении напоминания о событии, если оно возможно и необходимо.

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

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

Работа выполнена за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 14830ГУ/2019 от 13.12.2019).

1. **Ватугин Э.И.** Основы дискретной комбинаторной оптимизации / Э.И. Ватугин. – Москва: Аргмак-Медиа, 2016. – 270с.

УДК 004

ФИЛИППОВ Е.А.

ОБЗОР ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ. РАЗРАБОТКА ДЕТЕКТОРА ДЛЯ ВСТРАИВАЕМОЙ СИСТЕМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день усовершенствованная система помощи водителя – ADAS, предназначенная для повышения безопасности водителя, имеет возможность развития с применением информационных технологий и соответственно улучшения качества безопасности. Такие системы требуют применения методов оптимальных как по программной части для наиболее быстрого реагирования на возникающие ситуации, угрожающие безопасности водителя и пассажиров транспортного средства, так и по механической и энергетической части, так как данные системы устанавливаются на транспортные средства. В настоящий момент наиболее оптимальным решением является применение нейронных сетей, так как качество и

точность детектируемых объектов при помощи нейронных сетей в настоящее время является высоким для безопасного вождения транспортного средства.

В таблице приведены средние точности детекции различных объектов нейронными сетями с простой архитектурой, малым количеством параметров по сравнению с имеющимися нейронными сетями, малым весом модели. Простая архитектура позволяет нейронной сети работать быстрее на приемлемой частоте кадров с требуемой точностью детектируемых объектов. Данные характеристики важны, так как для использования нейронных сетей с большим количеством параметров требуются многомогущие компьютеры с высоким энергопотреблением, которые нецелесообразно устанавливать на транспортные средства, так как мощное аппаратное обеспечение может сильно замедлить транспортное средство за счёт своих размеров и блоков питания, требующихся для обслуживания данного аппаратного обеспечения.

Точность малоразмерных нейронных сетей

Название нейронной сети	Средняя точность
SqueezeDet+, [1]	80.4
Yolo v2 [2]	78.4
MobilePose [3]	87.9

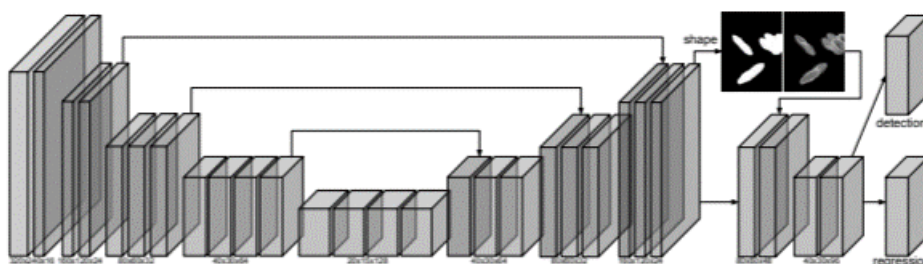


Рис. 1. Архитектура сети MobilePose

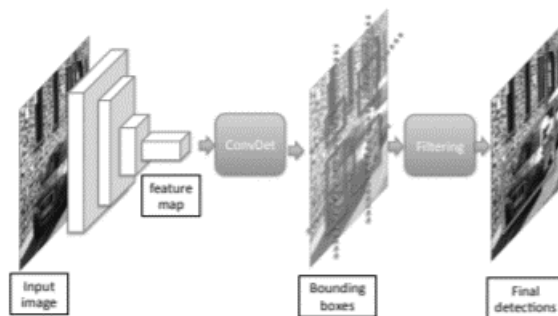


Рис. 2. Архитектура сети SqueezeDet

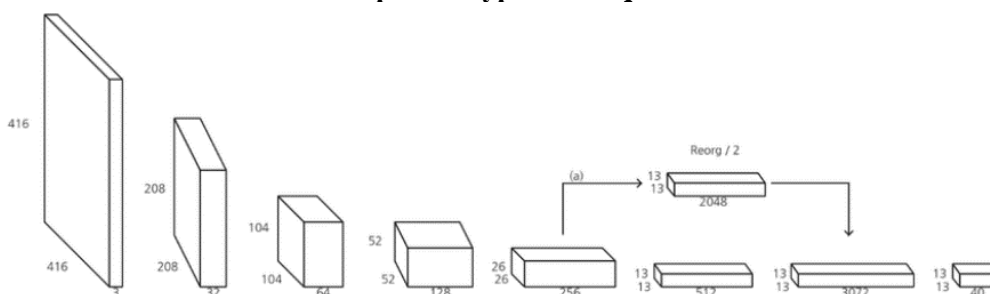


Рис. 3. Архитектура сети YoloV2

Перечисленные нейронные сети в таблице возможно запустить на микрокомпьютерах с требуемыми параметрами точности без ухудшения качества работы функций усовершенствованной системы помощи водителю.

Дальнейшее исследование будет заключаться в рассмотрении имеющихся в настоящий момент простых по архитектуре нейронных сетей и их результатов работы. Данное исследование позволит разработать свою нейронную сеть с приемлемыми параметрами, такими как: вес модели нейронной сети, точность работы, частота кадров.

Итогом исследования будет являться разработанная нейронная сеть с простой архитектурой для детекции объектов, которая может запускаться на слабом аппаратном обеспечении.

Библиографический список

1. **Bichen Wu**, Alvin Wan, Forrest Iandola, Peter H. Jin, Kurt Keutzer, UC Berkeley, DeepScale / SqueezeDet: Unified, Small, Low Power Fully Convolutional Neural Networks for Real-Time Object Detection for Autonomous Driving. – Текст: электронный // URL: <https://arxiv.org/pdf/1612.01051.pdf>
2. **Shouyu Wang**, Weitao Tang / Object Detection in Specific Traffic Scenes using YOLOv2. – Текст: электронный // URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1905/1905.04740.pdf>
3. **Tingbo Hou**, Adel Ahmadyan, Liangkai Zhang, Jianing Wei, Matthias Grundmann / MobilePose: Real-Time Pose Estimation for Unseen Objects with Weak Shape Supervision.– Текст: электронный // URL: <https://arxiv.org/pdf/2003.03522v1.pdf>

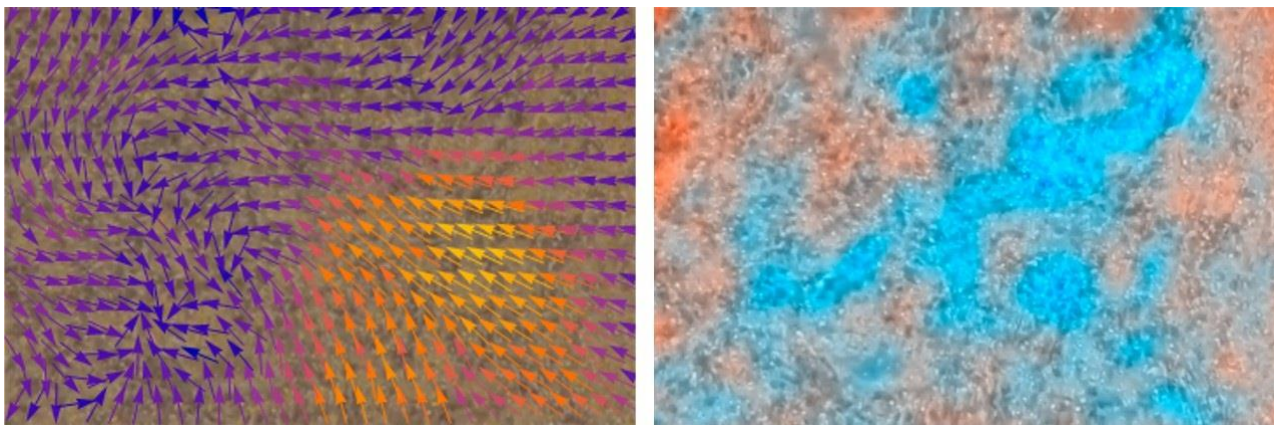
УДК 004.9

ХАРИТОНОВ Л.С.

ВИДЕОАНАЛИЗ СОКРАЩЕНИЯ ТКАНИ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

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

Видеоанализ (или «захват движения», от англ. motion capture) занимается записью, обработкой и анализом видеоданных, чаще всего содержащих какие-либо движения. Он применяется во многих научных исследованиях, но самое широкое распространение получил в клинической медицине и биомедицинской инженерии, в кино, мультипликации и компьютерных играх. Так, для тканевой инженерии [1] очень актуальной является задача картирования возбуждений и сокращений клеток живой сердечной ткани и создание подробных моделей. Проанализируем видеозапись [2] сокращения ткани сердечной мышцы под микроскопом, которая была сделана доктором Лэй Йэ в Институте стволовых клеток Миннесотского университета и измерим характер движений и сокращений, а также выполним картирование сердца. Для решения данной задачи воспользуемся программным пакетом Wolfram Mathematica. Сначала импортируем видеозапись в систему Mathematica и загрузим информацию о количестве и частоте кадров, а также об общей продолжительности видео. Для удобства извлечём из него видеоклип, состоящий из 65 кадров. Далее определим локальные вертикальные и горизонтальные сдвиги (смещения) от одного кадра к другому с помощью функции ImageDisplacements (она сравнивает последовательные кадры i и $i+1$ и возвращает матрицу смещений $\{\delta_x, \delta_y\}$ для каждого пикселя кадра i), упорядочим поток данных во времени и пространстве с использованием фильтра Гаусса (GaussianFilter) и визуализируем векторное поле движения сердечной ткани, отображая его в виде векторной диаграммы, наложенной поверх анимации, с помощью функции ListVectorPlot. Далее для определения пульса накопим величину потока в каждом кадре анимации и найдём кадры с пиковым потоком с помощью директивы FindPeaks. Визуализируем пульс в виде графика, используя функцию ListLinePlot. Определим также частоту сердечных сокращений в минуту, взяв среднее значение. Это примерно 80 уд/мин. Для того, чтобы картировать зоны сокращения и расширения, вычислим дивергенцию поля видеопотока. Далее выделим на анимации области расширения красным цветом, а области сжатия – синим цветом, комбинируя их с использованием функции ColorCombine (она обычно используется для объединения нескольких одноканальных изображений в многоканальное изображение).



Визуализация векторного поля движения ткани и кадр с выделением сжатий и расширений

Библиографический список

3. **Цвеляя? В.А.** Тканевая инженерия сердца как средство исследования фундаментальных процессов возникновения реентри: дис. ... канд. биол. наук. Долгопрудный, 2019. 164 с.
4. **Ye? L.** Human heart muscle in a dish, beating spontaneously. [Видеозапись из Интернета] // Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=a88NkD1eu2Q&list=TLw4LzcRMzKzY>, свободный. (Дата обращения – 18.03.2021).

УДК 519.688

ХУДЯКОВ И.С., ЧЕСНОКОВА И.А.

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ИЗВЛЕЧЕНИЮ ТРЕБОВАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В рамках работы над извлечением требований из нормативной документации предполагается использование уже существующих программных решений для достижения поставленной цели. Также данная задача известна как Information Extraction – автоматическое извлечение релевантных данных из текстов на естественном языке.

При реализации задачи извлечения информации исследователи сталкиваются с такими сложностями как: большое число разных объектов, к которым постоянно добавляются новые, множество различных способов именованного одного и того же объекта, требование установки кореференции имен.

Программными продуктами, работавшими на основе лингвистических шаблонов, являются GATE, LSPL, Томита-парсер. Поскольку данный способ автоматизированного извлечения требований является предпочтительным, следует остановиться на каждом программном продукте более подробно.

GATE предназначен для обработки корпуса документов на естественном языке. Для того чтобы провести тщательный анализ документации с использованием этого инструмента, необходимо первоначально подготовить хорошо организованную онтологию требований. GATE – масштабный программный продукт с открытым кодом, который включает в себя инструменты для поддержания всего жизненного цикла ПО – от проектирования и разработки (GATE Developer, интегрированный с разнообразными плагинами и с системой извлечения информации) до совместного использования множеством серверов в целях аннотации документов (GATE Teamware, использующий парадигму потоков работ).

Язык LSPL (LexicoSyntactic Pattern Language) предназначен для формального описания конструкций (выражений) русского языка с целью их представления в системах автоматической обработки русскоязычных текстов, основанных на морфологическом и частичном синтаксическом анализе. В целом язык шаблонов является достаточно гибким и мощным средством задания лексических и поверхностно-синтаксических свойств конструкций: LSPL-шаблоны могут описывать не только словосочетания, но и целые предложения и более крупные фрагменты текста на русском языке. Синтаксис языка LSPL описан с помощью расширенных формул Бэкуса-Наура, а также таблиц с условными обозначениями.

Томига-парсер создан для извлечения структурированных данных из текста на естественном языке. Вычленение фактов происходит при помощи контекстно-свободных грамматик и словарей ключевых слов. Парсер позволяет писать свои грамматики и добавлять словари для нужного языка. Это open source технология и исходный код проекта открыт и выложен на GitHub. В минимальной конфигурации парсеру на входе отдается сам анализируемый текст, а также словарь и грамматика. Объем словаря и сложность грамматики зависят от целей анализа: они могут быть как совсем маленькими, так и огромными. Файл грамматики состоит из шаблонов, написанных на внутреннем языке/формализме Томига-парсера. Эти шаблоны описывают в обобщенном виде цепочки слов, которые могут встретиться в тексте.

УДК 519.688

ЧЕСНОКОВА И.А., ХУДЯКОВ И.С.

ФОРМАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ТРЕБОВАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поскольку тематика формализации требований задает достаточно актуальные вопросы, решение которых позволит сократить трудозатраты и временные затраты на документирование этапа проектного обследования и технического проектирования, а также позволит в последствии осуществлять верификацию выполнения требований, количество исследований в данной области активно увеличивается. Соответственно, предлагаются различные варианты формальных моделей, заточенных под решение того или иного типа задач.

Рассмотрим формальную модель системного комплекса требований к ИС. В качестве решения задачи формализации семантики требования разрабатывается правило группировки требований. Требование состоит из признаков, каждое из которых принадлежит к той или иной группе требований. Семантическим признаком требования как раз и является набор признаков.

Аналитик заполняет предопределённые для каждого проекта семантические атрибуты требований (категории). Данные атрибуты могут быть одинаковы для похожих видов проектов. Данная формальная модель позволяет формировать требования в группы (концепты), что в последствии помогает относить найденные требования к той группе, набору атрибутов которого он соотносится. Данная формальная модель представляется удачной для решения задачи автоматизированного формирования требований, однако хотелось бы сделать больший упор на семантику требований.

Формальная модель рекурсивно-объектной представлена в работах Yong Zeng [1], занимающегося со своей командой созданием рекурсивной объектной моделью для идентификации требований [2].

Данная формальная модель представляется недостаточно подробной, поскольку не учитывает семантическую связанность элементов содержимого текста между корпусом документов. Кроме того, данная модель создана для анализа текстов на английском языке и не учитывает сложность формируемых конструкций на русском языке и возможных вместе с тем последствий.

Библиографический список

1. **Y. Zeng.** A science-based approach to product design theory. Part II. Formulation of design requirements and products. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing* 15. 1999. pp.341-352.
2. **Y. Zeng.** Recursive Object Model, Modelling of linguistic information in engineering design. *Computers in Industry* 59. 2008. pp.612-625

УДК 004.896

АЛЕКСЕЕВ Д.А., ШАГАЛОВА П.А.

РАЗРАБОТКА ЧАТ-БОТА С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время активно развиваются системы искусственного интеллекта. Собеседник перестает быть живым человеком, на его смену приходят мощные программы. Такими являются чат-боты. Сейчас такие программы уже напоминают личных секретарей, в круг их обязанностей входят информирование о погоде, перевод денег, заказ билетов, ответы на электронные письма и др.

В ходе данной работы был разработан чат-бот с искусственным интеллектом для консультации студентов по вопросу прохождения процедуры нормоконтроля. Данный бот может ответить на все вопросы касательно оформления пояснительной записки для выпускной квалификационной работы согласно всем требованиям и стандартам, а также выслать необходимые документы. Для взаимодействия с пользователем использовался кроссплатформенный мессенджер Telegram.

На этапе разработки структуры нейронной сети были протестированы различные векторизаторы и классификаторы. Задача этой нейронной сети заключалась в определении намерения пользователя на основе полученного сообщения. Для обучения была составлена выборка с различными вариантами сообщений от пользователя. Выборка включала в себя вопросы, утверждения на общие темы, такие как: приветствие, досуг, отдых, осведомление о состоянии здоровья и дел, прощание и так далее. В общей сложности получилось более 20 намерений (интентов), каждый из которых содержал в среднем 25 вариантов сообщений пользователя. По итогам обучения была выбрана модель с наивысшей точностью классификации интентов.

Датасет, составленный по теме «прохождение нормоконтроля», представляет собой сложную структуру из вложенных словарей и списков, поэтому для экономии времени при составлении обучающей выборки был создан специальный редактор. Он сам формировал нужную структуру по введённым данным и отображал статистику по датасету. Точность распознавания нейронной сети после обучения составила 94,8 %.

Поскольку точность классификации нейронной сети составляет менее 100 процентов, была разработана генеративная модель. Она будет использована в тех случаях, когда нейронная сеть не сможет классифицировать намерение пользователя. В основе её работы лежит метрика под названием расстояние Левенштейна. Эта метрика определяет минимальное количество односимвольных операций (а именно вставки, удаления, замены), необходимых для превращения одной последовательности символов в другую. В данном случае сравнивались сообщение пользователя с сообщениями из выборки. Исходя из количества таких операций и длины сообщения пользователя, эта модель определяет намерение человека.

Также необходимо отметить, что были применены библиотеки для морфологического анализа текста и анализа текста на наличие грамматических ошибок. Эти библиотеки использовались для обработки сообщений пользователей. Они позволили повысить точность классификации нейронной сети и генеративной модели.

Если нейронная сеть и генеративная модель не смогут определить намерение пользователя, то сработает «заглушка». Например: не понял смысла вашего вопроса, перефразируйте, пожалуйста.

Кроме того, в чат-боте реализовано распознавание голосовых сообщений.

Чат-бот собирает статистику по запросам пользователей и регистрирует все события, происходящие в программе. Пользователь после прохождения процедуры аутентификации сможет получить доступ ко всей статистике по боту и отправлять сообщения от имени бота. Например, ответить тем, кому не смог помочь чат-бот.

УДК 004.832

БОЖКО М.Е., СТОРОЖЕВА К.О.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ИХ УВЕЛИЧЕНИИ БЕЗ ПОТЕРИ КАЧЕСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в медицине активно развивается направление автоматизации анализа диагностических снимков. Возникает проблема извлечения достаточного количества диагностической информации из результатов исследований, связанная с низким разрешением исходных изображений или их малыми размерами, требующая увеличения изображений для обнаружения и распознавания объектов без потери качества.

Для решения задачи повышения качества анализа медицинских снимков при их увеличении в работе исследуются известные алгоритмы бикубической и билинейной интерполяции, а также алгоритм использования предобученной нейросети *single-image-super-resolution-1033* из репозитория Open Model Zoo библиотеки OpenVINO.

Билинейная интерполяция масштабирует изображение путем интерполяции значений цвета квадрата размером 2x2 пикселей, окружающих неизвестный объект. В качестве интерполированного значения используется взвешенное усреднение этих четырёх пикселей. Бикубическая интерполяция рассматривает массив размером 4x4 окружающих пикселей, и, поскольку они находятся на разных расстояниях от неизвестного значения, ближайшие значения пикселей получают при расчёте больший вес, что дает лучшее качество восстановления изображений при увеличении их размеров. Тем не менее, методы интерполяции, полагающиеся на априорную информацию при низком разрешении и обработке небольших по размеру изображений, дают низкое качество при их восстановлении.

Применение технологий искусственного интеллекта и глубокого обучения нейросетей позволяют повысить качество при увеличении изображений с низким разрешением, т.е. получить супер-разрешение. Отметим, что глубокое обучение позволяет тренировать модель и предсказывать результат по набору входных данных.

Использование предобученной нейросетевой модели *single-image-super-resolution-1033* из репозитория Open Model Zoo и проведение исследований варьированием значений весов между узлами нейронной сети позволило максимально повысить разрешение входного изображения по сравнению с методами билинейной и бикубической интерполяции. Кроме того, данный метод отличается высоким качеством выходного изображения и позволяет, используя алгоритмы машинного обучения, провести анализ статистических взаимосвязей между изображением с низким разрешением (НР) и изображением-аналогом с высоким разрешением (ВР) на основе обучающих примеров.

Эффективность работы данных алгоритмов определяется скоростью работы и коэффициентом PSNR (метрикой схожести оригинала и увеличенного изображения, которая равна пиковому отношению сигнал - шум, дБ). Чем больше PSNR, тем лучше качество увеличенного изображения.

Результаты тестирования алгоритмов

Методы	Время (сек.)	PSNR (дБ)
Билинейная интерполяция	0,093	25,4
Бикубическая интерполяция	0,234	26,0
Single-image-super-resolution-1033	1,359	30,97

Результаты исследования эффективности работы трех алгоритмов показали преимущества использования предобученной нейронной сети по качеству обработки изображений в сравнении с билинейными и бикубическими алгоритмами интерполяции, т.е. коэффициент PSNR увеличился почти на 19%.

УДК 004.7

БЫКОВА И.В., БАЛАШОВА Т.И.

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ, АЛГОРИТМОВ И МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в связи с ростом объема передаваемой информации, повышением технических требований к показателям работы сетей, уменьшением затрат на построение и модернизацию в условиях экономического кризиса задача повышения эффективности работы сетей является особенно актуальной.

Основываясь на результатах анализа источников по данной проблеме, в работе систематизированы модели, алгоритмы и методы.

При проектировании сети одним из критериев, влияющих на ее эффективность, является выбор топологии сети. Обычно применяются стандартные топологии типа «звезда», «кольцо», «шина», «дерево», но все они имеют ряд недостатков, влияющих на надежность работы сети, поэтому в настоящее время принято использовать смешанные топологии, построенные на базе стандартных. В качестве модели топологии сети чаще всего используются ориентированные и неориентированные графы, сети Петри, нечеткие графы, гиперграфы, граф марковского процесса гибели и размножения, двудольный граф, гиперсети.

Ориентированные граф-модели используются для решения задачи оптимизации сети передачи данных [1], проектирования алгоритмов маршрутизации в сетях передачи данных автоматизированных систем управления, реализации маршрутизации с учетом приоритетов маршрутов. Неориентированные граф-модели применяются при проектировании алгоритмов маршрутизации в сетях передачи данных автоматизированных систем управления и при построении оптимального коммуникационного дерева [2]. Для имитационного моделирования локальных вычислительных сетей используются раскрашенные временные сети Петри с очередями. Двудольный граф применяют для исследования задачи максимизации времени жизни беспроводной сети [2]. Для анализа живучести сетей используют модель на основе нестационарной иерархической и стационарной гиперсети.

Для повышения эффективности работы сетей применяются различные алгоритмы маршрутизации, эвристические алгоритмы [2], алгоритмы оптимизации (алгоритм имитации отжига [1], генетические алгоритмы [1], эволюционные алгоритмы, метод ветвей и границ [1]), алгоритм полного перебора и др.

Для оптимизации сетей передачи данных применяют метод ветвей и границ, генетический алгоритм и алгоритм имитации отжига. С целью предотвращения перегрузок и повышения эффективности работы сетей передачи данных используют алгоритм активного управления очередями и алгоритм произвольного раннего обнаружения.

При анализе работ было выявлено, что наиболее используемыми методами при исследовании сетей являются методы теории графов, теории множеств, методы оптимизации, методы теории надежности, системного анализа, теории вероятности, теории случайных процессов, численные методы и другие.

Библиографический список

1. **Лазарев, Е.А.** Бикритериальная модель и алгоритмы оптимизации сети передачи данных: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Лазарев Евгений Александрович. – Нижний Новгород, 2013. – 120 с.
2. **Плотников, Р.В.** Исследование оптимизационных моделей сетей сбора и передачи данных при ресурсных ограничениях: дис. ... канд. физ.-мат. наук: 05.13.18 / Плотников Роман Викторович. – Новосибирск, 2013. – 88 с.

УДК 004.9

ГОРЯЧЕВ Г.Э., ГОЛОВАНОВ В.И.

СОЗДАНИЕ МОДУЛЯ ЭКСПОРТА/ИМПОРТА ФАЙЛОВ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СЕРВИСОВ НА БАЗЕ OPEN SOURCE БИБЛИОТЕК ОНЛАЙН РЕСУРСОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире все пользуются смартфонами и другими гаджетами, с помощью которых всегда могут определить своё положение на карте города или другой местности, с помощью них заказывают себе такси, смотрят расписание автобусов и т.д., поэтому работа с геоданными является важной и значимой задачей при разработке приложений, специализирующихся на этом.

В работе рассматривается задача прямого и обратного геокодирования. Под геокодированием понимается процесс преобразования адресов в географические координаты (такие как широта и долгота), которые можно использовать для размещения маркеров или позиционирования карты. Таким образом, установленная пользователем точка на географической карте, может быть преобразована в удобный формат для дальнейшей работы по обработке информации, а также в обратную сторону – из удобного формата в точку.

Для отображения карт используются два основных вида API:

- Javascript API (интерактивное),
- Static API (статичное).

Javascript API позволяет показать на сайте интерактивную карту с возможностью изменения масштаба, отображения маркеров, взаимодействия с картой. Static API используется там, где нужно показать просто картинку карты, когда полноценные JS карты выглядят избыточными. Также статичную картинку можно использовать для ускорения загрузки страницы у пользователя — а по нажатию мыши делать её интерактивной.

Для работы с картами необходимо выбрать наиболее подходящий картографический сервис на базе open source библиотек онлайн ресурсов. Будем рассматривать интерактивное API, так как планируется предоставлять возможность пользователю взаимодействовать с картой.

Результаты сравнения картографических сервисов

Название	Наличие trial-версии	Кол-во запросов в день	Форматы ответа	Функциональные возможности
Google API	-	250	XML, JSON	5
API Яндекс.карт	+|-	25 000|1000	XML, JSON	4
Geocoder API (2gis)	+|-	Время тестирования	JSON	4
API Спутник/Карты	+	Нет ограничений	JSON	3

В таблице приведены результаты сравнения картографических сервисов по следующим параметрам: количество возможных запросов в день, наличие хорошей бесплатной версии и форматы ответа сервиса, так как чем больше форматов ответа сервиса, тем более гибким будет приложение при решении задач. По таблице уже можно сделать выводы, что некоторые сервисы не подходят, например, Google API не предоставляет бесплатную версию. Однако стоит отметить, что окончательный выбор сервиса возможен только после его практической апробации.

Библиографический список

1. Статья из habr: «Геокодер OSM на Java»: [сайт]. URL: <https://habr.com/ru/post/462011/>
2. Статья из habr: «Web-геосервисы. Обзор современных решений»: [сайт]. URL: <https://habr.com/ru/post/505500/>

УДК 62–758.38

ГРЯЗЕВ Е.Н., КАЮРОВ В.Ю., ПОПОВ Д.В., РЯБИКИНА Т.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УЗЛА «КОЖУХ» НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЯ «РОТОРНО-ВИБРАЦИОННЫЙ ГИРОСКОП»

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

При проектировании технологических процессов изготовления деталей, входящих в узел, целью является не только соблюдение качественных характеристик, но и обеспечение ряда технических показателей, влияющих на эксплуатационные показатели изделий в целом.

Предложено изменение технологического процесса и изготовления узла «Кожух» сборной конструкцией из заготовок, получаемых методом штамповки из ленты 0,8-79НМ-ГОСТ 10160-57.

Сравнительные результаты экспериментальных измерений

№	Кожух (толщина стенки 0,9мм, радиус скругления 4мм)	Поле 400А/м		Поле 1300А/м	
		смещение н.с., °/час	невозврат н.с., °/час	смещение н.с., °/час	невозврат н.с., °/час
1	Без кожуха	232,94	1,47	-	-
2	Кожух цилиндрической формы (с радиусом скругления $R \geq 1$ мм)	3,61	3,95	6,53	2,24
3	Кожух изготовленный на станке ЧПУ из прутка	0,99	1,54	5,57	1,29
4	Кожух с послойным напылением никеля и меди (5Cu+5Ni)	1,54	2,11	2,51	2,42
5	Кожух с однослойным магнитным экраном (1Cu+1Ni)	2,04	1,38	7,71	1,74
6	Кожух изготовленный методом штамповки	1,86	2,28	0,96	1,36
7	Кожух двухслойный	0,85	1,62	5,27	1,34

Для оценки эффективности разработанного узла в конструкции роторно-вибрационного гироскопа при воздействии внешних постоянных магнитных полей на нулевые сигналы, выполнялись эксперименты. Для сравнения испытания проводились на гироскопе с различными типами кожуха с суммарной толщиной стенки 0,9 мм[1]. Положение датчиков при измерении нулевых сигналов в процессе испытаний на воздействие внешнего

магнитного поля – произвольное. Эксперимент происходил в два этапа: в катушке Гельмгольца с напряженностью постоянного магнитного поля 400 А/м и на вибростенде ВЭДС–1500 по осям стенда: по вертикальной оси до 1300А/м и в горизонтальной плоскости по двум взаимно перпендикулярным осям 1300А/м и 1000А/м соответственно [2]. Сравнительные результаты экспериментальных измерений для базового исполнения и спроектированной конструкции представлены в таблице.

Результаты показали, что применение экранов с послойным напылением никеля и меди в гироскопе нецелесообразно ввиду их низкой эффективности и существенного усложнения технологии их изготовления. Кожуха, изготовленные механической обработкой и штамповкой, эквивалентны по своей эффективности экранирования, но спроектированный вариант, по трудоемкости изготовления, меньше в два раза.

Библиографический список

1. Полонский Н. Б. Конструирование электромагнитных экранов для радиоэлектронной аппаратуры / Н. Б. Полонский. – М.: Сов. радио, 1979.-216 стр., ил.
2. Аполлонский С. М. Справочник по расчету электромагнитных экранов/ С. М. Аполлонский. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1988.-224с.: ил. – ISBN 5-283-04390-8

УДК 004.056.55

ДУБКОВА М.А., ТИМОФЕЕВА О.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с процессом повсеместной цифровизации вопросы защиты информации при ее хранении и передаче посредством интернета являются особенно актуальными в настоящее время. Криптография позволяет преобразовывать информацию, обеспечивая безопасность, конфиденциальность и целостность данных. Именно поэтому выбор алгоритма, с помощью которого будет шифроваться информация, так важен. Целью работы является изучение и исследование различных алгоритмов шифрования.

Все криптографические алгоритмы базируются на двух основных математических преобразованиях: замене и перестановках, все остальные являются лишь комбинацией этих двух подходов. В перестановочных шифрах символы открытого текста изменяют своё местоположение. Все без исключения шифры перестановки разделяются на два подкласса: шифры одинарной (простой) перестановки, шифры множественной (сложной) перестановки. В шифрах замены один символ открытого текста замещается символом зашифрованного текста. Различают четыре типа шифров замены: простые, сложные, блочные, а также полиалфавитные шифры замены. Шифрование методом замены основано на алгебраической операции, называемой подстановкой взаимно однозначного отображения некоторого конечного множества M на себя. Число N элементов этого множества называется степенью подстановки.

В настоящее время используется множество шифров однозначной замены, где количество шифрозамен $M = 1$ для каждого символа или блока символов исходного алфавита. Примерами таких шифров являются шифр Цезаря, лозунговый шифр, тюремный шифр, биграммный шифр Порты, шифр Хилла, RSA, совмещенный шифр. Также известно большое количество шифров многозначной замены, где количество шифрозамен M для отдельных символов или блока символов исходного алфавита больше единицы. Примерами таких шифров являются система омофонов, книжный шифр, диск Альберти, шифрование сложением по модулю N , шифр Вернама. Для дальнейшего исследования были выбраны асимметричный алгоритм однозначной замены RSA, так как выбор параметров может быть сделан публично; аддитивный шифр многозначной замены Вернама, - его преимущество в том, что ключ мо-

жет быть распространён заранее, а также по более медленным и надёжным каналам связи, после чего шифрограмму можно совершенно безбоязненно пересылать по обычным каналам; и шифр маршрутной перестановки Скитала, преимущество которого состоит в простоте и отсутствии ошибок.

Алгоритм RSA включает в себя четыре этапа: генерация ключей, передача ключей, шифрование и расшифрование. Алгоритм использует односторонние функции, которые легко вычисляются для любого входного значения аргумента, а найти аргумент по заданному значению функции является трудоемкой задачей.

Алгоритм Вернама основан на идее Г.С. Вернама электромеханически по координатно складывать «импульсы» знаков открытого текста с «импульсами» гаммы, предварительно нанесенными на ленту. Фактически исходный текст переводится в ASCII код и производится сложение «по модулю два» с ключом.

Шифр Скитала (или шифр древней Спарты) изначально осуществлялся путем наматывания полоски с шифрованным текстом на палочку. При этом буквы выстраивались в ряды, расположенные вдоль палочки. Ряды считывались и сообщение расшифровывалось.

Каждый из выбранных алгоритмов шифрования имеет свои особенности и при этом сохраняет конфиденциальность, целостность данных и является безотказным. Минусами данных шифров является сложность шифрования, а также низкая скорость выполнения операций зашифровки и расшифровки, что обусловлено необходимостью обработки ресурсоемких операций.

УДК 681.5

ЖЕСТКОВА Н.С., СТЕПАНЕНКО М.А.

ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМОВ АДАПТИВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Главное отличие адаптивного тестирования от традиционного заключается в динамичности предъявляемых заданий – следующее предложенное задание будет подобрано из банка заданий по определенному критерию, основываясь на предыдущих ответах тестируемого. Такой подход позволяет сократить количество заданий, необходимых для выставления оценки испытуемому и тем самым сократить трудоемкость и время тестирования.

В настоящий момент выделяется три основных алгоритма адаптивного тестирования [1]:

- 1) жесткий алгоритм основывается на формировании области незнания студента, наказывая за незнание темы;
- 2) мягкий основан на формировании области знания и не наказывает пользователя за незнание темы;
- 3) комбинированный сочетает в себе жесткий и мягкий алгоритмы и основан только на области тем, из которых выбираются вопросы.

Основные различия алгоритмов заключаются в подходе к выбору следующего задания в цикле предъявления заданий испытуемому [2]. Задачу определения сложности возможно решить на основе теории нечетких множеств. Обобщенный алгоритм определения сложности задания будет состоять из следующих, перечисленных далее этапов.

1. Расчет степени правильности решения последнего тестового задания.
2. Этап фазификации. На этом этапе полученные величины сложности и правильности решения задания будут представлены в виде нечетких значений одной или нескольких категорий правильности и соответствующих им степеней принадлежности.

3. Нечеткий логический вывод. На этом этапе на основе полученных нечетких оценок формируется нечеткий логический вывод о сложности следующего задания, при этом количество и конструкция правил логического вывода меняется в зависимости от алгоритма.
4. Этап дефаззификации. На этом этапе полученное нечеткое значение сложности следующего задания приводится к числовому виду с использованием функций принадлежности категорий сложности.

Таким образом, в качестве следующего задания из базы случайным образом выбирается отвечающее ограничению по использованным темам тестовое задание, имеющее значение степени сложности из заданной преподавателем окрестности величины, рассчитанной при дефаззификации.

Автоматизировать представленный алгоритм можно с помощью нейронной сети, которая сможет классифицировать входные данные по нечетко заданным критериям. В этом случае нейронная сеть должна являться нейро-нечетким классификатором и содержать следующие слои:

- Слой нечетких функций активации;
- Слой фаззификации: каждый узел в этом слое генерирует сигнал, соответствующий степени выполнения нечеткого правила для выборки;
- Слой дефаззификации: в этом слое вычисляются веса выходов; каждое правило влияет на каждый класс в соответствии с их весами;
- Слой нормализации: на этом слое выходы сети нормализуются.

Использование нейро-нечеткого подхода в реализации алгоритма адаптивного тестирования позволит добиться максимальной эффективности при оценивании знаний испытуемых. Алгоритм адаптивного тестирования, основанный на теории нечетких множеств, позволяет проводить контроль знаний как опытный преподаватель, а сеть выступает как эффективный инструмент автоматизации.

Библиографический список

1. **Ван дер Линден.** Компьютеризированное адаптивное тестирование. Теория и практика. Бостон, Массачусетс: Kluwer, 2020.
2. **Фарфоров, А.С.** Алгоритмы адаптивного тестирования знаний на основе теории нечетких множеств / А.С. Фарфоров., С.П. Дударов // Успехи в химии и химической технологии. – 2008. - №1. – с. 63-67

УДК 681.5

КАЛАТУР И.О.

РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ С ИТЕРАТИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ ОДНОЗВЕННЫМ МАНИПУЛЯТОРОМ

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

Рассмотрим однозвенный манипулятор с жестким звеном, который работает в повторяющемся режиме и перемещает детали в вертикальной плоскости в заданную позицию. Модель манипулятора на k -м повторении имеет вид

$$J\ddot{\theta}_k(t) = (-0.5mgl - Mgl)\sin\theta_k(t) + u_k(t), \quad t \in [0, T], \quad (1)$$

где J – момент инерции нагруженного звена, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$; θ_k – угол поворота звена, рад; m – масса звена, кг; g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{сек}^2$; l – длина звена, м; M – масса груза, кг; u – управляющий крутящий момент.

При заданных параметрах управление с обратной связью не всегда может обеспечить требуемую точность установки перемещаемых деталей. В этом случае эффективное решение

можно получить на основе управления с итеративным обучением. Такое управление имеет вид [1,2]

$$u_{k+1}(t) = u_k(t) + \Delta u_{k+1}(t)$$

и требуемая точность достигается за счет соответствующего выбора корректирующей поправки $\Delta u_{k+1}(t)$. Модель (1) является нелинейной, но за счет увеличения консерватизма будем рассматривать ее как одну из возможных в классе нестационарных линейных моделей с неопределенными параметрами. Иными словами, модель (1) погружается в семейство моделей

$$\dot{x}_k(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{(0,5mgl + Mgl)\delta_k(t)}{J} & 0 \end{bmatrix} x_k(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{J} \end{bmatrix} u_k(t), \quad (2)$$

где $x_k(t) = [\theta_k(t) \quad \dot{\theta}_k(t)]^T$, $\delta_k(t) \in [0,1]$ и измерению доступна только выходная переменная $y(t)$. Модель (1) получается из (2) при $\delta_k(t) = \sin \theta_k(t) / \theta_k(t)$.

Задача состоит в нахождении алгоритма управления с итеративным обучением, при котором выходная переменная $y(t)$ воспроизводила бы желаемую траекторию $y_{ref}(t)$ с заданной точностью. В соответствии с [1] закон управления с итеративным обучением будет искать в виде

$$\begin{aligned} u_{k+1} &= u_k + \Delta u_{k+1} = u_k + K_1(\hat{x}_{k+1} - \hat{x}_k) + K_2(\ddot{y}_{ref} - C_1 \hat{x}_k) = \\ &= u_k + K_1(\hat{x}_{k+1} - \hat{x}_k) + K_2(\ddot{y}_{ref} - C_1 A \hat{x}_k - C_1 B u_k - C_1 F(y_k - C \hat{x}_k)) \end{aligned}$$

где \hat{x}_k – оценка вектора состояния на повторении k , F – матрица усиления наблюдателя. Параметры наблюдателя выберем с помощью стандартной функции `lqr` пакета MATLAB. Решая задачу на основе метода, предложенного в [1] при значениях $m = 1.5 \text{ кг}$, $M = 3 \text{ кг}$, $g = 9.8 \text{ м/с}^2$, $l = 0.5 \text{ м}$, $T = 3 \text{ с}$, $Q = \text{diag}[Q_1 \quad Q_2]$, $Q_1 = 10^{-2} I$, $Q_2 = 10^{-3} I$, $R = 1$, получим

$$K_1 = [2.7554 \quad -0.3324 \quad 0 \quad 0], \quad K_2 = 0.0116.$$

При этих параметрах обеспечивается точность, которую невозможно достичь с помощью управления с обратной связью.

Библиографический список

1. Емельянова, Ю.П. «Управление с итеративным обучением неопределенной системой с непрерывным временем на основе наблюдателя состояния»// Ю.П. Емельянова. – Н. Новгород, 2020
2. Теория управления (дополнительные главы): Учебное пособие / Под ред. Д. А. Новикова. – М.: ЛЕ-НАНД, 2019. – с. 178 – 202.

УДК 004.02

КУДРЯВЦЕВА Е.В., ГОЛОВАНОВ В.И.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА ЛИТТЛА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ СВЯЗНОГО ГРАФА С ДУГАМИ МИНИМАЛЬНОЙ СТОИМОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В жизни современных предприятий существенное место занимает проблема недостаточной скорости передачи данных, услуг, товаров и вопрос соблюдения сроков доставки. Для решения этой проблемы необходимо находить пути для перемещения с минимальным временем доставки данных.

В работе рассматривается задача поиска самого выгодного маршрута, проходящего через указанные вершины графа по одному разу, с последующим возвратом в исходную точ-

ку. Для реализации этой задачи были исследованы метод полного перебора, алгоритм Литтла на базе связного графа.

Граф называется связным, если для двух любых его вершин найдется путь, который из соединяет [1].

Был проведен анализ методов, выявлены и проанализированы их достоинства и недостатки.

Метод полного перебора является часто используемым математическим методом. Его суть заключается в переборе всех возможных решений и выбора наилучшего из всего пула решений.

К преимуществам метода полного перебора можно отнести гарантированность нахождения наилучшего результата и простоту программной реализации. Главным недостатком являются большие временные затраты, затраченные на поиск решения.

Алгоритм Литтла является модификацией метода ветвей и границ. Он разработан специально для решения задачи нахождения пути с минимальной стоимостью [2]. В основе метода ветвей и границ лежит идея последовательного разбиения множества решений путем ветвления и нахождения оценок (границ).

Преимуществом алгоритма Литтла является схожесть с методом полного перебора. Его усовершенствование – это последовательный отсев решений, которые кажутся невыгодными на основе оценки. Недостатком является то, что в процессе работы часть решений не рассматривается. Это не может гарантировать нахождение решения задачи при использовании неэффективной оценки по отбрасыванию вариантов.

Выбираем алгоритм Литтла, основываясь на критерии его быстродействия относительно метода полного перебора.

Целью данного метода является поиск гамильтонового цикла с минимальной стоимостью в графе. Чтобы найти его, необходимо придерживаться следующих действий:

- 1) в каждой строке матрицы стоимости находим минимальный элемент и вычитаем его из всех элементов строки. Осуществляем это также для столбцов, не содержащих нуля. Получаем матрицу стоимости, каждая строка и каждый столбец которой содержат хотя бы один нулевой элемент;
- 2) для каждого нулевого элемента матрицы рассчитываем коэффициент k , который равен сумме минимальных элементов столбца и строки этого нуля. Выбираем нулевой элемент матрицы с максимальным коэффициентом, если таковых несколько – выбираем любой из них. Вносим в гамильтонов контур соответствующую дугу;
- 3) удаляем строку и столбец, на пересечении которого выбранный нами нулевой элемент матрицы;
- 4) проверяем граф на наличие точек возврата, если есть таковые, то меняем их значение на максимальное. Повторяем предыдущие действия, пока не получим матрицу порядка 2;
- 5) вносим в гамильтонов контур недостающие дуги. Получаем искомым цикл.

В дальнейшем планируется запрограммировать выбранный алгоритм Литтла для нахождения связного графа и дугами минимальной стоимости.

Библиографический список

1. **Карпов, Д. В.** Минимальные двусвязные графы // Записки научных семинаров ПОМИ, т.417 (2013), стр. 106-127.
2. **Little J. D. C., Murty K. G., Sweeney D. W., Karel C.** An algorithm for the traveling salesman problem // Operations Research. 1963 Vol. 11, No 6 P. 972-989.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ СВЯЗНОГО ГРАФА С ДУГАМИ МИНИМАЛЬНОЙ СТОИМОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время важны не только обработка и хранение, но и передача информации. Активное развитие сетевых технологий способствует повышению скорости и эффективности передачи информации. Сети используются во многих сферах нашей жизни. Поэтому анализ сетей, несомненно, является актуальной задачей. Сети часто представляют в виде графов – структур, состоящих из множеств вершин и ребер, отображающих связи между этими вершинами. В представленной работе рассматривается нахождение покрытия взвешенного графа, при котором покрывающий граф будет связан, а сумма весов его ребер окажется минимальной.

Для решения данной задачи воспользуемся генетическим алгоритмом. Этот алгоритм основан не только на случайном и комбинированном переборах, но и использует базовые принципы теории биологической эволюции такие, как отбор, мутация и воспроизведение потомства [1].

Входными данными является полный неориентированный граф G , построенный на n вершинах, заданный весовой матрицей стоимости его ребер $\|C_{ij}\|$.

Для того, чтобы решить данную задачу необходимо выполнить перечисленные далее шаги.

1. Случайным образом задаем начальную популяцию. Каждая особь в популяции представлена с помощью хромосомы, длины K

$$K = \frac{n!}{(n-2)! \cdot 2!}, \quad (1)$$

где n – число вершин в графе.

Каждый ген хромосомы соответствует ребру графа G и принимает значение 1, если ребро входит в покрытие и 0 в противном случае.

2. Проводим оценку популяции. Для начала проверяем граф на связность с помощью специального алгоритма, построенного по принципу вычисления строк в матрице достижимости. После этого подсчитываем суммарную стоимость ребер, образующих граф-покрытие G^* .
3. Прежде чем переходить к генетическим операторам, проводим исключение худшей особи из популяции, а также заведомо проигрышных вариантов. К примеру, если в хромосоме количество единиц меньше, чем $n - 2$, то граф связным не будет. И поэтому такое решение можно отсечь при условии, что при использовании генетического оператора наше решение не улучшится.
4. Применяем один из генетических операторов: оператор мутации или оператор кроссинговера.
5. Получаем популяцию следующего поколения.
6. Повторяем шаги 2, 3, 4, 5, пока не выполнится условие окончания работы алгоритма. Условие может быть разным, к примеру, время выполнения алгоритма, число итераций, величина изменения среднего показателя суммарной минимальной стоимости для соседних поколений, и т.д.

Достоинствами генетического алгоритма можно назвать хорошую работу при решении крупномасштабных задач, а также использование детерминированного и вероятностного механизмов решений. К недостаткам алгоритма можно отнести то, что нет гарантии нахождения самого оптимального решения задачи.

-
1. **Карпенко, А.П.** Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой - 2-е издание – Москва:МГТУ им. Н.Э. Баумана,2017 – с. 65.

УДК 003.26

МИШИН Д. В., КАПРАНОВ С.Н.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО ВСТРАИВАНИЯ ДАННЫХ НА БАЗЕ АЛГОРИТМА F5 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СОПРОТИВЛЯЕМОСТИ ОБНАРУЖЕНИЮ RS МЕТОДОМ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексева

В эру стремительного развития информационных технологий открывается множество возможностей для воплощения самых различных идей, существование которых напрямую зависит от производительности оборудования. Не стоит на месте и информационная безопасность. С развитием социальных сетей и информационных технологий в целом возросла необходимость, а также появились возможности для такой науки как стеганография. Ее применение на сегодняшний день помогает защищать данные скрытыми метками, подтверждать авторство водяными знаками, хранить данные об объекте в самом объекте, устраняя при этом избыточность в наличии других источников информации.

Основополагающими процессами в науке о стеганографии являются внедрение информации и выявление факта о наличии скрытой информации. В данной работе рассматривается повышение эффективности сопротивления стеганографического алгоритма встраивания информации F5 методу выявления факта наличия скрытой информации RS. В рамках исследования будет рассмотрена предметная область, описаны исследуемые алгоритмы их модификация, а также результаты практической части исследования.

Алгоритм F5 является алгоритмом, использующим LSB метод внедрения информации для встраивания в дискретные косинусные коэффициенты. Данный алгоритм имеет две ключевые особенности, позволяющие обходить различные статистические атаки наподобие атаки хи-квадрат.

Первая особенность заключается в псевдослучайном выборе коэффициентов для встраивания. Алгоритм предполагает перемешивание всех коэффициентов изображения для встраивания с помощью генератора псевдослучайных чисел на основе зерна-пароля и восстановления последовательности после внедрения. Этот шаг помогает защититься от атаки хи-квадрат и других атак, основывающихся на статистических особенностях структурных переходов в изображении, путем зашумления изображения внедренной информацией через ее распределение по всему контейнеру.

Второй способ защиты алгоритма F5 основывается на уменьшении внедряемой информации путем сокращения количества изменений наименее значимых бит. Данная алгоритмическая составляющая выражена в применяемом методе кодирования матрицы дискретных косинусных коэффициентов, основанным на кодах Хэмминга. Несмотря на все преимущества, статистический RS метод легко справляется с контейнерами, информация которых встроена с помощью алгоритма F5.

RS метод является статистическим алгоритмом стеганографического анализа. RS метод действует стратегией формирования статистических, классифицированных, случайных групп пикселей, на основе которых проверяется некая гипотеза о внедрении. Такой подход нивелирует преимущества случайного встраивания и, напротив, лучше работает с распределенной по контейнеру информацией.

Поскольку мы имеем дело со статистикой, способной противостоять случайному встраиванию, необходимо изменить статистические особенности изображения с целью обхода подобных методов.

Для достижения подобных результатов подходит “плюс минус один” встраивание. При встраивании информации в JPEG изображение используются не нулевые квантованные АС-коэффициенты. Используя этот алгоритм, можно изменить статистические особенности изображения через случайное изменение четности АС-коэффициентов на единицу, что должно способствовать повышению его сопротивляемости.

УДК 004.7

ПОЗДЕЕВА А.Д., КАПРАНОВ С.Н.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ, МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ТОВАРОПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема оптимизации транспортных сетей является актуальной, так как правильно выбранный метод решения позволит сократить различного рода затраты, в том числе и на вычисление. В настоящее время в условиях пандемии возросла важность оптимизации транспортных сетей.

Оптимизационная задача – это задача, которая состоит в нахождении оптимального (максимального или минимального) значения целевой функции, причем значения переменных должны принадлежать некоторой области допустимых значений [1]. Оптимизационная задача в общем виде представлена формулой:

$$f(x) \rightarrow opt,$$

где $f(x)$ – целевая функция, opt – максимум или минимум.

В оптимизационных задачах структуру транспортных сетей можно представить в виде следующих моделей: ориентированные графы, неориентированные графы, нечеткие графы, гиперграфы, гиперсети.

Задачи оптимизации транспортных сетей можно решить с помощью эвристических алгоритмов: жадные алгоритмы, метод ближайшего соседа, алгоритм имитации отжига, генетические алгоритмы, муравьиный алгоритм.

Для оптимизации транспортных сетей используются следующие методы: методы теории графов, метод теории множеств, методы оптимизации, методы теории надежности, методы системного анализа, математическое и имитационное моделирование, методы теории вероятности, методы теории случайных процессов, численные методы, методы теории очередей, методы линейного программирования, метод неопределенных множителей Лагранжа, эволюционные методы.

Для сетей, представленных в виде ориентированных и неориентированных графов, применимы эвристические алгоритмы, генетические методы и методы теории графов. Это связано с тем, что последовательные и жадные алгоритмы дают с первой попытки локальный оптимальный ответ целевой функции. Задачи, представленные в виде гиперсетей, предлагаются решать с помощью методов имитационного моделирования и метода ветвей и границ.

В результате проведенного анализа методов и алгоритмов решения оптимизационных задач можно сделать вывод, что нельзя все задачи решать одним методом. Для отдельной задачи есть свой наиболее подходящий метод решения, поэтому в дальнейшем планируется разобрать и сравнить различные методы и алгоритмы для сетей размерностью не более 50 узлов, чтобы выбрать оптимальный.

-
1. **Выгодчикова, И. Ю.** Введение в линейное программирование: уч. пособие / Выгодчикова И. Ю. – С.: Изд. Центр «Наука», 2014. – 47 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ КЛЕТОК КРОВИ НА МЕДИЦИНСКИХ СНИМКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В наше время информационные технологии активно внедряются во все сферы деятельности человека, исключением не стала и медицина.

Данная работа, посвященная разработке системы для распознавания клеток крови на медицинских снимках и автоматизированному исследованию процесса агрегации эритроцитов, является актуальной, практически значимой и может быть полезна для медицинской сферы. Разрабатываемая система позволит ускорить процесс исследования, снизить материальные затраты на проведение анализов медицинскими работниками.

Предлагаемое в работе решение включает в себя следующие основные этапы: преобработку изображения, поиск объектов на изображении и классификацию объектов на одиночные эритроциты и агрегаты. Входными данными разрабатываемой системы являются изображения, полученные при микроскопии крови.

Для того, чтобы определить какие преобразования необходимо выполнить на этапе преобработки, было проведено исследование особенностей анализируемых изображений. Сделан вывод о том, что даже если использовалась дорогая и профессиональная техника, на снимках есть шумы, часто имеется слабая контрастность снимков, могут встречаться разные по форме и размеру клетки. Следовательно, для эффективной обработки медицинских снимков необходима предварительная фильтрация изображения. Было проведено исследование различных алгоритмов фильтрации, таких как сглаживание изображения путем усреднения, гауссово сглаживание, медианное сглаживание, двустороннее сглаживание. В результате были выбраны сглаживание изображения путем усреднения и гауссово сглаживание (данное сочетание алгоритмов хорошо сохраняет края объектов и удаляет шум).

Для реализации этапа поиска объектов на изображении было принято решение использовать бинаризацию. Анализируемые в данной задаче медицинские снимки не обладают равномерной интенсивностью, следовательно, необходимо применять локальные (адаптивные методы). С учетом этой особенности для бинаризации изображения был выбран адаптивный алгоритм бинаризации, при котором порог бинаризации для каждого пикселя рассчитывается как среднее арифметическое пикселей его окрестности.

После получения контуров искомым объектам, полученных путем бинаризации изображения, необходимо выполнить их классификацию. Следует отметить, что одиночные эритроциты имеют форму круга, следовательно, необходимо разделить объекты на окружности и фигуры сложной формы (агрегаты). Было исследовано три метода нахождения окружностей на снимках: алгоритм Хафа, вычисление компактности фигуры, вычисление центра масс фигуры. Наилучший результат показал третий метод. Центр масс одиночных эритроцитов, внешне наминающих окружность, находится в центре области, следовательно, расстояние от центра до контура в каждой точке будет относительно равно одному значению. Центр масс сложных объектов смещен ближе к краю контура. Также для улучшения данного этапа была добавлена проверка на средний цвет внутри контура. Следует отметить, что сложные объекты на снимках имеют темные цвета, а одиночные эритроциты светлые.

Алгоритм был протестирован на множестве изображений микроскопии крови. Полнота распознавания объектов находится в пределах от 80% до 96%, точность кластеризации составляет 82% - 98%, F-мера находится в пределах от 87% до 97%. Достигнутые показатели позволяют сделать вывод о том, что автоматическая система может быть полезна в медицинской сфере и может являться хорошим дополнением для медицинского работника во время диагностики различных заболеваний.

**РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЯ ОТЧЕТНОСТИ НА БАЗЕ MS EXCEL
ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ГРАФОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно финансовой отчетности компании Microsoft (MS) за последние 10 лет, владельцы бизнеса и руководители компаний заинтересованы в использовании продукта MS Office, что отражается в стабильно растущей прибыли с продаж данного пакета. За последнее полугодие 2020 года потребительский спрос на него увеличился на 20% [1]. В состав пакета входит MS Excel - программа для работы с электронными таблицами, позволяющая обрабатывать большое количество информации, отображать ее в графиках и диаграммах, создавать списки и базы данных. Также данный продукт позволяет строить, обрабатывать и визуализировать графы.

Графы - это один из значимых разделов дискретной математики. Они широко используются для моделирования, описания бизнес-процессов, установления и визуализации связей между объектами и многого другого [2]. Практическое применение графов непрерывно увеличивается и приобретает существенную роль в обработке данных большого объема. Следовательно, это подтверждает актуальность программы Excel, ее распространенность в сфере бизнеса и значимость выбранной темы для рассмотрения.

С ростом использования графов в исследованиях увеличивается объем, сложность анализа и обработка информации, из-за чего используются программирование и машинное обучение для анализа данных, исследования и получения результата. Полученный результат должен быть обработан, сформирован в отчет и доступен потребителю. Именно предоставление результатов конечному пользователю и является целью данного исследования.

В процессе исследования данные, полученные в результате обработки графов, формируются программой на языке Java. Информация посредством открытого программного обеспечения (предположительно Apache POI) будет переноситься в Excel таблицу с помощью написанного кода [3]. Получив таблицу с нужными данными, можно формировать отчет с отображением результатов исследования.

Интерпретация отчета в его классическом виде занимает достаточно много времени и часто требует дополнительных данных и разъяснений от управленческой команды. Хорошо продуманная система бизнес-аналитики (Business intelligence, BI) объединяет важные компоненты, источники данных и наборы инструментов, которые интегрируют их в интуитивно понятные, легко отслеживаемые и интерпретируемые панели управления. Таким образом, BI облегчает процесс анализа и последовательно поддерживает принятие решений [4]. Исходя из этого, было принято решение в Excel помещать только результаты исследования, а сам отчет с визуальной составляющей формировать в разработанной и специально предназначенной системе бизнес-аналитики.

Программное обеспечение QlikView является лидером в области бизнес-аналитики, решений для визуализации отчета и представления информации. Также преимуществами продукта являются поддержка импорта данных из большого количества источников, высокая скорость загрузки и обработки данных даже при больших объемах. Программа предоставляет совместную разработку, удобство создание любых графиков, таблиц и фильтров, возможность отправлять отчеты в различных форматах [5]. Благодаря перечисленным достоинствам и доступности продукта для исследования была выбрана программа QlikView.

Итогом работы является интерактивный отчет с визуализацией результатов исследования графов, которые переносятся в Excel с помощью программного кода на языке Java. Таблица Excel загружается в QlikView, где выводится отчет и результаты формируются в удобном и доступном интерфейсе.

Библиографический список

1. Официальный сайт Microsoft: [сайт]. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/Investor/earnings/FY-2021-Q2/press-release-webcast>
2. **Липина, Г. А.** Применение графов в решении задач / Г. А. Липина, И. А. Кондратьев // Россия молодая. – 2020. – С. 63413.1-63413.5.
3. **Семченко, Р. В.** Работа с Excel на Java с помощью Apache POI / **Р.В. Семченко**, П.А. Еровлев // Постулат. – 2021. – №. 1.
4. **Serbanescu, L.** et al. Analysis, Reporting And Forecasting With Qlikview //Scientific Bulletin-Economic Sciences. – 2018. – Т. 17. – №. 2. – С. 66-71.
5. **Амрина, А. Т.** Анализ и обработка данных для построения интерактивных отчетов: магистерская диссертация. – 2019.

УДК 004.93

САВКИН А.Е., ШАГАЛОВА П.А.

АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ЗАДАЧЕ СЕГМЕНТАЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ НА МИКРОСКОПИЧЕСКИХ СНИМКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Компьютерные технологии предоставляют обширные возможности в самых разных областях медицинской деятельности, помогая оптимизировать значительную часть процессов и снизить нагрузку на врачей. Актуальным является применение алгоритмов компьютерного зрения для анализа медицинских изображений, поскольку зачастую эти исследования проводятся специалистами вручную, а их автоматизация позволит повысить эффективность и точность медицинской диагностики. В данной работе нами исследована возможность применения алгоритмов компьютерного зрения в задаче сегментации эритроцитов на микроскопических снимках и создана нейронная сеть, позволяющая отделить клетки крови от фона.

В рамках проведенного исследования была разработана нейронная сеть, в основе которой лежит архитектура U-net, позволяющая с большой эффективностью выполнить задачу сегментации. **U-Net** — это свёрточная нейронная сеть, созданная в 2015 году специально для сегментации биомедицинских изображений. Архитектура сети визуально похожа на букву U и представляет собой полносвязную свёрточную сеть, которая сначала уменьшает размерность изображения, затем расширяет его в маску.

Перед началом работы по созданию сети была выполнена разметка изображений. При этом нами были рассмотрены различные инструменты для разметки изображений, такие как LabelImg, Label Me, CVAT, Deep Systems. По результатам исследования этих инструментов был использован CVAT - бесплатный инструмент с открытым исходным кодом, разработанный компанией Intel для аннотации цифровых изображений и видео. CVAT был выбран нами за свою модель распространения, обширный функционал, поддержку ряда дополнительных компонентов и возможности установки локально на машине пользователя.

После завершения этапа разметки изображений была подготовлена обучающая выборка. Поскольку доступных нам изображений оказалось достаточно мало, были сгенерированы дополнительные изображения путем аугментации исходных с помощью библиотеки для Python.

Обучение сети производилось с помощью открытой нейросетевой библиотеки **Keras**, входящей в пакет **Tensorflow**. В качестве функции потерь была выбрана функция бинарной кросс-энтропии (**binary crossentropy**), так она является одной из стандартных для использования в задачах распознавания объектов, в качестве способа оптимизации градиентного алгоритма был использован алгоритм Adam (adaptive moment estimation).

Нейронная сеть была обучена на множестве из 200 изображений, а затем протестирована на другом множестве из тех фотографий, которые не были задействованы при обуче-

нии. После первой попытки обучения был получен показатель точности, равный 69%. Затем, с целью повышения эффективности системы, обучающая выборка была значительно расширена, а размер обрабатываемого сетью изображения увеличен. После повторного обучения на множестве из 2700 изображений точность распознавания достигла 98%.

В ходе проведенного исследования были изучены возможности применения алгоритмов машинного зрения в задаче сегментации эритроцитов на микроскопических снимках. Апробирована популярная архитектура нейронных сетей U-Net. Созданная на её основе сеть показывает высокую точность и подходит для решения данной задачи. Дальнейшее увеличение показателя точности системы планируется за счет расширения обучающей выборки и увеличения разрешения изображения, подаваемого на вход сети.

УДК 004.93

ТРУСАКОВА П.А., ШАГАЛОВА П.А.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЫТЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Определение изображений, непригодных к дальнейшему анализу, является важной частью любой системы компьютерного зрения. На размытых изображениях сложно выполнить поиск и классификацию объектов интереса, а также проводить другие операции по их обработке и анализу. Данная работа посвящена решению задачи определения размытых изображений с использованием нейросетевых алгоритмов.

Под размытием обычно понимают нерезкость и неясность очертаний структурных элементов кадра. Существует несколько причин появления размытия:

- несовершенства или дефекты применяемой оптической системы;
- условия и параметры съемки (такие как движение камеры, неточная фокусировка, разная глубина охвата сцены и др.);
- применение математических методов обработки (например, некоторые алгоритмы работают лучше на фотографиях, размытых по Гауссу).

В результате анализа литературных источников стало ясно, что определение степени размытия можно реализовать двумя различными способами: алгоритмически (операции над матрицами) или с помощью нейросетевых технологий. Между этими двумя альтернативами выбор был сделан в пользу применения нейронных сетей, поскольку сейчас это активно развивающееся направление, показывающее хорошие результаты.

В качестве модели нейронной сети был выбран классификатор, который будет распределять изображения на несколько классов: неразмытое изображение, размытое, с туманом, дефокус и тд. Количество классов может быть увеличено или уменьшено в зависимости от задачи. В данном исследовании для классификации были определены два класса: размытые и неразмытые изображения.

В качестве функции потерь будем использовать «sparse_categorical_crossentropy». Эту функцию потерь рекомендуют использовать для классификаторов, у которых принадлежность к одному классу полностью исключает принадлежность к другому. В нашем случае, если картинка размыта, то для нее соответствует только один класс: «размыта».

Основные слои, которые были использованы для реализации модели классификатора: Conv2D (сверточный слой), MaxPooling2D (выделение важного), Dropout (слой «выбрасывающий» нейроны из сети), Flatten (преобразует многомерные данные в одномерные), Dense (последний слой, соединяющий каждый входной нейрон и каждым выходным).

Обучение любой нейронной сети начинается с создания большой коллекции входных данных (dataset). Для создания датасета были использованы изображения из сети Интернет,

распределенные по двум папкам. Исходное соотношение составляло 1000 размытых изображений к 800 неразмытым, но этого количества было недостаточно для хорошего обучения нейросети. Чтобы увеличить исходную выборку, были применены методы аугментации (раздутья) датасета, а именно: зеркальное отображение изображения по горизонтали и вертикали, обрезка исходного изображения на куски размером 400 пикселей на 400 пикселей. В итоге использованный для обучения сети датасет содержал более 80 тысяч изображений из исходных 1800.

В результате проведенного исследования было создано нейросетевое решение, позволяющее разделять снимки на два класса: размытые и неразмытые. При помощи данного решения можно отсортировать плохие изображения из исходного датасета с точностью 92% на валидационной выборке, а также не допускать к обработке в системе изображений, которые изначально дадут плохой результат.

УДК 004.021

ЧУПАРИН Е.Ю., БАЛАШОВА Т.И

АЛГОРИТМ ПРОВЕРКИ НАДЕЖНОСТИ ГРАФА С ПОМОЩЬЮ МАТРИЦЫ СМЕЖНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема обеспечения надежности сетей передачи данных является актуальной. Не надежность сети приводит к потере пакетов, снижению производительности сети и загрузки процессов.

Пусть сеть передачи данных представлена в виде множества центров хранения и переработки информации, и множества каналов передачи данных. Центры хранения и переработки информации могут соединяться между собой как отдельным каналом связи, так и через промежуточные центры хранения и переработки информации.

Для простоты рассуждений предположим, что все каналы связи имеют одинаковые характеристики, например, время использования T_k - время, в течение которого по каналу ведется передача сигнала; динамический диапазон D_k - отношение максимальной неискаженной мощности сигнала, к минимальной мощности сигнала, при которой обеспечивается необходимая защищенность от помех полоса пропускания; ΔF_k - полоса частот, которую канал способен пропустить с выполнением требований к качеству передачи сигнала.

Требуется определить, является ли данная сеть передачи данных надёжной.

В качестве модели сети будем использовать неориентированный граф $G = \{V, E\}$, построенный на m вершинах и k ребрах, каждая вершина которого соответствует некоторому узлу сети. Ребра графа представляют собой каналы связи между узлами сети. Вершинам графа будут соответствовать центры хранения и переработки информации, а ребрам – каналы связи между центрами хранения и переработки информации. Множество центров хранения и переработки информации обозначим через множество $V = \{v_1, \dots, v_m\}$, а множество каналов связи – множество $E = \{e_1, \dots, e_k\}$.

В качестве математической модели сети будем использовать матрицу смежности S . Число строк и столбцов данной матрицы будут равны количеству центров хранения и переработки информации сети.

Под надёжной сетью будем понимать сеть, у которой существует связь между каждой парой центра хранения и переработки информации, осуществляемая с помощью каналов передачи данных.

Для проверки надежности сети используем алгоритм, позволяющий определить надежность графа с помощью матрицы смежности. Суть алгоритма заключается в том, что все вершины графа подразделяются на три вида вершин: вершины, про которые ничего не

известно; вершины, про которые известно, что они могут быть достигнуты из начальной вершины и которые не были обработаны; вершины, про которые известно, что они были обработаны. Далее выполняем три этапа, в котором помечаем различными маркерами вершины как имеющие, так и не имеющие ребра. В итоге вычисляем количество конкретных маркеров, которые отвечают за связность вершин и сравниваем их число с 0. Если число вершин, помеченных первым маркером, равно нулю, то граф связный.

Итогом работы является выявление ненадежных сетей связи. В перспективе планируется продолжить рассмотрение алгоритмов проверки надежности графа с помощью матрицы смежности, и в ходе более детального сравнения выбрать наиболее эффективный алгоритм.

Библиографический список

1. **Кристофидес, Н.** Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. – М.: Мир, 1978, 432 стр.
2. Методические указания к практическим занятиям и выполнению РГР, 51 Т 338 №1623

УДК 004.93

ЧУРИНА К.А., ШАГАЛОВА П.А.

СОЗДАНИЕ ДАТАСЕТА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДБОРА ПАРАМЕТРОВ БИНАРИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для поиска объектов интереса на изображениях часто используются алгоритмы бинаризации и успех решения задачи в этом случае зависит от подбора алгоритма и его параметров таким образом, чтобы объекты интереса были чётче всего различимы. Обычно подбор алгоритма бинаризации и его параметров осуществляется вручную. Мы решили автоматизировать процесс подбора параметров, обучив нейронную сеть. И основной проблемой стало создание датасета для обучения.

Обрабатываемыми изображениями являлись медицинские снимки, полученные при микроскопии крови. Следует отметить, что изображений было немного, поэтому к исходным изображениям была применена аугментация для увеличения их количества. Из одного оригинального получалось шесть аугментированных.

В процессе выполнения работы была поставлена задача разработки алгоритма, который, сравнивая бинаризованные изображения с эталонными, будет подбирать оптимальные параметры к каждому алгоритму и таким образом формировать датасет. Для реализации был выбран язык C++ и библиотека OpenCV для работы с изображениями. Всего было выбрано три алгоритма: алгоритм Брэдли, алгоритм Ниблэка и алгоритм Бернсена. Основная логика работы реализованного алгоритма заключалась в следующем: программа принимает на вход обычное изображение, преобразовывает его в изображение в оттенках серого, далее перебирает все алгоритмы и все возможные параметры для них (варьируя их с определенным шагом). Полученные результаты сравниваются с эталонной бинаризованной картинкой, и на выходе получается набор из трех алгоритмов с параметрами для каждого.

Каждый из приведенных алгоритмов имеет свою специфику работы, в связи с которой результаты могут получиться очень разные и неожиданные. Например, алгоритм Бернсена любит создавать вокруг объектов интереса дополнительный «шум», алгоритм Ниблэка часто дает очень зернистые изображения, а алгоритм Брэдли грешит выделением в качестве объекта область фона с более темным цветом. Также у эталонных бинаризованных изображений изначально была другая специфика – они предполагались для использования в сегментации, однако было принято решение пойти по пути переиспользования уже имеющихся данных. Далее приведем описание алгоритма, модифицированного с учетом перечисленных проблем.

Обработка данных начинается с подбора параметров для алгоритма Брэдли, так как он чаще дает приемлемый результат. На бинаризованном изображении подсчитываются все пиксели объекта и их количество сравнивается с количеством пикселей объекта на эталонном изображении. Далее происходит выбор результирующего изображения с параметрами по принципу минимизации количества различающихся пикселей на исходном изображении и эталонном. Таким образом, результат, получавшийся после обработки изображения методом для подбора параметров алгоритма Брэдли, давал практически идеальные результаты (примерно в 80% случаев). Далее изначальное эталонное изображение заменялось изображением, бинаризованным методом Брэдли, и обработка повторялась, но уже для алгоритма Ниблека и Бернсона. Результирующие картинки с алгоритмом и параметрами в названии сохранялись.

В итоге было получено около 1200 изображений неплохого качества, хотя их изначальное количество не превышало 250 штук.

УДК 621.3.07

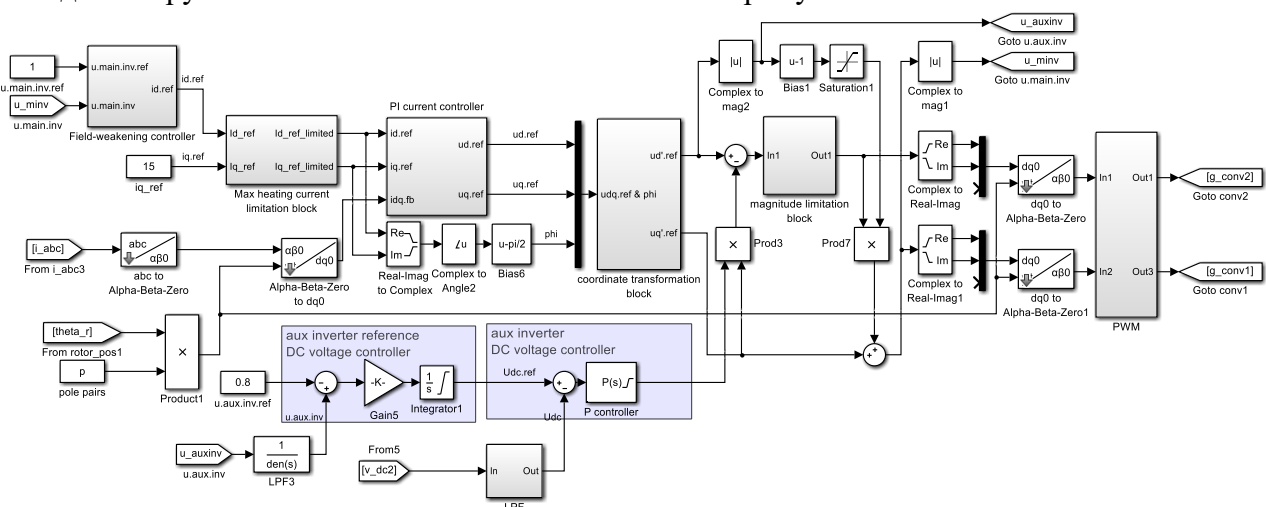
АБУЗЯРОВ Т.Х.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВОЙНЫМ ТРЕХФАЗНЫМ ИНВЕРТОРОМ С ПИТАНИЕМ ОТ ЕДИНСТВЕННОГО ЗВЕНА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с развитием силовой полупроводниковой электроники сфера разработки многоуровневых инверторных систем для питания электродвигателей переменного тока вызывает всё больший интерес исследователей. К особенностям таких систем можно отнести сниженные потери в преобразователе и повышенную отказоустойчивость с одной стороны, а с другой – возросшее число силовых элементов и зачастую необходимость использовать несколько независимых источников питания. Последнее не является серьезным недостатком для внедрения такого типа преобразователей в автономных объектах с аккумуляторным электропитанием, однако в некоторых случаях организация нескольких независимых источников электроэнергии может быть нежелательна.

На рисунке представлена модель системы управления двойной инверторной системой (начала обмоток электродвигателя подключены к одному инвертору, концы – к другому), в которой только один из инверторов, называемый основным, питается от источника постоянного напряжения. Звено постоянного тока второго (дополнительного) инвертора подключено к конденсатору и не связано с источником питания напрямую.



Модель системы управления в среде MATLAB/simulink

Вектор задания напряжения во вращающейся системе координат dq , образуемый контуром тока при векторном управлении, в блоке «*coordinate transformation block*» проецируется на вращающиеся оси d' и q' , ориентированные по току задания. Эти составляющие затем используются для управления соответственно дополнительным и основным инверторами. Таким образом, дополнительный инвертор компенсирует реактивную энергию, потребляемую электрической машиной, а основной инвертор генерирует только активную энергию.

Такое схемное решение позволяет достичь большего диапазона регулирования электродвигателя при меньшем размахе пульсаций на его обмотках и меньшем напряжении источника электроэнергии по сравнению с классическим трехфазным инвертором. Выбор для указанного преобразователя силовых ключей меньшего класса по напряжению по сравнению с эквивалентным классическим инвертором позволяет также снизить потери в преобразователе.

УДК 621.31

ГЛУШКОВ С.В., СОЛОВЬЕВ А.В., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ СУДНА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Волжский государственный университет водного транспорта

На фоне широкого использования цифровой обработки сигналов становится актуальной задача внедрения микропроцессорного управления электропотреблением на судне [1]. Авторы разрабатывают алгоритм ситуационного управления судовым электрооборудованием, построенный на множестве сценариев, оценивающих широкий спектр путевых ситуаций, влияющих на судно. Такое управление позволяет снизить расход топлива энергетических установок, уменьшить наработку моточасов оборудования, одновременно обеспечивая безотказную работу судна.

В качестве входных сигналов обрабатываются: команда судоводителя на выбор сценария; показания датчиков, таких как авария-пожар и авария-затопление; количество пассажиров на борту, информация о потребляемой электрической мощности, температуре за бортом судна. Это необходимо для работы системы в автоматическом режиме с одновременным предоставлением судоводителю рекомендаций по принятию рациональных решений. Такой рекомендацией, например, может быть предложение по сигналу об отказе одного генератора перейти в «Сценарий предельно допустимой экономичности», который рассчитан на электропитание жизненно важных для судна объектов, без которых оно потеряет ход и станет неуправляемым.

Для выработки стратегий, являющихся основой разработки алгоритмов работы оборудования, использованы расписание работы судна, правила речного регистра, характеристики источника электроэнергии, характеристики электронагрузок.

В качестве факторов, учитываемых алгоритмом управления, используются количество людей на судне, переменные состояния судовой электростанции, датчики контроля параметров режима работы судна, всех контролируемых физических величин на его борту.

Результатами применения разрабатываемого алгоритма выработки и распределения электроэнергии являются: демонстрация эффективности управления, включая возможность просмотра статистических данных о потребленной электроэнергии, прогнозируемые тренды на остаточный запас топлива, эквивалентный возможному количеству произведенной электроэнергии, разницы в расходе топлива между каждым сценарием. Вывод на панель судоводителя рекомендаций о целесообразности отключения того или иного электроприёмника, отображение наработанных моточасов каждой нагрузки обеспечивает повышение путевой безопасности судна, снижение топливопотребления, разумное снижение числа работающих

генераторов и увеличение их ресурса. За счет быстрой реакции на аварийную ситуацию и конфигурирование работы электростанции для питания мощных аварийных систем обеспечивается устойчивая работа судна в рейсе.

Таким образом, создаётся система управления электроэнергетической установкой судна и судовыми электростанциями нового поколения. Развитие алгоритма управления электропотреблением на основе такой концепции допустимо на широком перечне судов, так как формат данной модели не привязан к конкретному проекту и зависит от оснащённости и электроэнергетической потребности каждого судна.

1. **Соловьев, А.В.** Концепция единого целеориентированного управления судовой энергетической установкой // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. - 2017. - Т.9. - №5. - С. 1027-1039.

УДК 623.3.079

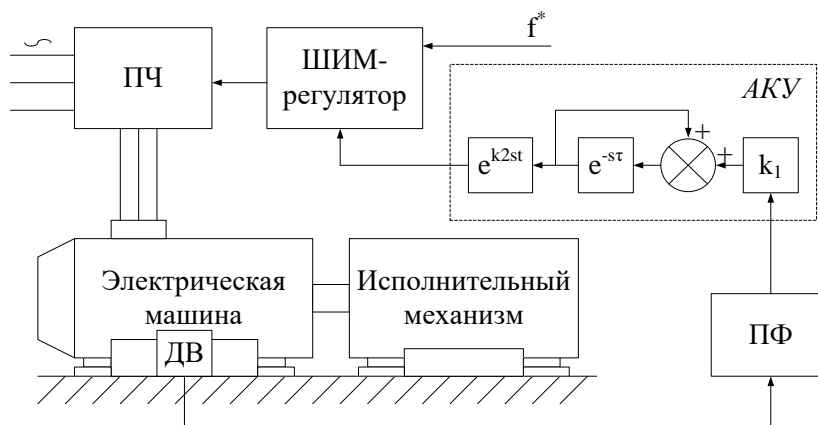
ЕРМОЛАЕВ А.И.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНИЖЕНИЯ МАГНИТНЫХ ВИБРАЦИЙ СТАТОРОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Институт проблем машиностроения РАН

Асинхронный электропривод с регулируемой скоростью широко используется в многодвигательных машинных агрегатах ввиду его надежности и отсутствия необходимости частого обслуживания [1,2]. Вместе с тем, результирующие магнитные поля в воздушных зазорах асинхронных двигателей (АД) вызывают пульсирующие радиальные силы, приводящие к возникновению вибраций их статоров. В АД мощностью свыше 35 кВт магнитные силы способны вызывать вибрации амплитудой более 0,3 мм [3].

Известно [3-6], что магнитная вибрация статора может быть снижена за счет добавления специального компенсационного возмущения напряжения/тока к питающему напряжению/току для управляющего входа, как показано на рисунке [2,4]. Компенсационный ток генерирует адаптивное корректирующее устройство (АКУ) посредством анализа структуры АД и спектрального состава входного вибросигнала, регистрация которого осуществляется датчиком вибрации (ДВ), установленном на корпусе статора. Выходной сигнал ДВ подвергается преобразованию Фурье (ПФ), после чего спектр виброускорений поступает на вход АКУ. С выхода АКУ на вход ШИМ-регулятора поступает сигнал, изменяющий алгоритм формирования ШИМ таким образом, что некоторые гармоники магнитного поля в воздушном зазоре, вызывающие наиболее сильные вибрации статора, подавляются. Таким образом, данное устройство осуществляет метод активного подавления вибраций путем управления током статора.



Функциональная схема способа гашения магнитной вибрации статора АД

Предлагаемый способ отличается от существующих аналогов [5,6] простотой, хорошим качеством виброгашения в диапазоне частот до 1000 Гц, наличием датчиков тока и вибрации. АКУ подключается к уже существующей системе управления электроприводом, не требует изменения структуры последней и не предполагает изготовления специальной схемы управления. Работа АКУ основана на принципе электромеханического фильтра, где в качестве «вибратора» выступает АД, выходного сигнала – сигнал с ДВ, а входного – напряжение на выходе преобразователя частоты (ПЧ).

При расчете магнитных вибраций статора АД использовался метод гармонических проводимостей для бесконечной магнитной цепи и методы дисциплины ТОЭ. Реализация системы управления выполнена на основе методов спектрального анализа, теории автоматического управления, электромеханической аналогии.

Библиографический список

1. **Михайлов, О.П.** Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов: учебник для вузов/ О.П. Михайлов. – М.: Машиностроение, 1990. – 304 с.: ил.
2. **Охулков, С.Н.** Методы и устройства ослабления вибрации электромеханических комплексов: монография/ С.Н.Охулков и [др.]. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2016. – 263 с.
3. **Maliti, K. C.** Modelling and analysis of magnetic noise in squirrel-cage induction motors: doctoral dissertation / K. C. Maliti. – Stockholm., 2000. – 209 p.
4. **Tinghsu, S. et. al.** Suppression control method for torque vibration of AC motor // IEEE Transactions on Industry Applications. – 2002. – V.38, I. 5. - P. 1316 – 1325.
5. **Cassoret, B. et. al.** Magnetic noise reduction of induction machines // Power Electronics, IEEE Transactions on (Volume:18, Issue: 2). – 2003. – P. 570-579.
6. **Franck, D. et. al.** Active reduction of audible noise exciting radial force-density waves in induction motors // IEMDC, 2011 IEEE International. – 2011. – P. 1213-1218.

УДК 621.3:519.8

ПУЗАНКОВ А. А., ПЛЕХОВ А.С.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ СУШКИ ФРУКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Сельскохозяйственная продукция выращивается в разное время года и только на определенной местности, а используются по всей России и широко за рубежом. Это требует транспортировки фруктов из зон выращивания и производства на территории потребления. При этом требуется сохранение надлежащего качества фруктов во время транспортировки, поскольку период транспортировки и реализации зачастую может превышать естественный срок годности фруктов. Для сохранения фруктов, для снижения стоимости упаковки, веса и объема их обезвоживают [1]. Немаловажно, что сушеные продукты питания можно сделать из фруктов более низкого качества, которые в противном случае были бы непригодны для хранения. Главной отличительной способностью технологии высушивания фруктов является почти полная сохранность всех компонентов продукта.

Сушка веками используется как метод консервации продуктов питания. Сушка подавляет рост бактерий и плесени за счет удаления воды из продуктов. Для жизнедеятельности микроорганизмов необходима влага: для жизни бактерий требуется не менее 30% влаги, для плесени – 15%.

Вода традиционно удаляется путём испарения посредством сушки на открытом воздухе и солнце. В настоящее время электрические сушильные установки для пищевых продуктов позволяют существенно ускорить процесс сушки и обеспечить стандартное качество конечного продукта при изменяющихся природных и производственных условиях.

Целью исследования является разработка и проектирование системы автоматического управления установкой для сушки фруктов с цифровым управлением. Рассматриваются задачи: выбор целесообразного способа сушки фруктов, расчет конструктивных и режимных параметров сушильной установки, разработка её электрической схемы и автоматической системы управления.

В настоящее время известно множество способов сушки фруктов. Проведен сравнительный анализ распространённых способа сушки, принято решения проектировать сушильную установку на основе конвекционного нагрева, который характеризуется низкими затратами и быстрым темпом сушки. Этот метод сушки основан на переносе горячих воздушных масс через поддоны, на которых располагаются фрукты [2]. Большая интенсивность циркуляции приводит к значительному увеличению скорости передачи тепла продуктам, но влияет на такие параметры качества, как цвет, форма, текстура и оставшаяся доля питательных веществ, которые совокупно определяют конечный результат процесса.

Важным требованием для получения продукции высокого качества является определение алгоритма управления процессом сушки. В докладе представлены результаты имитационного моделирования работы проектируемой технологической установки в целях исследования влияния структуры и её параметров на конечный результат.

Библиографический список

1. **Чагин, О.В.** Оборудование для сушки пищевых продуктов Учебное пособие / О.В. Чагин, Н.Р. Кокина, В.В. Пастин. – Иван. хим.-технол. ун-т.: Иваново. 2007. 138 с.
2. **Кац, З.А.** Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов. - 2-е издание, переработанное и дополненное [Текст] / З.А. Кац. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 216 с.

УДК 62-503.57:65.011.56

РАДЬКОВА В.С., ПЛЕХОВ А.С.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время все больше внимания уделяется оптимизации технологических процессов для снижения затрат на производство продукции. Снижения затрат можно достигнуть путем модернизации оборудования, но этот подход влечет за собой много затрат на покупки, проектирование, реконструкцию и прочее, и может не оправдать себя в дальнейшем. Но есть другой выход. Возможно подойти к проблеме с точки зрения математики для поиска неэффективности работы оборудования в технологических процессах. Помимо этого, существует возможность создать систему с искусственным интеллектом, которая будет исключать сбои и аварии, возникшие по вине человека.

Для решения задач контроля некоторых показателей системы используются нечеткие регуляторы. Такие регуляторы позволяют при помощи правил нечеткой логики контролировать работоспособность системы. В настоящее время происходит активное внедрение нечетких нейрорегуляторов.

Нейрон – базовый элемент нейронной сети, единичный простой вычислительный процессор, способный воспринимать, преобразовывать и распространять сигналы. В свою очередь, объединение большого количества нейронов в одну сеть позволяет решать достаточно сложные задачи.

Целью данной работы является разработка программы управления технологическим процессами для системы вентиляции при помощи нечеткой логики нейронных сетей. Это позволит держать основные параметры воздуха в оптимальных значениях как для его каче-

ства, так и с точки зрения оптимизации процесса регулируемого воздухообмена, а также может использоваться для прогнозирования состояния системы.

Для выполнения поставленной задачи был разработан алгоритм управляющей программы, рассчитана система вентиляции с программой управления на базе логического контроллера Fuzzy Logic Controller.

Автоматическая система вентиляции на базе нейронных сетей обладает следующими преимуществами:

- быстрое принятие решений;
- устойчивость к внешнему воздействию;
- гибкость по отношению к изменяющимся параметрам;
- решение задач при неизвестных закономерностях;
- высокая отказоустойчивость.

В дальнейшем планируется модернизация готовой системы: написание программы на базе нечеткой логики, дальнейшее обучение нейронной сети, а также проверка на реальной установке.

Библиографический список

1. **Бондарь, Е.С.** Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб.пособие / Е.С. Бондарь [и др.] - под редакцией Е.С. Бондаря. – К.:ТОВ Видавничий будинок «Аванпост-Прим» 2005. – 560 с.:ил.– Библиогр.: с.548 – 549.
2. **Рутковская, Д.** Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. Рудинского. И.Д. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452с.: ил.

УДК 62-83:621.313.333

САЖИН М.А., БАЛУЕВ И.М., ГОРБУНОВ С.Н., СЕРОВ А.В., СОКОЛОВ В.В.

ПРЯМОЙ ПУСК КОРОТКОЗАМКНУТОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОМ ВВОДЕ РЕЗЕРВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Даже современные системы энергоснабжения не могут обеспечить абсолютно бесперебойную подачу электроэнергии. В то же время аварийное отключение электрооборудования на предприятиях первой категории электроснабжения подвергает опасности здоровье обслуживающего персонала, а также может привести к крупным авариям и финансовым проблемам компании [1]. Это предприятия, относящиеся к горнодобывающей и химической промышленности, объекты здравоохранения и т.д. Потребители данной категории должны иметь независимый источник питания и возможность автоматического ввода резерва. В зависимости от мощности потребителя, в качестве резервного источника может выступать линия электрической сети, аккумуляторная батарея или дизель-генератор.

Резервная сеть должна обеспечивать полноценное функционирование электрооборудования. Стоит заметить, что при мощности сети, соизмеримой с мощностью потребителей, при подключении нагрузки возникают значительные посадки напряжения.

На производственных предприятиях достаточно много нерегулируемых систем электропривода на базе трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Важно, чтобы при подключении привода к резервной сети сохранялась возможность не только нормальной работы привода, но и пуска двигателя.

Для оценки возможности пуска привода от сети ограниченной мощности был рассмотрен прямой пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, значение пускового тока которого может в 5-8 раз превышать его номинальный ток.

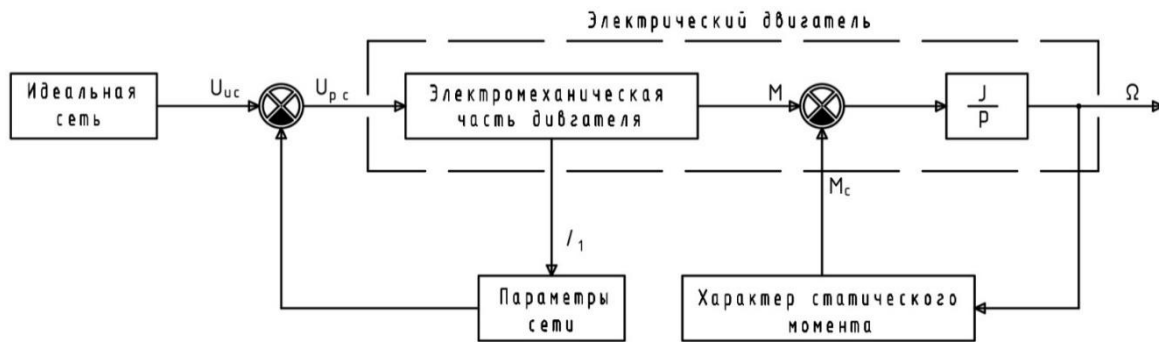


Рис. 1. Блок-схема асинхронного двигателя, подключённого к сети ограниченной мощности

В структурную схему асинхронного двигателя во вращающейся с синхронной скоростью системе координат [2], которая разработана в программной среде *MatLab Simulink*, были введены блоки, учитывающие параметры питающей сети и характер нагрузки на валу двигателя.

Модель предусматривает пуск двигателя с тремя видами нагрузки:

- 1) пуск на ХХ;
- 2) пуск с вентиляторным характером статического момента;
- 3) пуск с постоянным статическим моментом.

В результате моделирования было установлено, что наиболее «тяжёлым» пуском является пуск при постоянном статическом моменте. При номинальной нагрузке на валу двигателя пуск остаётся возможным при мощности сети, в 1,5 раза превышающей номинальную мощность двигателя. Разгон до номинальной скорости при этом будет длиться 5 секунд, в то время как при питании двигателя от идеальной сети разгон будет длиться 0,8 секунды, т.е. в 6 раз быстрее. Дальнейшее повышение мощности сети необходимо для достижения желаемой динамики процесса.

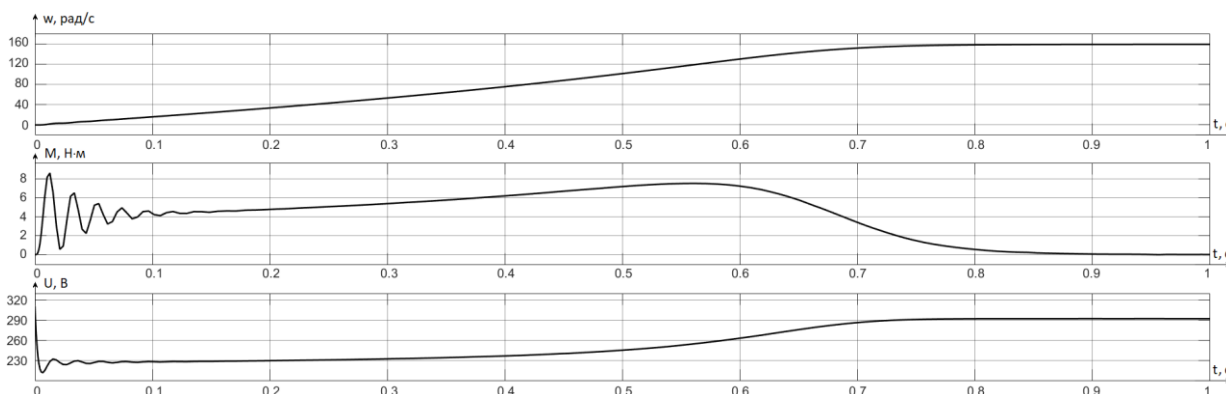


Рис. 2. Осциллограммы скорости, момента и напряжения на зажимах асинхронного двигателя при пуске на холостом ходу от сети ограниченной мощности

Проведенные исследования показали, что при равенстве мощностей двигателя и питающей сети:

- пуск на холостом ходу осуществляется за 0,75 с;
- пуск с вентиляторным характером статического момента осуществляется за 0,9 с;
- пуск с постоянным моментом возможен только при моменте нагрузки на валу не превышающем 80 % от номинального момента.

Приведённый анализ позволяет принять обоснованное решение по выбору мощности резервного источника питания.

Библиографический список

1. Левченко, М.Т. Автоматическое включение резерва/М. Т. Левченко. – Москва: Энергия, 1971, 82с.
2. Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов / Г. Г. Соколовский. - Москва: Академия, 2007, 265 с., ил.

УДК 62-83:621.313.3

СЕРОВ А.В., МУРТАЗИН Т.Э., ТИТОВ В.Г.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНЫМ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электроприводы переменного тока присутствуют практически во всех сферах жизнедеятельности человека. Особенно важную роль играют привода большой мощности, которые применяются, например, на насосных станциях, в устройствах электродвижения судов, в станкостроении, робототехнике, вентиляции, гибких производственных системах и др. Поэтому вопросы исследования и разработки эффективных систем управления такими электроприводами актуальны и по сей день.

Объектом исследования является мощный частотно-регулируемый электропривод переменного тока. Предметом исследования являются особенности и алгоритмы векторного управления мощным частотно-регулируемым электроприводом переменного тока.

В электроприводе с векторным управлением имеется возможность воздействовать на положение пространственного вектора тока статора относительно связанного с ротором вектора потока ротора, что позволяет задавать и регулировать требуемые величины потока и момента машины.

Преимущества векторного управления:

- плавный старт и плавное вращение двигателя во всем диапазоне частот;
- быстрая реакция на изменение нагрузки: при изменении нагрузки практически не происходит изменения скорости;
- увеличенный диапазон и точность регулирования;
- снижаются потери на нагрев и намагничивание, повышается КПД электродвигателя.

К недостаткам векторного управления можно отнести:

- необходимо знать параметры машины, в том числе сопротивления и индуктивности обмоток;
- большие колебания скорости при постоянной нагрузке;
- большая вычислительная сложность [3].

В некоторых мощных приводах требуются вышеперечисленные возможности и преимущества. Следовательно, для этих целей разумно будет использовать векторное управление.

Следует заметить, что структура управления для электроприводов любой мощности одинакова. Однако в приводах большой мощности часто применяются усложненные схемы инверторов, а также, для повышения энергоэффективности, управляемые выпрямители. Поэтому имеется необходимость дополнить и усложнить систему управления. Для синхронных электродвигателей с обмоткой возбуждения на роторе также необходимо учесть управление возбудителями.

В дальнейшем планируется более подробное изучение перечисленных вопросов и моделирование системы управления мощным частотно-регулируемым электроприводом переменного тока.

Библиографический список

1. Вейнгер, А. Использование контроллера Tornado-30 для управления электроприводом. СТА 4/97. М. С. 88–92.
2. Калачев, Ю.Н. Векторное регулирование (заметки практика).
3. Режим доступа: <http://engineering-solutions.ru/motorcontrol/vector/> – управление синхронным двигателем [Электронный ресурс]: инженерные решения [дата обращения 15.04.2021].

УДК 621.337.41

СЕРОВ А.В.¹, ТИТОВ В.Г.¹, АНДРЮХИН М.В.²

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ БЕСКОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева¹
АО «ФНПЦ «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники»²

Современные вентильные двигатели выполняются на базе синхронных машин с возбуждением от расположенных на роторе постоянных магнитов [1]. Магниты изготавливаются из редкоземельных элементов (например, неодим-железо-бор) коэрцитивной силой. Наряду с главным достоинством двигателей с постоянными магнитами (отсутствием щеточного контакта) применение постоянных магнитов обеспечивает и ряд других положительных качеств. Они обладают малым моментом инерции ротора, простой системой охлаждения, так как на роторе нет нагреваемых током нагрузки обмоток, и лучшим КПД из-за отсутствия потерь на возбуждение. В сочетании с высокой статической точностью и большим возможным диапазоном регулирования скорости эти свойства могут оказаться решающими аргументами при выборе привода с вентильным двигателем, несмотря на более высокую, чем у привода с асинхронным двигателем, стоимость. Синхронные машины, на основе которых создаются вентильные двигатели, выпускаются многими отечественными и зарубежными электротехническими фирмами.

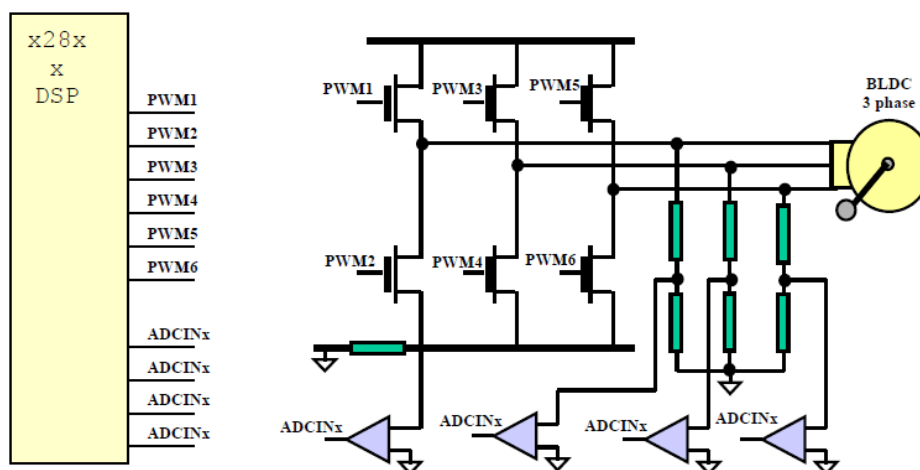


Рис. 1. Структурная схема управления трехфазного бесколлекторного двигателя постоянного тока

Рассмотрим построение системы управления бесколлекторным двигателем постоянного тока без применения датчика положения ротора [2]. На рис. 1 представлены необходимые компоненты, необходимые для управления трехфазным бесколлекторным двигателем постоянного тока. Шесть сигналов ШИМ, генерируемых контроллером DSP, используются для управления 3-фазным силовым инвертором. Момент коммутации ключей силового инвертора определяется обнаружением перехода через ноль сигнала обратной связи по ЭДС двига-

теля. Данный способ отслеживания нуля достигается путем измерения трехфазных напряжений обмоток двигателя с помощью простых схем делителя напряжения. При этом, контроль тока осуществляется сигналом с шунта. Все эти четыре сигнала измеряются через четыре канала АЦП контроллера DSP.

На рис. 2 показаны формы сигналов тока двигателя и ЭДС, наводящейся в статорных обмотках двигателя. Фазы двигателя коммутируются через равный интервал времени, равный 60° электрическим градусам. По рис. 2 видно, что в любой момент времени две фазы находятся в проводящем состоянии. При этом в области перехода через ноль ЭДС статорных обмоток крутящий момент двигателя отсутствует.

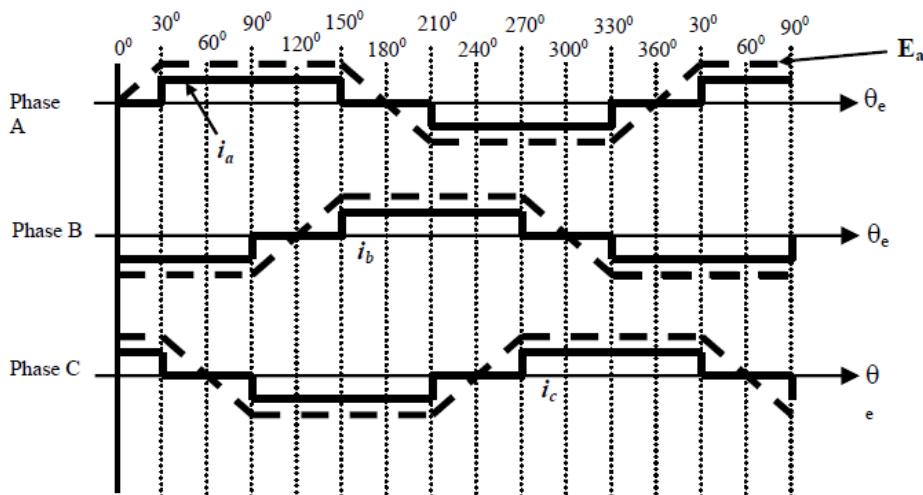


Рис. 2. Формы сигналов тока и ЭДС в бесколлекторном трехфазном двигателе постоянного тока

Практическая значимость работы заключается в применении полученного алгоритма для управления электроприводом, выполняющим ряд таких задач, как поддержание частоты вращения рабочего механизма с высокой точностью, поддержание момента вращения (натяжения), косвенное определение момента нагрузки, управление электроприводами с большим диапазоном изменения скорости.

Библиографический список

1. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учеб. Для электротехн. спец. вузов/ Соколовский Г.Г. – М.: АСАДЕМА, 2006. –259с: ил.
2. <https://www.ti.com/lit/an/sprabq7a/sprabq7a.pdf> Texas Instruments [Электронный ресурс] : – дата обращения 07.04.2021.

УДК 621.31

СЕРОВ А.И., ТИТОВ Е.Ю., ТИТОВ Д.Ю.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

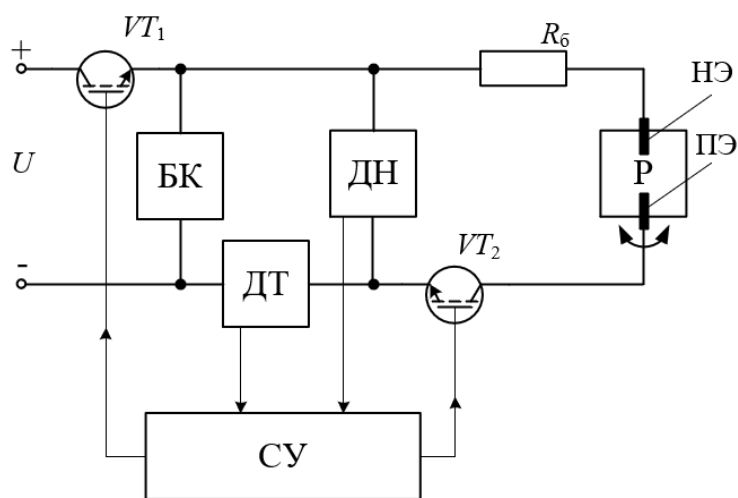
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для изучения процесса фрагментации органических соединений под действием электрических разрядов в жидкой фазе разработана плазмохимическая установка [1]. В момент электрического пробоя жидкости в промежутке между электродами возникает низкотемпературное плазменное образование [2]. При замыкании и размыкании электродов формируется своеобразная гетерогенная система: зона нестационарной плазмы (область газового пузы-

ря) в объеме жидкости между электродами. Нестационарность плазмы с некоторой условностью можно охарактеризовать временными стадиями: временем развития, временем обмена электродов ионами и электронами в электронно-активированной среде и временем релаксации, преимущественно на электродах и в окружающей жидкости.

Регулировать плазмохимический процесс фрагментации органических веществ можно за счет изменения длительности импульса электрического разряда. Верхний предел длительности электрического импульса при использовании перемещающихся электродов составляет 10^{-3} с [3]. Превышение верхнего предела длительности нежелательно, так как приводит к преждевременной деградации электрода и образованию стационарной электрической дуги.

Принципиальная схема плазмохимического реактора, обеспечивающая регулирование длительности электрических разрядов, показана на рисунке: БК – батарея конденсаторов; ДН – датчик напряжения; ДТ – датчик тока; Р – реактор; НЭ и ПЭ – неподвижный и подвижный электроды; СУ – микропроцессорная система управления; R_6 – балластный резистор; VT_1 , VT_2 – силовые ключи.



Принципиальная схема плазмохимического реактора

Библиографический список

1. **Bodrikov, I.V.** Condensation of chloromethanes and their binary systems with triphenylphosphine induced by low-voltage discharges / I.V. Bodrikov, E.Y. Titov, A.Y. Subbotin and etc. // Plasma Processes and Polymers. – 2020. - № 17. - p. 1-12.
2. **Akiyama, H.** Streamer discharges in liquids and their applications / H. Akiyama // IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul. - 2000. - V. 7. - p. 646–653.
3. **Лазаренко, Б.Р.** Электроискровая обработка токопроводящих материалов. / Б.Р. Лазаренко, Н.И. Лазаренко – М.: Академия наук СССР, 1958. – 184 с.

УДК 621.3.078

СЛУЗОВ А.П., БЕРДНИКОВ И.Е., ДАРЬЕНКОВ А.Б.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОКОЛА ETHERCAT ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время во многих сферах промышленности продолжает расти уровень автоматизации процессов. В связи с этим увеличивается количество дополнительных модулей дискретных и аналоговых входов и выходов, подключенных к промышленному контроллеру.

При этом система должна функционировать в режиме реального времени, что значительно повышает требования к протоколу связи модулей и контроллера. Классические протоколы, например Modbus RTU, CANopen, Ethernet TCP/IP, не всегда способны удовлетворить современным требованиям, поэтому им на смену приходят новые: Powerlink, Profinet, EtherCAT. На последнем остановимся подробнее.

Протокол EtherCAT основан на промышленном интерфейсе Ethernet и использует его стандартную организацию пакета, а также физический уровень. Общение между устройствами на шине осуществляется по принципу master/slave, а сама шина стоит по кольцевой топологии. Отличительной особенностью данного протокола является процесс передачи пакета между устройствами. Происходит он следующим образом: master начинает трансляцию пакета, первый подключенный к нему slave побитно читает информацию, одновременно с этим изменяя свою область пакета и транслируя его следующему slave-устройству, который в свою очередь производит аналогичный процесс. Последнее slave-устройство передает модифицированный пакет, содержащий всю запрошенную информацию, master-устройству. Такой алгоритм передачи информации обеспечивает малое время опроса однако требует специализированной Ethernet PHY микросхемы. Это связано с тем, что обычные Ethernet PHY микросхемы не способны одновременно производить трансляцию посылки и её чтение. Нужно отметить, что устройство master не обязательно должно иметь специализированную PHY микросхему, а может обойтись стандартной.

Сейчас на рынке представлено несколько вариантов Ethernet PHY микросхем с поддержкой EtherCAT. Наиболее распространенные из них – это LAN9252, ET1100, а также микроконтроллер ХМС4700 от Texas Instruments. Может сложиться впечатление, что применение специальных микросхем создаст определенные трудности и удорожит конечное устройство, но компания Beckhoff, которая является создателем этого протокола, обеспечила массовое производство чипов для EtherCAT и в настоящее время их стоимость составляет 10-20\$.

Как говорилось ранее, в сети EtherCAT передается один-единственный Ethernet-кадр, который содержит данные о запросах master и ответы каждого slave. В этом случае при использовании дуплексной связи со скоростью передачи 100 Мбит/с система EtherCAT обеспечивает время цикла в 50-250 мкс. По сравнению со традиционными промышленными шинами, где время цикла обычно составляет 5-15 мс, EtherCAT работает минимум в 20 раз быстрее.

В заключении необходимо отметить, что в данных тезисах очень кратко рассмотрены основы функционирования протокола EtherCAT и отмечены лишь некоторые его преимущества, однако даже этой информации достаточно для того, чтобы увидеть потенциал применения этого решения в промышленности. Современные производственные комплексы, предприятия тяжелой и легкой промышленности, применив EtherCAT, могут расширить возможности управления своими технологическими процессами.

Библиографический список

1. Информация с сайта EtherCAT Technology Group, <http://www.ethercat.org> (дата обращения 25.04.2021).
2. “IEEE Standard for Ethernet,” IEEE Std 802.3-2015 (Revision of IEEE Std 802.3-2012), pp. 1–4017, Mar. 2016.
3. Информация с сайта “Beckhoff Information System.” https://infosys.beckhoff.com/index_en.htm. (дата обращения 25.04.2021).

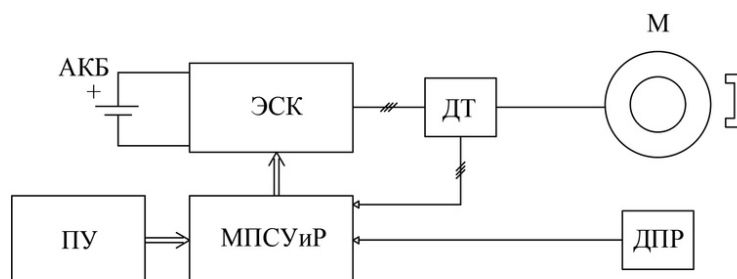
ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗЕ МОТОР-КОЛЕСА С МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время вентильные двигатели всё чаще применяются в современных системах электропривода. Их несложная конструкция позволяет размещать двигатель внутри конечного устройства, уменьшая его массогабаритные показатели. Отсутствие коллекторного узла и нагреваемых частей на роторе в разы повышают его надежность и эффективность по сравнению с электроприводом постоянного тока. Также это практически исключает профилактический уход за двигателем в процессе эксплуатации.

На данный момент вентильный двигатель наиболее оптимально подходит для применения в устройствах малой мощности. В качестве примеров можно привести различные электроскутеры, гироскутеры, электровелосипеды, электросамокаты. Помимо этого, они широко применяются и развиваются в таких отраслях промышленности, как робототехника, станкостроение, автомобилестроение.

В докладе приводятся результаты разработки и исследования тягового электропривода на базе мотор-колеса мощностью 500 Вт, структурная схема которого приведена на рисунке.



Структурная схема тягового электропривода

В качестве электронного силового коммутатора (ЭСК) использован разработанный на кафедре ЭПА интеллектуальный трехфазный транзисторный инвертор с датчиками тока фаз на базе элементов Холла.

Система управления и регулирования построена на микроконтроллере STM (МПСУиР), который обрабатывает сигналы задания с пульта управления (ПУ), датчиков положения ротора (ДПР), встроенных в мотор-колесо и датчиков тока (ДТ).

Оптимизация контура тока произведена в относительных единицах. В программной среде SamSim был смоделирован контур тока и проверены полученные коэффициенты пропорционального и интегрального звеньев регулятора. Экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических расчетов. Анализ электромагнитных процессов в двигательном и тормозном режимах проведен в программной среде MicroCap.

Заключение:

- разработана микропроцессорная система управления и регулирования тяговым электроприводом на базе мотор-колеса;
- спроектированный тяговый электропривод на базе мотор колес подтвердил свою работоспособность как в двигательном, так и тормозном режимах.

Библиографический список

1. **Овчинников, И.Е.** Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность) / И.Е. Овчинников: Курс лекций – СПб.: Корона Век 2006 – 330 с.
2. **Терехов, В.М.** Системы управления электроприводов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И. Осипов Под ред. В.М. Терехова.-М.: Издательский центр «Академия»,2005. -304 с.
3. **Чернов, Е.А.** Комплектные электроприводы станков с ЧПУ. Справочное пособие / Е.А. Чернов, В.П. Кузьмин - Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1989.-320с.

УДК 621.314

СТУПИН Н.Е., ВАНЯЕВ В.В., ДЮЧКОВ М.Е., СОКОЛОВ В.В.

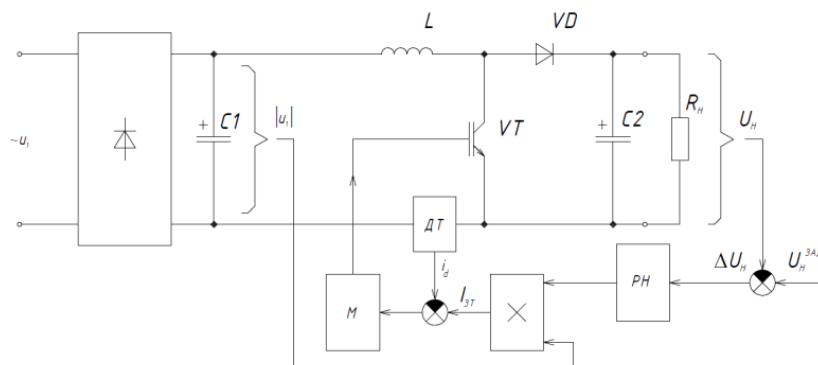
ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ПОВЫШЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТЬЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В преобразователях электрической энергии с промежуточным звеном постоянного тока достаточно широко используются неуправляемые диодные выпрямители или тиристорные преобразователи с фазовым управлением. Несинусоидальный характер тока, потребляемого выпрямителями, в соответствии с требованиями ГОСТ [1] ограничивает мощность таких устройств при подключении к сети электроснабжения общего назначения. Существенно улучшить электромагнитную совместимость преобразовательных устройств можно путем применения устройств коррекции коэффициента мощности (ККМ) или активных выпрямителей (АВ), потребляющих из питающей сети практически синусоидальный ток.

В докладе приводятся результаты разработки транзисторного источника постоянного напряжения на базе ККМ и его исследование на имитационных моделях в среде MATLAB-Simulink и Micro-Cap.

Функциональная схема источника приведена на рисунке. Входное напряжение питающей сети выпрямляется неуправляемым выпрямителем. С помощью транзисторного обратного преобразователя осуществляется стабилизация выходного напряжения преобразователя и формирование синусоидальной кривой потребляемого тока синфазной с кривой питающего напряжения.



Функциональная схема источника напряжения на основе корректора коэффициента мощности

Система управления ККМ построена по принципу подчиненного регулирования и имеет внешний контур напряжения (определяющий цель регулирования) и подчиненный ему

внутренний контур тока дросселя [2] или тока эмиттера транзистора [3]. В докладе приведены расчетные выражения для выбора и проектирования основных элементов силовой схемы: выпрямительных диодов, силового транзистора, разделительного диода, дросселя и выходного емкостного фильтра, а также представлены результаты моделирования.

Библиографический список

1. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Введ. 01.07.2014. - М.: Стандартинформ, 2014 - 16 с.
2. Герман-Галкин, С.Г. Школа *MATLAB*.// Силовая электроника: журнал т. 4. – СПб. : Медиа КиТ, 2011 – с. 90-96.
3. Паспортные данные драйвера *MC34262 Motorola* [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/512911/Motorola/MC34262/1.html> (Дата обращения: 20.04.2021)

УДК 621.3

ХРАМОВ А.Е., ПЛЕХОВ А. С.

ЭЛЕКТРОПРИВОД ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

На сегодняшний день частотно-регулируемый электропривод переменного тока – это основной тип регулируемого привода в лифтах [1]. Особенностью приводов лифтов является работа с постоянно меняющейся нагрузкой. Это обстоятельство обеспечивает работу привода как в двигательных режимах, так и в генераторных при рекуперативном торможении. Последний режим привлекает всё больше внимания, так как позволяет экономить потребляемую энергию, что особенно актуально для лифтов, эксплуатируемых в зданиях с большим потоком людей [2].

В докладе рассмотрены основные узлы электропривода подъёмника, который в основном используется в лифтовом хозяйстве России. Проанализированы составные части привода, требующие модернизации. Совершенствование вновь разрабатываемых приводов подъёмных устройств весьма актуально в настоящее время ввиду того, что около 440 тысяч лифтов, расположенных в многоквартирных домах, требуют ремонта, а около 30 % от этого числа исчерпали свой нормативный срок эксплуатации [3].

В докладе приведены критерии выбора системы электропривода по схеме «Асинхронный двигатель - Преобразователь частоты с векторной широтно-импульсной модуляцией». Показаны этапы расчёта от выбора электродвигателя лифта, до его проверки на нагрев и перегрузочную способность. По результатам имитационного моделирования процесса управления потокосцеплением ротора сделан вывод о возможности обеспечения перегрузочной способности двигателя, значительно превышающей паспортную перегрузочную способность, что гарантирует безопасную эксплуатацию лифта. Показана энергетическая эффективность электропривода предлагаемой структуры.

Приведены расчётные данные как о потребляемой мощности электроприводом в двигательном режиме, так и об отдаваемой в сеть при рекуперативном режиме работы. Отмечено, что возможность рекуперации энергии в электроприводах лифтов существенно зависит от общего КПД электропривода. Определено граничное значение КПД, равное 0.618 для электропривода лифта, ниже которого возможность рекуперация энергии в цикле «пуск – торможение» отсутствует.

Библиографический список

1. **Коваль, А. С.** Электромеханическая система лифтов со скоростью до 2 м/с / А. С. Коваль, А. В. Шваяков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 113–120.
2. **Бойко, А. А.** Предварительный анализ возможности рекуперации энергии в лифтовых подъемных механизмах / А. А. Бойко // Підйомно-транспортна техніка. – 2013. – Вып. 3 (39). – С. 69–74.
3. Безопасный подъём // Internet. - <http://www.vestnikstroy.ru/articles/ratings/15613/>

УДК 621.31

АККАД А.Ф.

ПРИМЕНЕНИЕ D-STATCOM В СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ СИРИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Глобальная потребность в обеспечении устойчивой энергетики с годами будет приобретать все большее значение. Сирия богата возобновляемыми источниками энергии (солнечная и ветровая энергия), и с увеличением нагрузки схемы распределенной генерации (РГ), основанные на возобновляемых источниках энергии, станут важной составляющей системы генерации будущего.

Основной проблемой применения распределенной генерации в распределительных электрических сетях (РЭС) является ее влияние на качество электроэнергии (отклонение и колебания напряжения, гармонические составляющие тока и напряжения и др.). В традиционных РЭС, как правило, организован однонаправленный поток электроэнергии (ЭЭ). В случае подключения к сети РГ он становится двунаправленным. Двунаправленный поток ЭЭ существенно влияет на распределительную сеть и требует регулирования напряжения [1].

Среди технологий, используемых для регулирования напряжения РЭС с объектами распределенной генерации, известна технология *D-STATCOM* (*Distribution Static Synchronous Compensator*). Статический синхронный компенсатор *D-STATCOM* отличается быстродействием и относится к гибким системам передачи переменного тока (*FACTS – Flexible Alternating Current Transmission System*), основанных на преобразователе (*VSC/VSI - Voltage Source Converter/Inverter*) с питанием от источника напряжения с возможностью обеспечения сети компенсацией реактивной мощности [2]. Контролируя реактивную мощность, можно регулировать напряжение в точке подключения РГ как в питающих, так и распределительных сетях, обеспечивая качество ЭЭ. *D-STATCOM* состоит из *VSI*, емкостного накопителя, выходного фильтра и соединительного трансформатора.

Алгоритмы управления *D-STATCOM* предусматривают следующие основные этапы регулирования:

- измерение напряжения и тока в сети и формирование сигнала;
- расчет компенсирующих сигналов;
- генерация углов срабатывания коммутационных устройств.

Среди методов контроля *D-STATCOM* можно выделить управление фазовым сдвигом и управление активными фильтрами на основе *p-q* теории [3]. Одним из актуальных направлений при разработке *D-STATCOM* является возможность использования искусственного интеллекта с целью увеличения частоты откликов и определения рабочих состояний сети в соответствии с состоянием нагрузки и требованиями к качеству ЭЭ.

Библиографический список

1. **S.-E. Razavi**, E. Rahimi, M. S. Javadib, A. E. Nezhad, M. Lotfid, M. Shafie-khah, J. P.S. Catalao. Impact of distributed generation on protection and voltage regulation of distribution systems: Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2019.

2. **G. Gupta**, W. Fritz and M.T.E. Kahn. A Comprehensive Review of DSTATCOM: Control and Compensation Strategies, International Journal of Applied Engineering Research, 2017.
3. **T. Sukanth**, D. Srinivas, M. Zefree Lazarus, K. Pritam Satsangi. Comparative Study of different control strategies for DSTATCOM // International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, 2012. - vol.1. 5..Iss -

УДК 621.311

ВЕСЕЛОВ Л.Е., ШАЛУХО А.В.

КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ВЫБОРЕ МОЩНОСТИ ТОТЭ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Перспективным подходом к решению проблем повышения качества электроснабжения сельскохозяйственных предприятий (СХП) и эффективности утилизации отходов сельхозпроизводства является применение энергоустановок (ЭУ) на биогазе. При сравнении ЭУ на биогазе доказано преимущество твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) [1]. При интеграции ТОТЭ в систему электроснабжения (СЭС) СХП необходим выбор оптимальной установленной мощности ТОТЭ. Решение связано с постановкой оптимизационной задачи и нахождением экстремума функции. Можно выделить пять критериев оптимальной установленной мощности ТОТЭ:

- коэффициент использования установленной мощности (КИУМ);
- показатель *LCOE* (*Levelized Cost of Energy*) – средняя расчетная себестоимость производства электроэнергии на протяжении всего жизненного цикла установки;
- комплексные затраты на электроснабжение СХП за расчетный период (C_{Σ});
- дисконтированные комплексные затраты на электроснабжение СХП за расчетный период (C_{Σ});
- годовой объем биогаза для работы ТОТЭ (V_B).

Значение КИУМ (1) определяется как отношение электроэнергии, потребленной СХП от ТОТЭ, к электроэнергии, вырабатываемой ТОТЭ непрерывно в течение года на номинальной мощности. Значение *LCOE* определяется по формуле (2).

$$\text{КИУМ} = 100 \cdot W_{\text{н.ТОТЭ}} / (P_{\text{НОМ}} \cdot 8760), \quad (1)$$

где $W_{\text{н.ТОТЭ}}$ – электроэнергия, потребленная СХП от ТОТЭ; $P_{\text{НОМ}}$ – установленная мощность.

$$\text{LCOE} = \sum_{t=0}^T [(C_{\text{КАП}} + C_{\text{ТЕХ}} + C_{\text{РП}}) \cdot (1+r)^{-t}] / \sum_{t=0}^T (W_{\text{н.ТОТЭ}} + W_{\text{н.ТОТЭ}}), \quad (2)$$

где $C_{\text{КАП}}$ – капитальные затраты на ТОТЭ; $C_{\text{ТЕХ}}$ – затраты на обслуживание ТОТЭ; $C_{\text{РП}}$ – затраты на рабочий персонал; r – ставка дисконтирования года t ; T – расчетный период.

Комплексные затраты на электроснабжение СХП за расчетный период (C_{Σ}):

$$C_{\Sigma} = \sum_{t=0}^T (C_{\text{КАП}} + C_{\text{ТЕХ}} + C_{\text{РП}} + C_{\Sigma} - C_{\Sigma, \text{ТОТЭ}}), \quad (3)$$

где C_{Σ} – затраты на покупку электроэнергии от централизованной электрической сети.

Капитальные затраты на ТОТЭ относятся к первому году расчетного периода. Экономия за счет использования ТОТЭ, обеспечивающая возврат капитальных вложений, приходится на последующие годы. Дисконтированные комплексные затраты позволяют привести разновременные денежные потоки к одному моменту времени (C_{Σ}):

$$C_{\Sigma} = \sum_{t=0}^T [C_{\Sigma} \cdot (1+r)^{-t}], \quad (4)$$

Объем годового потребления биогаза энергоустановкой на ТОТЭ:

$$V_B = 8760 \cdot P_{\text{НОМ}} \cdot F_{\text{ТОТЭ}}. \quad (5)$$

Чем больше значения КИУМ и V_B и чем меньше значения *LCOE*, C_{Σ} и C_{Σ} , тем более эффективным является применение ТОТЭ в СЭС СХП. Выражения (1) – (5) легли в основу

разработки компьютерной программы. С использованием программы и базы данных по ТОТЭ исследованы функции зависимости КИУМ, LCOE, C_{Σ} , $C_{д\Sigma}$, и V_{Σ} от $P_{ном}$.

1. **Соснина Е.Н.** Энергоустановки на ТОТЭ в системах электроснабжения энергоудаленных потребителей/ Е.Н. Соснина, Л.Е. Веселов // Труды НГТУ, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. №1(120). – С. 130-137.

УДК 621.31

ВЛАСОВ А.С., ШАЛУХО А.В., ЭРДИЛИ Н.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящей работе рассматривается мультиагентная система (МАС) для управления распределенными энергоустановками малой мощности, которые входят в состав виртуальной электростанции (ВиЭС). Объектом исследования является ВиЭС, объединяющая распределенные объекты с собственной генерацией на напряжениях 0,4 и 10 кВ.

Для выбора архитектуры системы управления выполнен сравнительный анализ подходов к управлению системами с распределенной генерацией [1]. Установлено, что для систем с небольшим количеством однотипных распределенных объектов может использоваться разветвленная структура алгоритмов, четко определяющая последовательность действий. Системы с n – количеством распределенных разнохарактерных объектов требуют применения более эффективных алгоритмов управления функционированием.

Предлагаемое в работе решение заключается в применении мультиагентной системы управления, которая основана на взаимодействии агентов. Распределенная архитектура МАС обеспечивает высокую функциональность системы, возможность расширения, модернизации программных и аппаратных средств без потери эксплуатационных свойств системы.

МАС является интеллектуальной распределенной динамической системой управления, где имеет место согласованное и рассогласованное поведение и взаимодействие агентов. Каждый агент может преследовать собственные цели, но при этом все агенты заинтересованы в устойчивости микросети, в соблюдении баланса активной и реактивной мощности. При возникновении каких-либо дисбалансов в системе, недостаток энергии компенсируется за счёт соседних объектов или за счёт централизованной сети. Приоритетом является использование генерирующих мощностей на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Использование источников распределённой генерации по сравнению с централизованной сетью позволяет сократить потери электроэнергии при её передаче, а при использовании ВИЭ повышает экологичность микросети.

Для отработки системы управления проведен анализ и выбран программно-вычислительный комплекс JADE, в котором были объявлены ключевые агенты: агент-генерации электрической энергии и агент-нагрузки. Агент-генератор оповещает участников МАС об объёме излишков мощности, а агент-нагрузки на основе своих критериев связывается с подходящими для него агентами генераторами.

В программном комплексе JADE продемонстрирован принцип работы МАС для выбранного объекта исследования. Результаты моделирования показали работоспособность предложенного подхода. Система управления позволила обеспечить балансы мощностей в системе, реализовав при этом всю активную и реактивную мощность от источников с ВИЭ.

1. Эрдили Н.И. Разработка алгоритма управления режимами работы децентрализованной системы электроснабжения с возможностью обмена электроэнергией/ Н.И. Эрдили, А.В. Шалухо // Фёдоровские чтения – 2019: М.: Издательский дом МЭИ, 2019. С. 376-378

УДК 621.311.1

ЕРЕМЕНКО В.В., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш., СОСНИНА Е.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ FACTS-ТЕХНОЛОГИЙ НА АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В электроэнергетическом комплексе России все чаще внедряются устройства на основе FACTS-технологий. Однако пока их применение ограничивается магистральными электрическими сетями и направлено на более эффективное использование линий электропередачи с точки зрения повышения пропускной способности и управления потоками мощности. По мнению авторов, FACTS-технологии могут иметь более широкую область применения, в частности при повышении энергоэффективности электрических станций.

Одним из перспективных направлений использования FACTS-технологий на электрических станциях является регулирование реактивной мощности генераторов АЭС [1]. Участие генераторов в автоматическом вторичном регулировании напряжения ограничено допустимыми пределами отклонения напряжения на шинах, питающих оборудование собственных нужд (СН) АЭС. Качество электрической энергии на АЭС регламентируется нормативными документами [2,3]. Необходимость поддержания напряжения на шинах собственных нужд СН АЭС в требуемых пределах сужает допустимый диапазон изменения напряжения генераторов, что ограничивает использование их располагаемой реактивной мощности [4].

Возможным решением проблемы является применение активно-адаптивных устройств: управляемых шунтирующих реакторов (УШР), статических компенсаторов (СТАТКОМ), фазоповоротных устройств (ФПУ) и др. [5]. Внедрение FACTS-устройств в систему СН АЭС позволит получить следующие эффекты:

- 1) повысить использование реактивной мощности на выводах генераторов АЭС;
- 2) улучшить условия пуска асинхронных двигателей и повысить их коммутационный ресурс;
- 3) внедрить новые асинхронизированные генераторы;
- 4) реализовать концепцию “интеллектуальной сети” применительно к АЭС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований молодых российских ученых – кандидатов наук (соглашение № 075-15-2021-384 от 16 апреля 2021 г).

Библиографический список

1. ГОСТ Р МЭК 62855 – 2019. Атомные станции. Электроэнергетические системы. Анализ электроэнергетических систем. – М.: Стандартинформ, 2019
2. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» – с.5-10.
3. РД 34.20.185-94 Инструкция по проектированию городских электрических сетей. – М.: ЦЕНТРМАГ, 2021. – 46 с.
4. Зорин, В.М. Атомные электростанции; под ред. Н.Н. Сошникова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012.
5. Макаровский, С.Н. Возможность применения технологий FACTS на электростанциях?/ С.Н. Макаровский, В.Н. Подъячев. // Энергоэксперт. Информационно-аналитический журнал – 2011-№3-с.34-37.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение качества электроснабжения (КЭС) является одной из важнейших задач развития электроэнергетической отрасли России [1]. Являясь интегральной характеристикой, КЭС объединяет в себе показатели качества электрической энергии (ЭЭ), надежности и энергоэффективности. Перечисленные показатели взаимосвязаны. Так, наличие в сети гармонических и интергармонических составляющих тока и напряжения приводит с одной стороны к увеличению потерь, что снижает энергоэффективность, а с другой – к сокращению срока службы электрооборудования, что увеличивает вероятность его отказа и снижает надежность. Управление КЭС позволяет обеспечить оптимальную работу электрической сети и включает в себя целый комплекс технических, методических и организационных мероприятий.

При интеллектуализации электрических сетей и внедрении цифровых технологий актуальной задачей является разработка новых методов контроля и анализа качества ЭЭ. В интеллектуальных электрических сетях (ИЭС) установившиеся режимы часто меняются, поэтому применение традиционных подходов и методик является некорректным. Чем сложнее ИЭС, тем более детальными и эффективными (в том числе быстродействующими) должны быть методы оценки режимов, применяемые для устранения проблем, мешающих стабильной работе электрической сети. Значительная часть перечисленных проблем решается с помощью системы мониторинга переходных режимов (СМНР), функционирующей на основе синхронизированных векторных измерений (СВИ). На данный момент СМНР, которые предлагают сегодня на рынках мира, не позволяют решить одну из главных задач, поставленных в новых стандартах [3], а именно – измерения в переходных процессах. Кроме того, современные СМНР должны иметь возможность интеграции в «цифровую подстанцию», удовлетворяя требованиям МЭК 61850 [4].

Для решения проблемы измерений в переходных режимах необходима разработка алгоритмов и методик статического и динамического оценивания параметров режима в ИЭС. Эффективность работы СМНР во многом зависит от совершенствования алгоритмов обработки сигналов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований молодых российских ученых – кандидатов наук (соглашение № 075-15-2021-384 от 16 апреля 2021 г).

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года» от 09.06.2020 № 1523-р // Сайт Правительства России – режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>.
2. ПАО «Российские электрические сети» / Концепция «Цифровая трансформация 2030» // Россети – Режим доступа: https://www.rosseti.ru/investment/Kontseptsiya_Tsifrovaya_transformatsiya_2030.pdf.
3. СТО 59012820.29.020.011-2016 Релейная защита и автоматика. Устройства синхронизированных векторных измерений. Нормы и требования.
4. IEC/TR 61850-90-5. Communication networks and systems for power utility automation – Part 90-5: Use of IEC 61850 to transmit synchrophasor information according to IEEE C37.118, Technical Report, Edition 1. (Использование IEC 61850 для передачи информации синхрофазора согласно IEEE C37.118).

СУДОВАЯ ОБРАТИМАЯ ВАЛОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ПО СХЕМЕ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Волжский государственный университет водного транспорта

Суда малого водоизмещения большую часть времени работы передвигаются малым ходом или находятся в режиме ожидания. В таком режиме эксплуатации главные судовые дизельные двигатели (ГД) загружены на 10-20%. При данной загрузке ГД подвергаются сильному износу и срок их службы существенно сокращается. Повышенный износ ГД обусловлен следующими факторами: масло в ГД и водяная рубашка двигателя не успевают прогреваться; происходит повышенный расход топлива и масла. В следствие этого, закоксовываются интеркулеры и поршневые кольца, появляются задиры на стенках гильзы (втулки блока цилиндров).

Для повышения ресурса и надежности судовой энергетической установки (СЭУ) во время движения судна на малых ходах целесообразно применение судовой обратимой валогенераторной установки (ОВГУ) в качестве гребной электрической установки (ГЭУ), а на полных ходах в качестве генератора отбора мощности, т.е. валогенератора.

Электродвижение судна осуществляется с помощью ОВГУ, который одновременно с общесудовыми потребителями получает питание от судовой дизель-генераторной установки (ДГ), что позволяет исключить из работы главный судовой дизельный двигатель.

Для повышения энергетической эффективности работы электроэнергетической установки судна (ЭЭУ) целесообразно ДГ перевести в режим переменной частоты вращения, т.е. использовать машинно-вентильный вариант дизель-генераторной электростанции.

Дальнейшее повышение эксплуатационных показателей ОВГУ за счет минимизации мощности силового электрооборудования возможно при реализации силовой структуры ОВГУ по схеме машины двойного питания (МДП). В данном случае мощность преобразователя частоты (ПЧ), который подключен к роторным обмоткам асинхронного генератора АГ с фазным ротором, имеет наименьшее значение по сравнению со всеми альтернативными вариантами машино-вентильных систем.

В пакете matlab разработана математическая модель СЭУ с ОВГУ по схеме МДП и ДГПЧВ.

Проведено имитационное моделирование различных режимов нагрузки на пропульсивную систему судна с ОВГУ (регулирование хода судна, оголение винта, вход винта в воду и др.).

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для подключения объекта распределенной генерации (РГ) к электрическим сетям выполняется процедура технологического присоединения (ТП) [1]. После подачи заявки на ТП, выдачи сетевой организацией технических условий на ТП и согласования технического задания разрабатывается проектная и рабочая документации, в которой должны быть учтены

требования нормативных документов, регламентирующих функционирование объектов РГ в энергосистеме:

- в России закреплены в ГОСТ Р 55890-2013, ГОСТ Р 55105-2019, ГОСТ Р 58491-2019 (только для ветроэнергетических установок), стандартах ОАО «СО ЕЭС» СТО 59012820.29.240.001-2010 и СТО 59012820.29.160.20.001-2012 и Методических указаниях по устойчивости энергосистем;
- за рубежом определяются национальными сетевыми кодексами (grid code).

Обязательным этапом ТП является разработка схемы выдачи мощности объекта РГ. Проводится расчет и анализ установившихся режимов, расчет токов короткого замыкания и динамической устойчивости. Для проведения расчетов целесообразно использовать имитационное компьютерное моделирование, а сам расчет проводить в несколько этапов:

- 1) сбор сведений о параметрах участка сети, в которую планируется ТП объекта РГ: конфигурация сети, уровни напряжения, длины и параметры линий электропередачи, величина и график нагрузки соседних узлов и т.д.;
- 2) разработка модели исследуемой сети с эквивалентированием удаленных участков и нагрузок;
- 3) моделирование нормальных и аварийных режимов работы сети с учетом требований [2]: расчет потокораспределения, определение уровня токов короткого замыкания и т.д. Сравнение результатов моделирования с фактическими данными, предоставленными сетевой организацией;
- 4) разработка модели объекта РГ, планируемого к подключению, и его системы управления. Тип, параметры и количество установок РГ должны быть заранее определены на этапе подачи заявки на ТП;
- 5) с учетом требования национальных стандартов определяется оптимальное место ТП. Проводится повторный расчет электроэнергетических режимов сети с включением в модель объекта РГ. По результатам расчета может потребоваться корректировка его типа, параметров и количества установок.
- 6) разрабатывается схема выдачи мощности объекта РГ. При необходимости определяются требования по модернизации сети (например, установка устройств СТАТ-КОМ) и корректировки уставок релейной защиты.

Библиографический список

1. Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2004 г. №861.
2. ГОСТ Р 58670-2019. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Планирование развития энергосистем. Расчеты электроэнергетических режимов и определение технических решений при перспективном развитии энергосистем. Нормы и требования. Введ. 01.01.2020. М.: Стандартинформ, 2019. – 13 с.

УДК: 621.316

ПАВЛОВА В.С., КРЮКОВ Е.В.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Энергетическая система сегодня трансформируется фундаментальными способами и становится намного сложнее и динамичнее. Мы называем эту новую систему энергетическим интернетом.

Актуальность работы определяется тем, что в настоящее время разработка концепции

энергетического интернета является следующей ступенью развития электроэнергетики. Выгода данного перехода основывается на уменьшении необходимости строительства новых электростанций и облегчении управления переменными возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечная и ветровая энергия.

Обобщая информацию из рассмотренных источников литературы, можно сказать, что энергетический интернет – это интеллектуальная система управления энергопотреблением, которая позволяет удерживать стабильность и работоспособность всей формирующейся децентрализованной модели энергетики.

На сегодняшний день существуют работы, посвященные данному вопросу. Различные проекты разрабатывают модульные системы энергоменеджмента, способные контролировать и управлять локальными устройствами в соответствии с предпочтениями конечных пользователей. Это позволит им управлять своими расходами энергии и стать более экономичными. Пользователи смогут принять участие в энергетических новшествах и воспользоваться преимуществами динамичных ценовых тарифов для минимизации своих энергетических затрат [1].

Платформу усовершенствованной энергосистемы составляют интеллектуальные элементы, находящиеся на уровне цифровых технологий, которые предприятия электроэнергетики добавляют в традиционную и современную аналоговую инфраструктуру энергетической системы [2].

Проведена классификация технологических устройств и их уровень готовности к использованию. К числу необходимых и обязательных компонент интернета энергии относятся цифровые управляемые силовые интерфейсы с энергетическими ячейками. К ячейкам можно отнести энергетический роутер, энергетический порт и интеллектуальный счетчик.

В качестве актуального устройства заострим внимание на энергороутере. Энергетический роутер – программно-технический комплекс, предназначенный для управления и распределения электроэнергии в распределительных сетях. Данное устройство позволит конфигурировать и строить различные топологии электрических сетей, развязывать режимы работы между системами энергетических ячеек, а также обеспечить качество электроэнергии на стыках систем.

Найденные и проанализированные факты позволяют выявить закономерность, заключающуюся в том, что в тех странах, где проводится активная политика по внедрению энергетического интернета, отмечается снижение потерь электроэнергии при передаче и распределении энергии.

Библиографический список

1. **Куприяновский, В.П.** На пути к энергетическому Интернету: новые регуляции, бизнес модели, экономические и технические предпосылки // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2019. – Vol. 7. – № 3. – P. 60–70.
2. **Redkina, A.I.** Industrial Internet of Things: concept and legal consciousness, meaning for Industry 4.0 // *Revista Inclusiones*. – 2019, abril/junio. – Vol. 6. – Número especial. – P. 385–391.

УДК: 621.314.2

СЕМЕНОВ И.И., ШУМСКИЙ Н.В., СОСНИНА Е.Н.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ИРПМ ПРИ ГРУППОВОМ ВЕКТОРНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ НАПРЯЖЕНИЯ В РЭС

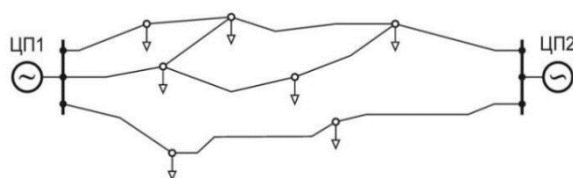
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Распределение потоков мощности в современных распределительных электрических сетях (РЭС) среднего напряжения носит в основном однонаправленный характер. Внедрение

устройств на базе силовой электроники, таких как интеллектуальный регулятор потоков мощности (ИРПМ) [1], позволяет управлять количеством и качеством электроэнергии за счет векторного регулирования напряжения. Интеллектуальное управление потоками мощности [2] необходимо таким участникам рынка, как сетевые компании (снижение потерь электроэнергии (ЭЭ), загрузка дефицитных и разгрузка перегруженных участков), потребители (возможность выбора разных источников ЭЭ, поддержание требуемого качества ЭЭ), электростанции на возобновляемых источниках энергии (легкая интеграция в общую инфраструктуру, введение зеленых тарифов), активные потребители (эффективнее и экономичнее использовать ЭЭ).

В рамках крупной электрической сети остается открытым вопрос размещения, минимального количества сложно структурированных устройств ИРПМ и, соответственно, отстройки их системы управления, решающей упомянутые задачи при групповом векторном регулировании напряжения.

Цель исследований – определение оптимального места установки ИРПМ при решении задачи линейного программирования [3] в РЭС сложной конфигурации.



Сложно-замкнутая конфигурация сети: ЦП – центр питания

Для достижения цели необходимо решить транспортную задачу с установкой ИРПМ в сеть. Имеется электрическая мощность, которую нужно передать от n источников ЭЭ до m потребителей. Для каждого i -го источника известна генерация A_i , а для потребителя – его потребление B_j . Потери при передаче пропорциональны расстоянию от источника до потребителя (электроудаленности c_{ij} от i -го источника до j -го потребителя известны). Решающими переменными является поток мощности x_{ij} , переданный из i -го источника до j -го потребителя. Они удовлетворяют ограничениям (1), (2), а целевая функция, требующая минимизации, представлена выражением (3):

$$x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{im} \leq A_i; \quad (1)$$

$$x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{nj} \geq B_j; \quad (2)$$

$$F(x) = x_{11} \cdot c_{11} + x_{12} \cdot c_{12} + \dots + x_{nm} \cdot c_{nm}. \quad (3)$$

Меняя количество ИРПМ и добавку напряжения, можно изменить функцию (3).

Исследование выполнено за счет гранта РНФ (проект № 20-19-00541).

Библиографический список

1. **Соснина, Е.Н.** О разработке ААСУ ИРПМ для распределительных электрических сетей сложной конфигурации/ Е.Н. Соснина, Н.В. Шумский, И.И. Семенов // L Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы «Фёдоровские чтения — 2020». — М.: Издательский дом МЭИ, 2020. — С. 57-62.
2. **Воропай, Н.И.** Направления и проблемы трансформации электроэнергетических систем // Электричество, 2020. — № 7. — С.12–21.
3. **Кузнецов, А.В.,** Холод Н.И., Костевич Л.С. Руководство к решению задач по математическому программированию/ А.В. Кузнецов, Н.И. Холод, Л.С. Костевич. — Минск: Высшая школа, 1978. — С. 110.

РАЗРАБОТКА SIMULINK-МОДЕЛИ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТОТЭ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Системы электроснабжения многих удаленных сельскохозяйственных предприятий являются автономными. Электроснабжение таких предприятий характеризуется низкой надежностью (частые отключения), недостаточной эффективностью (высокий уровень потерь электроэнергии, большой расход дизельного топлива и т.д.), низким качеством поставляемой электроэнергии. Также серьезной проблемой является необходимость утилизации отходов сельхозпроизводства.

Перспективным подходом к решению указанных проблем является применение местных источников энергии на основе твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ), использующих в качестве топлива биогаз из утилизированных отходов сельхозпроизводства. Достоинствами ТОТЭ являются высокий КПД (может достигать 70-80% при коэффициенте использования топлива 0,95), отсутствие загрязняющих выбросов в атмосферу, модульность и компактность конструкции (высокая гибкость системы при подключении новых потребителей).

Существенным недостатком ТОТЭ является низкая маневренность при работе, связанная с низкой скоростью протекания химических реакций. Это затрудняет интеграцию ТОТЭ в автономные системы электроснабжения. Проблема низкой маневренности может быть решена путем комбинирования ТОТЭ с другими источниками и накопителями электроэнергии.

Проведенные исследования показали, что выбор установленной мощности ТОТЭ по пиковой нагрузки предприятия является нецелесообразным [1]. Это приводит к значительному ухудшению экономических показателей эффективности применения ТОТЭ (вследствие высокой удельной стоимости 1 кВт установленной мощности ТОТЭ) и недоиспользованию генерируемой ТОТЭ электроэнергии.

Для автономной системы электроснабжения с изменяющимся суточным графиком нагрузки предложено использовать ТОТЭ в сочетании с системой накопления на основе аккумуляторных батарей и высокоманевренным резервным генератором, работающим на биогазе. При этом возникает проблема оптимального управления работой такой комбинированной системы.

Суть работы заключается в разработке алгоритмов управления комбинированной системой генерирования на основе ТОТЭ и их отработка с помощью Simulink-модели автономной системы электроснабжения. Основными блоками Simulink-модели будут: блок энергоустановки на основе ТОТЭ, блок системы накопления на основе аккумуляторных батарей, блок маневренного генератора, блок нагрузки, блок балластной нагрузки. Предполагается разработка и исследование функции совместной работы маневренного генератора и ТОТЭ при изменяющейся нагрузке.

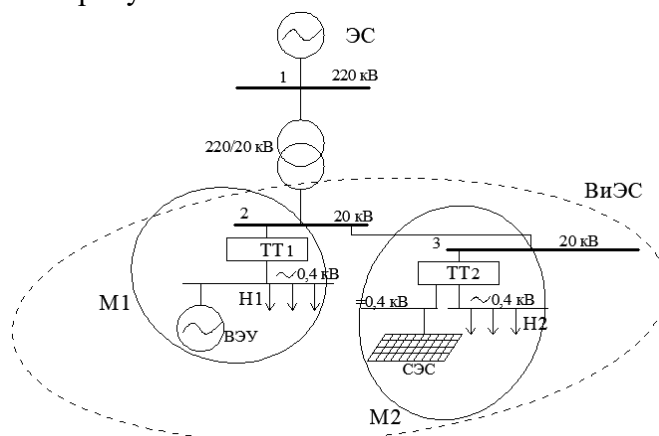
Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Соглашение о предоставлении грантов для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук № 075-15-2020-097 (МК-593.2020.8) от 18.03.2020 г.).

-
1. **Соснина, Е.Н.** О применении ТОТЭ на биогазе в системе электроснабжения сельскохозяйственных предприятий/ Е.Н. Соснина, А.В. Шалухо, Л.Е. Веселов // Интеллектуальная электротехника, №4 (12). 2020. С. 27-41.

О ПРИМЕНЕНИИ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Объединение объектов распределенной генерации (РГ) с потребителями и накопителями энергии посредством электрических связей и IT-технологий в виртуальные электростанции (ВиЭС) – один из путей повышения эффективности использования объектов распределенной генерации (РГ). При этом встает задача обеспечения совместной работы установок РГ на напряжении 0,4 кВ и многостороннего энергообмена на напряжении 10(20) кВ. Перспективным решением задачи является применение твердотельных трансформаторов (ТТ). ТТ представляет собой управляемый полупроводниковый преобразователь модульного типа, позволяющий в реальном времени реализовать функции перераспределения потоков мощности, регулирования параметров электрической энергии, объединения разнородных источников РГ, накопителей и потребителей [1]. Пример микросети (ВиЭС) с источниками РГ, потребителями и ТТ приведен на рисунке.



Пример микросети (ВиЭС) с ТТ:

ЭС – энергосистема, М1, М2 – микросеть 1 и 2, Н1, Н2 – нагрузка 1 и 2, ВЭУ – ветровая электростанция, СЭС – солнечная электростанция, ТТ1, ТТ2 – твердотельные трансформаторы

Выполнен аналитический обзор в области технологий ТТ. Разработкой технологий ТТ занимаются в США, Японии и ряде европейских стран, однако их промышленное производство пока отсутствует. Основными преимуществами ТТ по сравнению с традиционными силовыми трансформаторами являются: малые массогабаритные показатели, мгновенное регулирование напряжения, модульное исполнение. Рассмотрены различные схмотехнические решения ТТ в зависимости от выполняемых функций.

1. **Shamshuddin, M.A** Solid State Transformers: Concepts, Classification, and Control / M.A. Shamshuddin, F.Rojas // Energies 2020. – 13(9), 2319.

Преобразователи параметров электрической энергии

УДК 621.314.2

КРАЛИН А.А., АЛЕКСАНДРОВА Е.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОММУТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ТРЕХФАЗНЫХ ТРАНСФОРМАТОРНО-ТИРИСТОРНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее время, в связи с энергетическим кризисом и ростом цен на электроэнергию, все большее внимание уделяется вопросам энергосбережения. К числу таковых относятся задачи электромагнитной совместимости с сетью энергоемких электротехнологических установок постоянного тока. Это электролиз алюминия и цветных металлов, электролиз водных растворов в химической промышленности, электротермическое оборудование в черной и цветной металлургии.

Регулирование и стабилизация параметров электрической энергии на стороне переменного тока в указанных установках можно осуществлять с помощью трансформаторно-тиристорных устройств с дискретным управлением. При разработке и проектировании данного класса устройств особое внимание уделяется созданию математических моделей для исследования установившихся коммутационных и нестационарных процессов, происходящих в трансформаторно-тиристорных устройствах.

Развитие вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения открывает новые возможности по созданию математических моделей преобразовательных устройств, основанных на принципах макромоделирования. Одной из основных задач, решаемых в ходе моделирования, является определение характеристик коммутационных процессов, имеющих место в режимах переключения отводов регулировочной обмотки силового трансформатора тиристорными ключами.

В данной публикации представлены результаты анализа коммутационных процессов, полученных методом компьютерного моделирования. В качестве платформы для моделирования использована система MATLAB Simulink.

Разработаны модели трансформаторно-тиристорных устройств переменного тока с дискретным переключением отпаек регулировочных обмоток трансформатора на первичной стороне. Модель устройства содержит в своем составе трехфазный источник синусоидального напряжения, трехфазный многообмоточный трансформатор, тиристорные ключи переменного тока; токоограничивающий реактор со взаимоиндуктивной связью обмоток; LR -нагрузку и систему управления.

По результатам компьютерного моделирования определены основные показатели коммутационного процесса: длительность коммутации, критические углы переключения, скорость нарастания тока.

Также получены зоны оптимальных углов коммутации, характеризующихся минимальными динамическими перегрузками ключей. Даны рекомендации по выбору углов коммутации в зависимости от величины токоограничивающего реактора при различных нагрузках трансформатора.

УПРАВЛЯЕМЫЙ ИСТОЧНИК ТОКА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОТЕРАПИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Лечение при помощи физических воздействий наиболее эффективно, если оно проводится с учётом индивидуальных особенностей пациента [1]. В используемых на данный момент устройствах не предусмотрено использование параметров воздействия в зависимости от индивидуальных особенностей человека. При использовании физических факторов не достигается биологический резонанс, т.е. отсутствует связь физических, биофизических и физиологических параметров воздействующего аппарата на пациента. Достижение биологического резонанса позволит значительно сократить потребляемую энергию и повысить эффективность лечения [2].

В связи со сказанным, актуальным является использование прибора, параметры которого изменяются в зависимости от введенных параметров человека, в частности роста.

Для повышения эффективности физиотерапевтического лечения целесообразно задавать частоту импульсов воздействия кратной основной частоте пациента, которая определяется по формуле:

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0 \sqrt{\varepsilon \mu}},$$

где: c – скорость света в воздухе (м/с), ε - диэлектрическая проницаемость крови, μ - магнитная проницаемость крови, λ_0 - длина волны, равная росту человека H (м).

Коэффициент кратности k целесообразно выбрать так, чтобы в одном периоде низкой частоты укладывалось целое число периодов основной частоты, или в одном периоде основной частоты укладывалось целое число периодов повышенной частоты.

Таким образом, для повышения эффективности физиотерапевтического воздействия, имеет смысл выпускать приборы с установкой роста пациента и более точного времени воздействия.

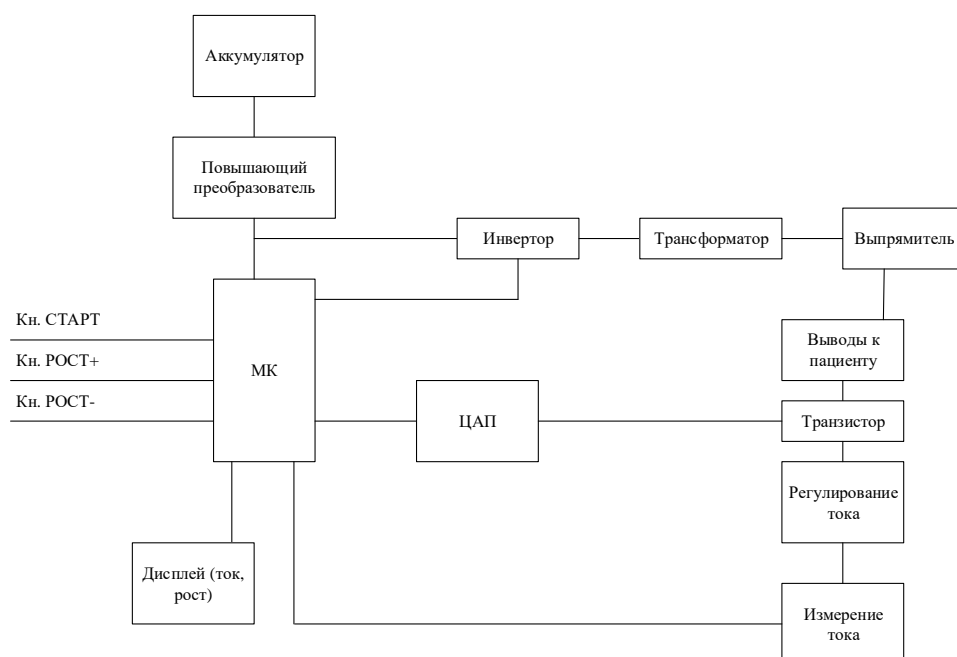
Этого можно достичь, используя предлагаемое устройство, функциональная схема которого представлена на рисунке.

Данное устройство работает следующим образом: с низковольтного источника питания напряжение подаётся на инвертор. Переменное напряжение с выхода инвертора поступает на повышающий трансформатор. Сигналы управления ключами формируются, таким образом, чтобы инвертор работал только в момент импульса низкой частоты. Частота следования импульсов определяется значением введенного значения роста человека. Импульсы низкой частоты, модулированные по трапецевидному закону, поступают также на генератор тока, собранный на транзисторе по схеме с общим коллектором.

Выпрямитель и ёмкость фильтра предназначены для того, чтобы убрать высокочастотную составляющую из импульсов низкой частоты.

Данное устройство позволяет добиться следующих результатов:

- 1) уменьшение габаритов аппарата;
- 2) поддержание требуемых электрических параметров для эффективного лечения;
- 3) обеспечивается биологический резонанс, при введении параметров человека (увеличивается эффективность лечения);
- 4) оптимизация потребляемой мощности.



Управляемый источник тока для устройства электротерапии

Библиографический список

1. Способ физиотерапевтического воздействия: патент 2193904 Рос. Федерация: МПК 7 А 61 N 5 / 02 / А.Г. Телегина; – №97111546/14; заявл. 02.07.1997; опубл. 10.12.2002.
2. **Алексеева, Н.В.** Использование методики индивидуального подбора частот при лечении гастродуоденальных язв низкоинтенсивным лазерным излучением / Н.В. Алексеева [и др.] // Материалы НТК «Лазеры в медицине», Вильнюс, 1995. - С. 29-34.

УДК 621.314.26:62-83

МУРТАЗИН Т.Э., СЕРОВ А.В., ТИТОВ В.Г.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНЫМ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. ВИДЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основная особенность управления мощными частотно-регулируемыми электроприводами переменного тока состоит в силовой схеме. Существует четыре основные схемы построения вентильных преобразователей со звеном постоянного тока:

- 1) прямого преобразования с высоковольтным звеном ПЧСВ;
- 2) с низковольтным звеном ПЧСН;
- 3) каскадные;
- 4) многоуровневые.

Силовые схемы управляемого выпрямителя и инвертора в ПЧСВ построены на базе трехфазных мостов, где в качестве ключа для одной фазы используется последовательное соединение полупроводниковых вентиляей. В ПЧСН напряжение питающей сети понижается до 0.4 или 0.66 кВ, что позволяет использовать низковольтные преобразователи с двумя вентилями на каждую стойку. Затем напряжение нужной амплитуды и частоты повышается и подается через синусоидальный фильтр на двигатель.

Представленные варианты имеют свои недостатки и редко находят применение. Поэтому особый интерес представляют многоуровневые и каскадные типологии построения преобразователей – устройств для преобразования электроэнергетики в широком диапазоне ча-

стот, изменения количества фаз, а также позволяющих осуществлять плавные пуски электроприводов большой мощности.

Каскадные преобразователи строятся на базе H-мостовых ячеек, благодаря чему на выходе формируется многоуровневое напряжение. У таких типов преобразователей каждая ячейка должна питаться от изолированного источника постоянного напряжения. Одно из основных преимуществ многоуровневого преобразователя такого исполнения состоит в возможности масштабирования рабочего напряжения и мощности с помощью соединения определенного количества ячеек.

Другой вид преобразователей - это многоуровневые, реализованные на IGBT-транзисторах по схеме автономного инвертора напряжения. Напряжение переменного тока формируется инверторами при переключении полупроводников с высокой частотой различных уровней напряжения постоянного тока, при этом форма выходного сигнала представляет собой кривые в виде прямоугольных импульсов, которые значительно отличаются от классической синусоидальной формы, что в некоторых случаях может сделать невозможным использование регулируемого электропривода, требующего более качественной электроэнергии. Поэтому, с целью устранения данной проблемы, при необходимости используются инверторы с увеличенным количеством уровней напряжения постоянного тока (многоуровневые инверторы).

В дальнейшем планируется подробное изучение последних двух типов преобразователей и моделирование мощных частотно-регулируемых электроприводов с системой векторного управления.

Библиографический список

1. **Таранов, М.А.** Многоуровневые и каскадные инверторы. Вестник аграрной науки Дона. сб.ст./ М.А. Таранов, П.Т. Корчагин. – 2013.
2. **Копылов, И.П.** Электрические машины: учеб. для вузов/ И.П. Копылов. – М.: Высшая школа, 2004 – 607 с.
3. **Бурдасов, Б. К.** Многоуровневые и каскадные преобразователи частоты для высоковольтных электроприводов переменного тока. / Бурдасов Б. К., Нестеров С. А. – ОАО «Конвертор», ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», – г. Саранск, 2011.

УДК 621.314

ПОЧИНКО А.Д., ГРЕБЕНЩИКОВ В.И.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение твердотельных трансформаторов (solid-state transformer, SST) является одним из наиболее перспективных направлений развития преобразовательной техники в области электроэнергетики.

Составными узлами SST являются: активный выпрямитель, высокочастотный инвертор и трансформатор, выпрямитель, трехфазный инвертор.

Важным преимуществом твердотельного трансформатора перед традиционными трансформаторами индуктивного типа являются его лучшие массогабаритные показатели, сниженная металлоемкость. Кроме того, с каждым годом технологии производства полупроводников совершенствуются, что позволяет создавать преобразователи со все более совершенными электрическими параметрами и надежностью. При этом стоимость полупроводниковых компонентов преобразователей продолжает снижаться, в отличие от растущих цен на электротехнические медь и сталь, используемые для изготовления традиционных трансформаторов. Дополнительным преимуществом твердотельного трансформатора является воз-

возможность его применения для регулирования параметров и показателей качества электроэнергии.

Твердотельные трансформаторы более востребованы в тех сферах промышленности, где предъявляются высокие требования к массогабаритным показателям согласующего трансформаторного и другого электромагнитного оборудования. К таким относятся авиа- и судостроение, а также железнодорожное машиностроение.

Кроме того, твердотельный трансформатор может быть использован в сетях электропитания в качестве согласующего звена с источниками возобновляемой энергии. В связи с тенденцией использования энергии из возобновляемых источников и развитием интеллектуальных электрических сетей, твердотельный трансформатор может стать важным компонентом, обеспечивающим их надежную работу.

Таким образом, благодаря своим особенностям твердотельный трансформатор актуален при решении таких важных задач электроэнергетики, как регулирование параметров напряжения и улучшение качества электроэнергии в указанных сферах применения.

Библиографический список

1. **M.A. Hannan**, Pin Jern Ker, M. S. Hossain Lipu, Zhen Hang Choi¹, M. Safwan A. Rahman¹, Kashem M. Muttaqi, Frede Blaabjerg State of the Art of Solid-State Transformers: Advanced Topologies, Implementation Issues, Recent Progress and Improvements // IEEE Access. 2017. № 8. С. 19113 – 19132.
2. **Gerardo Guerra**, Juan A. Martinez-Velasco A Solid State Transformer model for power flow calculations // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2017. №89. С. 40-51.

УДК 621.9

БАШКОВ А.А., КАБАЛДИН Ю.Г., АНОСОВ М.С., ШАТАГИН Д.А.

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ШЕРОХОВАТОСТИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важным фактором, определяющим надежность промышленной продукции, является качество обработанных поверхностей изделий, включающее следующие геометрические характеристики – шероховатость, волнистость, погрешности формы.

В современном машиностроении резко возрастает роль поверхности в функциональном назначении детали, поэтому шероховатость становится одним из важнейших параметров качества. При обработке резанием величина, форма и направление микронеровностей зависят от характеристик обрабатываемого материала, методов, режимов и схем обработки, а также от жесткости системы *СПИД (станок-приспособление-инструмент-деталь)*.

Несмотря на то, что влияние различных факторов на шероховатость поверхности при токарной обработке достаточно широко изучено, в настоящее время ставится задача систематизации полученных знаний и их обобщение с целью составления цифровых моделей (цифровых двойников) для учета наиболее значимых факторов, влияющих на параметры шероховатости, а также для возможности предопределения получаемой шероховатости на стадии проектирования технологических процессов.

В статье рассмотрено влияние на шероховатость обработанной поверхности различных факторов: режимов резания (V , S_0 , t), геометрии режущего инструмента (ϕ , ϕ_1 , r), марки обрабатываемого материала (через твердость $HВ$) и др.

Разработана структура цифрового двойника для управления качеством обработанной поверхности. Цифровой двойник шероховатости при токарной обработке позволяет определять шероховатость еще на стадии проектирования технологических процессов: в зависимости от выбранных режимов резания, геометрии режущего инструмента и марки обрабатываемого материала.

Создание цифрового двойника выполнялось в программном продукте *Matlab* версии *R2018b*.

Первая модель цифрового двойника включала использование машинного обучения в среде *Statistics and Machine Learning Toolbox 11.4*.

Вторая модель цифрового двойника включала использование машинного обучения на основе нейронных сетей в среде *Deep Learning Toolbox 12.0*.

Произведено сравнение точности данных вариантов прогнозирования шероховатости обработанной поверхности. Погрешность прогнозирования в среднем составила около 10%.

Используя машинное обучение на основе нейронных сетей, можно заранее определять шероховатость (R_a , R_z или R_{max}) по имеющимся данным режимов обработки и обучать модель с помощью новых данных для повышения точности прогнозирования и ускорения технологической подготовки производства (ТПП).

Также данный цифровой двойник позволяет на ранней стадии выявить проблемы в работе оборудования и сократить расходы, связанные с введением нового оборудования в эксплуатацию.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «MOLDFLOWINSIGHT»

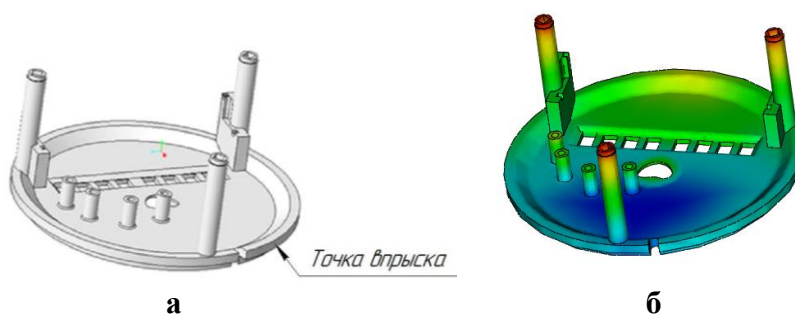
Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

При литье пластика основным параметром, обеспечивающим получение высококачественных отливок, является термостатирование литья. Для того, чтобы избежать потенциальных производственных дефектов и сократить время литьевого цикла, выполняется анализ в программе «MoldflowInsight 2019» от компании «Autodesk» [1]. Решаемая задача позволяет учесть влияние системы охлаждения на процесс литья, оптимизировать конструкцию охлаждающих каналов и технологические параметры литья (температуру хладагента, давление впрыска, время выдержки и т.д.) [2, 3].

Моделирование осуществляется с помощью методов граничных и конечных элементов [1]. Определяются параметры технологического процесса исходных данных для минимизации возможности появления дефектов и сокращения времени цикла литья.

Последовательность выполнения анализа рассматривается на примере детали «Плата», выполняемой из термопластичного сополимера марки ABSStarex с толщиной стенки – 2,6 мм, масса детали – 0,024 кг. Габариты формы, отливаемой из пластика в 2-х местной холодноканальной пресс-форме, – 196 × 156 × 196 мм.

Модель, построенная в САД системе Creo/Parametric, для проведения анализа, осложнена для расчета тем, что имеет значительный перепад по толщине (то есть тонкие стенки).



Трехмерная модель детали «Плата» (а), анализ оптимального расположения точки впрыска (б)

Выполненные исследования системы термостатирования в программе «Moldflow Insight» позволили определить оптимальные технологические параметры и конструктивные решения для обеспечения эффективного процесса термостатирования при литье детали «Плата», приведенные далее в таблице.

Параметры литья выбранного материала

Температура отливки, t°С.	Температура расплава, t _p °С.	Температура поверхности, п/ф, °С.	Максимальное напряжение сдвига, МПа	Максимальная скорость сдвига, 1/s
85	260	60	0,3	50000

Библиографический список

1. **Барвинский, И.А.** Компьютерный анализ литья пластмасс: Autodesk Simulation Moldflow Insight 2013 / И. А. Барвинский // CADmaster.–2012. – №2. –С.34–35.
2. **Фишер, Дж.М.** Усадка и коробление отливок из термопластов / Дж. М.Фишер. – СПб. : Профессия, 2009. – 424с.
3. **Курносков, В. В.** Компьютерный анализ процесса литья под давлением при проектировании изделий из пластмасс // В. В. Курносков, Э. Б. Мулдакашева // Вестник Казан. Технол. ун-та. – 2015. – Т.18, №7. – С. 209–211.

УДК 620.179.18

ДЕСЯТНИКОВ В.Е., СИДОРОВ А.Ю.

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КРИТИЧЕСКОГО СТЕНДА АО «ОКБМ АФРИКАНТОВ» НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ

АО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова»

Исследования на воздействие вибрации шкафов СУЗ критического стенда проводились на двухкомпонентном вибростенде ВС-2К-1000, при вертикальном размещении шкафов на столе вибростенда, в двух развернутых друг относительно друга на угол 90^0 положениях. Исследования выполнялись поочередно для каждого шкафа.

Исследования на воздействие вибрации включали в себя:

- исследования по определению резонансных частот методом вынужденных колебаний;
- испытания на виброустойчивость для группы механического исполнения М1 в соответствии с ГОСТ 30631-99;
- испытания на сейсмостойкость для 6 баллов по MSK64 в соответствии с НП-031-01.

При проведении исследований использовалась следующая аппаратура: измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) МИС-200 с усилителем заряда МЕ-908 (ООО «НПП «Мера», Московская область, г. Мытищи). В качестве первичных преобразователей применялись пьезоакселерометры типа AP40 (ООО «Глобалтест», Нижегородская обл., г. Саров). Контроль вибрационных параметров a , f осуществлялся в местах крепления шкафов к столу вибростенда ВС-2К-1000.

Обработка результатов исследований осуществлялась с помощью программного продукта WinПОС (ООО «НПП «Мера», Московская область, г. Мытищи).

Исследования по определению резонансных частот методом вынужденных колебаний проводились по трем взаимно перпендикулярным осям в диапазоне частот от 3,5 до 35 Гц с максимальной амплитудой ускорения 0,1 g и скоростью развертки 2 окт/мин по методу 100-1 по ГОСТ 30630.1.1-99.

Результатом исследований являлось определение для каждой оси шкафа первой резонансной частоты (первой моды колебаний). Признаком резонансных явлений считалось увеличение в два и более раза амплитуды виброперемещений крайней верхней точки шкафа на детерминированной частоте относительно амплитуды виброперемещений на предыдущей/следующей детерминированной частоте колебаний в месте крепления шкафа к столу вибростенда ВС-2К-1000.

Испытания на виброустойчивость

Испытания на устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации (виброустойчивость) для группы механического исполнения М1 проводилось в соответствии с ГОСТ

30631-99 и по методу 102-1 ГОСТ 30630.1.2-99. Перед началом испытаний каждый шкаф включался в соответствии с руководством по эксплуатации.

Испытания проводились по трем взаимно перпендикулярным осям в диапазоне частот от 3,5 до 35 Гц с максимальной амплитудой ускорения 0,5 g и скоростью развертки 2 окт/мин. При проведении испытаний контролировалось функционирование каждого шкафа.

Испытание на сейсмостойкость

Испытания на сейсмостойкость проводились для 6 баллов по MSK64 по ГОСТ 30546.1-98.

Перед началом испытаний каждый шкаф включался в соответствии с руководством по эксплуатации. При проведении испытаний контролировалось функционирование каждого шкафа.

Испытания проводились по трем взаимно перпендикулярным осям в диапазоне частот от 3,5 до 30 Гц с максимальной амплитудой ускорения 0,1 g и суммарным временем сейсмического воздействия не менее 1 минуты.

По окончании испытаний проводился визуальный осмотр шкафов на отсутствие видимых механических повреждений и ослабления резьбовых соединений.

Результаты исследований

Результаты испытаний по определению резонансных частот методом вынужденных колебаний приведены далее в таблице.

Результаты испытаний по определению резонансных частот

Наименование изделий	Шкаф приборный №1	Шкаф приборный №2	Шкаф сигнализации	Шкаф силовой АЗ	Шкаф силовой КГ	Шкаф управления
Первая резонансная частота для вертикальной оси, Гц	-	25,0	26,4	25,2	26,4	-
Первая резонансная частота для горизонтальной оси 1, Гц	4,9	13,5	14,1	4,7	4,7	4,1
Первая резонансная частота для горизонтальной оси 2, Гц	11,7	4,7	4,7	11,1	12,9	12,0

При проведении испытаний на виброустойчивость и сейсмостойкость нормальное функционирование (работоспособность) каждого шкафа выполнялось без замечаний.

При визуальном осмотре после испытаний каждого шкафа механических повреждений и ослабления резьбовых соединений не обнаружено.

Выводы

1. Определены первые резонансные частоты методом вынужденных колебаний (первые моды колебаний) для 6-ти шкафов системы управления и защиты критического стенда в диапазоне частот 3,5-35 Гц, в соответствии с ГОСТ 30630.1.1-99.
2. Комплект шкафов выдержал испытания на виброустойчивость и сейсмостойкость, все они сохранили работоспособное состояние при воздействии вибрационных нагрузок.

-
1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. Клюева В.В.. Т.7: В 2 кн. 1: Иванов В.И., Власов И.Э.. Метод акустической эмиссии/Кн. 2: Балицкий Ф.Я., Барков А.В., Баркова Н.А. и др. Вибродиагностика.-М.: Машиностроение, 2005. 829 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧАСТКА СБОРКИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ. QR КОДИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В данный момент в машиностроении существует множества производимых изделий. При этом время, которое затрачивается на изделия одного типа, уменьшается. Однако важнейшее значение играет мелко- и среднесерийное производство.

Технологичность и точность оборудования, применяемого в производстве, с каждым годом возрастает, происходит постепенное внедрение автоматизированных систем на производствах, которое приводит к тому, что повышаются требования к складским системам. Так как происходит ускорение процесса производства и сборки изделий, то необходима отлаженная, многофункциональная и оперативная система для обеспечения складирования деталей и изделий.

Поэтому автоматизация машиностроительных производств, а конкретнее участка сборки, нужно производить как общность последовательных и связанных между собой процессов. Для создания автоматизированного склада используют QR коды, сканеры для считывания QR кода и оборудование для нанесения QR кода. QR код хранит информацию о деталях, изделиях и их местоположении, также важно и то, чтобы данная информация где-то хранилась. Поэтому используют БД, которые позволяют производить быстрый поиск информации об изделии и его местоположении, а также о складских остатках.

Также необходимо, чтобы на автоматизированном складе на участке сборки детали доставлялись в зону сборки при помощи промышленных роботов, что позволит существенно упростить работу сборки и, что самое главное, ускорить данный процесс, сокращая экономические затраты.

QR кодирование участка сборки приспособлений при помощи QR кодирования выгодно по той причине, что на поиск деталей, которые используются сборщиком, тратится достаточно времени и нередко возникают ситуации, когда комплектующие заканчиваются, соответственно сборка останавливается, пока деталь не доставят со склада или же не произведут её. QR кодирование деталей позволит отслеживать остатки изделий на складе и в автоматическом режиме доставлять детали в нужный момент, чтобы не было задержек.

Также рабочему приходится искать местоположение необходимых деталей для сборки при том, что данных комплектующих имеется огромное множество и на это затрачивается немалое количество времени. Но если на складе поиск и подачу деталей будет осуществлять складской робот, то на это будет уходить намного меньше времени, ведь все стеллажи будут подписаны и робот будет в краткий срок доставлять необходимые комплектующие, что существенно сократит трудозатраты и облегчит процесс сборки для работника. Информация о местонахождении необходимых деталей будет содержаться в QR коде. При поступлении комплектующих на склад они будут сканироваться рабочим при помощи специального сканера для QR кода, а информация будет автоматически поступать в базу данных, которая будет содержать и хранить всю необходимую информацию. Складской робот для нахождения будет использовать информацию именно из базы данных.

Также стоит отметить и то, что QR код на детали будет наноситься при их производстве при помощи лазерных станков с ЧПУ, что не требует больших трудозатрат и экономически выгодно.

-
1. Автоматизация склада — источник конкурентного преимущества [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://1solution.ru/sobytiya/stati/avtomatizatsiya-sklada-istochnik-konkurentnogo-preimushchestva.html> (дата обращения: 27.05.2019).

УНИВЕРСАЛЬНАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВЫДАЧИ ТИПОВЫХ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях современного производства автоматизация складского инструментального хозяйства становится всё более актуальной. На многих машиностроительных предприятиях инструмент, попавший на склад, выдается под запись мастеру или рабочему. В такой ситуации невозможно четко отследить перемещение инструмента, проконтролировать его целевое использование. Более того, инструмент может быть украден.

Для решения существующих проблем была предложена универсальная распределенная система автоматической выдачи типовых объектов хранения. Система предназначена для работы в различных отраслях экономики. Областью применения в крупносерийном машиностроении является хранение, автоматизированная выдача, учет унифицированного режущего инструмента и оснастки с большой нормой расхода, предназначенной для металлорежущего оборудования: фрезы, сверла, зенкеры, шлифовальные круги.

Алгоритм управления всеми операциями реализован в блоке управления БУ на основании информации из блоков составляющих. Всю информацию, полученную со склада, БУ передает на OPC сервер через GSM-модем на АРМы руководителя, работника инструментального отдела и работника обслуживания (наладчик).

Разработан автомат с вертикальными съёмными кассетами. По проектированию детали находятся в стопке на отсекателе, который регулирует подачу элементов. Также за регулирование отвечает электромагнитный толкатель, задерживающий поток деталей со 2-й позиции.

После вызова детали она попадает на наклонный лоток и скатывается в зону выдачи инструмента, что занимает минимальное количество времени.

Для того, чтобы отвечать техническим требованиям, размещены шесть видов датчиков для контроля внутреннего и внешнего состояния автомата.

Программное обеспечение написано на высокоуровневом языке Python. Современный графический интерфейс создан в среде Qt Designer.

ПО для руководителя позволяет отслеживать состояние универсальной распределенной системы автоматической выдачи типовых объектов хранения, не покидая собственного автоматизированного рабочего места.

При входе в ПО пользователь проходит стандартную проверку идентификации, вводя логин и пароль. В случае совпадения введенных данных с имеющимися в базе SQLite, запускается главное окно приложения. Здесь руководитель может отследить текущее состояние автомата, проверить непрерывно собирающуюся статистику по температуре, влажности внутри и снаружи выбранного автомата, заряду аккумулятора, количеству инструментов, пользователям, берущим инструмент. Данные собираются с датчиков и хранятся на сервере в виде файлов формата txt, откуда считываются программой. Использование каждого автомата отслеживается с помощью встроенного RFID-модуля и сохраняется в базе данных SQLite. ПО позволяет подключиться к веб-камере выбранного автомата по ip-адресу в режиме реального времени.

Библиографический список

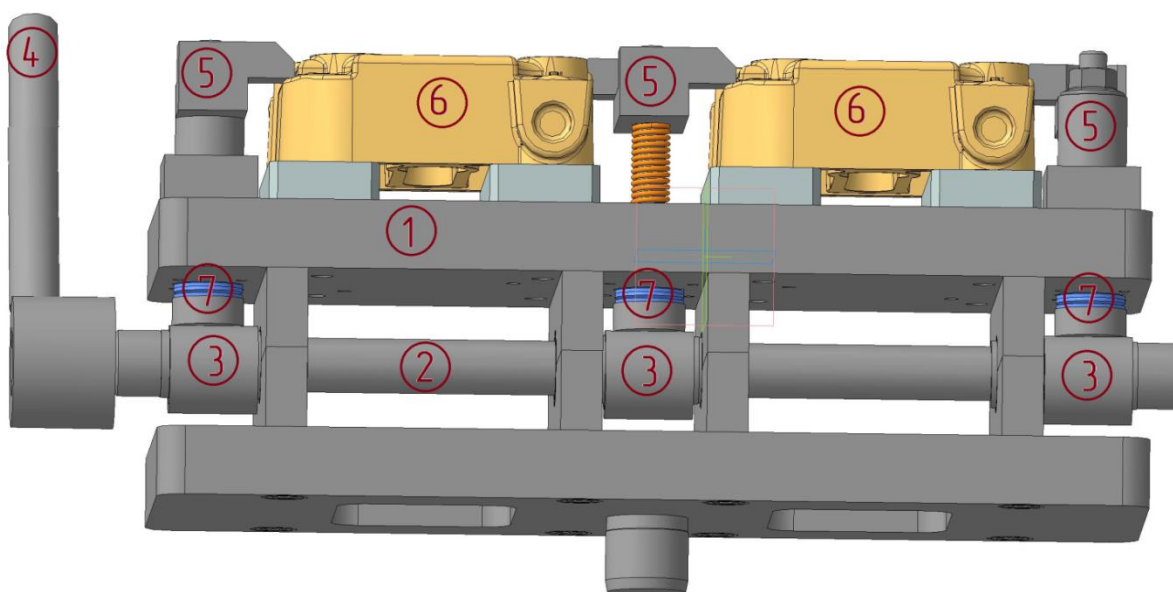
1. **Бляхеров, И.С.** Автоматическая загрузка технологических машин: Справочник / И.С. Бляхеров [и др.]// Под общ. ред. И.А. Клусова. – М.: Машиностроение, 1990 – 400 с.: ил.
2. **Кумратова, А.М.** Инструментальные средства методов нелинейной динамики: анализ, прогноз и управление сложном процессом/ А.М. Кумратова. –М., 2012.

РАЗРАБОТКА БЫСТРОЗАЖИМНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

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

Станочные приспособления являются одними из основных элементов оснащения металлообрабатывающего производства, позволяющими эффективно использовать в производственном процессе станки общего назначения [1].

Разработанное приспособление, приведенное на рисунке, предназначено для закрепления деталей на фрезерном станке, у рабочего стола которого отсутствует подвод воздуха.



3D-модель быстрого зажимного приспособления для станка с ЧПУ

Приспособление представляет разборный корпус 1, в котором через подшипники скольжения установлен приводной вал 2 с закрепленными путем шпоночного соединения эксцентриковыми втулками 3. Усилие зажима обеспечивается комплектом тарельчатых пружин 7 в предварительно сжатом состоянии действующих на зажимные элементы 5. При повороте вала посредством рукоятки 4 на 180 градусов эксцентриковые втулки обеспечивают дополнительное сжатие пружин на величину их эксцентриситета и подъем зажимных элементов, после чего производится смена деталей в зажимном приспособлении.

Благодаря использованию тарельчатых пружин в предварительно сжатом состоянии обеспечивается постоянное усилие закрепления одновременно нескольких деталей в приспособлении.

Разработанное приспособление позволяет увеличить производительность технологической операции механической обработки за счет уменьшения времен на закрепление деталей.

1. **Горошкин, А.К.** Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А.К. Горошкин. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АВС-XYZ АНАЛИЗА В СКЛАДСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Любая складская организация желает сократить расходы на логистику и издержки хранения товаров. В реальной жизни в работе склада существуют различные проблемы, связанные с эффективным планированием закупок товаров, их распределением по помещениям, обработкой заказов и организацией транспортных процессов доставки товаров от поставщиков и до потребителей. Одним из способов определения оптимального ассортимента продукции, своевременного улучшения и оптимизации номенклатуры запасов является АВС-XYZ – анализ [1].

АВС-анализ позволяет просто и наглядно разбить ресурсы с точки зрения их вклада в прибыль и объем продаж, правильно расставить приоритеты деятельности компании, распределить ресурсы по степени их важности на основе правила Парето. Выделяют три группы товаров: А – самые ценные товары, приносящие до 80% прибыли, С – наименее ценные товары, прибыль от которых достигает 5%, В – все остальные [2].

XYZ-анализ позволяет разделить продукцию по степени стабильности продаж и спроса: X – группа товаров с устойчивым прогнозируемым спросом; Y – группа товаров с изменяющимся спросом, подверженным влиянию сезонности, но поддающемуся прогнозу; Z – группа товаров со случайным спросом, который почти невозможно спрогнозировать. С помощью XYZ-анализа можно выявить наиболее популярные товары и товары, которые по каким-то причинам не востребованы постоянно. Таким образом, его результаты позволяют оптимизировать складские запасы.

Результатом АВС-XYZ-анализа является матрица 3 × 3, позволяющая разбить данные по продажам на 9 групп в зависимости от вклада в выручку компании (АВС) и регулярности покупок (XYZ) (показана на рисунке).

Категория товара	А	В	С
Х	АХ	ВХ	СХ
Y	АY	BY	СY
Z	AZ	BZ	CZ

Матрица АВС-XYZ-анализа

Товары групп АХ и ВХ отличает высокий товарооборот и стабильность. Необходимо обеспечить постоянное наличие таких товаров, но при этом их страховой запас не должен быть избыточным.

Товары групп АY и BY при высоком товарообороте имеют недостаточную стабильность расхода, их страховой запас необходимо увеличить. Товары группы AZ и BZ при высоком товарообороте отличаются низкой прогнозируемостью расхода, по этим товарам следует пересмотреть систему заказов.

По товарам группы СХ можно использовать систему заказов с постоянной периодичностью и снизить страховой запас. По товарам группы СY можно перейти на систему с постоянным размером заказа, но при этом формировать страховой запас. В группу товаров CZ попадают все новые товары, товары спонтанного спроса, поставляемые под заказ и т. п. Часть этих товаров (нераспроданные остатки товаров, взятых под заказ или уже не выпускающихся) можно безболезненно выводить из ассортимента. Другую часть нужно регулярно контролировать, так как именно из товаров этой группы возникают неликвидные запасы.

Таким образом, ABC-XYZ – анализ позволяет в полной мере оценить весь ассортимент компании и понять, как можно управлять теми или иными группами и категориями товаров, какие товары необходимо вывести из ассортимента, а для каких товаров наоборот необходимо увеличить страховой запас. Это позволяет улучшить качество управления запасами, что в свою очередь обеспечивает более эффективную деятельность компании в целом.

Библиографический список

1. **Ксенофонтова, О.Л.** Моделирование деятельности торговой организации с помощью ABC-XYZ – анализа / **О.Л. Ксенофонтова, Н.А. Новосельская** // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 10-1. – С. 20-22; URL: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=33258> (дата обращения: 21.04.2021).
2. **Чейз, Р.Б.** Производственный и операционный менеджмент / Р.Б. Чейз, Ф.Р. Джейкобс, Н.Дж. Аквилано: [пер. с англ.]. – 10-е изд. – М.:Издательский дом «Вильямс», 2008. — 1184 с.

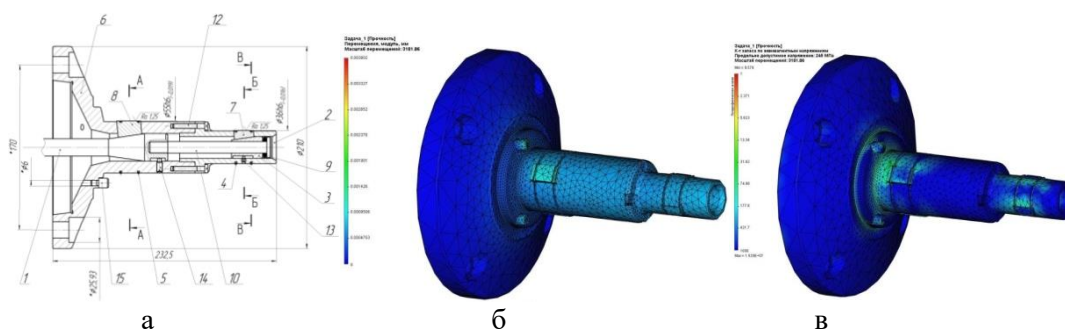
УДК 621.941-229.3 / 004.94

КОРЩУНОВ Е.С., ПЛАТОНОВ А.В., ЯМПУРИН Н.П.,
КУМАНЕЕВ М.А., ЯНКАВЦЕВА Н.А., ЩЕГЛЕТОВ К.А.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ «РАЗЖИМНАЯ ОПРАВКА ТОКАРНОГО СТАНКА» С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ЕГО ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ

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

На практике часто возникает необходимость разработки специальных станочных приспособлений. В этом случае конструктор, который их разрабатывает, не может дать гарантий эксплуатационной надежности своей разработки. Исследование приспособлений с использованием численных методов позволяет на стадии проектирования выявить «слабые» звенья конструкции, определить степень запаса прочности и дать рекомендации по его доработке. На рисунке показан сборочный чертеж станочного приспособления для токарного станка «Разжимная оправка» (а), представление исследований устойчивости приспособления (б) и представление исследований прочности конструкции приспособления (в).



Сборочный чертеж приспособления «Разжимная оправка» и представление результатов исследований

По результатам расчета для конкретного приспособления «Разжимная оправка» предлагается изменить конструкцию самой тяжелой детали приспособления «Корпус» с целью снижения его массы и приведения его коэффициента запаса прочности к приемлемым значениям. Полученный расчетный коэффициент запаса прочности составил 9,6, что в три раза превышает оптимальное значение.

Полный комплекс исследований представлен в научно-техническом и производственном журнале из списка ВАК [1].

1. **Платонов, А.В.** Методика имитационного моделирования при исследовании конструкции приспособления «Разжимная оправка» токарного станка с целью оптимизации ее конструктивных параметров и повышения технологических возможностей. Часть 1 – Методика имитационного моделирования при оптимизации конструктивных параметров «Разжимной оправки» токарного станка/ А.В. Платонов [и др.] // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением: научно-технический и производственный журнал. №1 2021, С. 8-13

УДК 621.753

КРАСНОКУТСКИЙ А.И., ЗИМИНА Е.В.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ НАЗНАЧЕНИЯ ПОСАДОК СОЕДИНЕНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Международная стандартизация систем допусков и посадок и их применение при проектировании, изготовлении, эксплуатации и ремонте машин и приборов позволяет преодолеть информационные и технические барьеры в отношениях между странами; повышает эффективность совместных проектно-конструкторских и других работ; способствует беспрепятственному научно-техническому обмену между странами. Поэтому чрезвычайно важно уметь точно определять, какие именно допуски подразумеваются под теми или иными обозначениями.

Система допусков на линейные размеры установлена ГОСТ 25346-2013, который разработан на основе требований Международной системы допусков ИСО (ИСО286-1). В стандарте приведен расчетный метод определения предельных характеристик посадок следующих типов: с зазором, с натягом и переходных методом максимума-минимума.

Конструктор выполняет выбор посадок для подвижных и неподвижных соединений на основании предварительных расчетов, экспериментальных исследований или ориентируясь на аналогичные соединения, условия работы которых хорошо известны. Как правило, применяемые методики расчета не учитывают влияние шероховатости сопрягаемых поверхностей, поэтому предварительно определенные расчетные зазоры S_p или натяги N_p требуют корректировки, иначе в процессе приработки в подвижных соединениях или в процессе запрессовки в неподвижных соединениях смятие, срез микронеровностей приведут к увеличению принятого конструктором зазора или к уменьшению принятого натяга.

Сравнение расчетных зазоров и натягов

Расчетная посадка (с зазором)	Значения, мкм (ГОСТ 25346)	T_s	Значения, мкм (с учетом шероховатости)	T_s	Значения, мкм (вероятностный метод)	T_s	Посадка (корректировка)
$\varnothing 50 H7/e7$ $Ra = 0,8$ мкм	$S_{min} = 50$ $S_{max} = 100$	50	$S_{p min} = 37$ $S_{p max} = 87$	50	$S_{min в.} = 51$ $S_{max в.} = 87$	36	$H8/f7$
$\varnothing 30 H8/f7$ $Ra(d) = 0,4$ мкм $Ra(D) = 0,8$ мкм	$S_{min} = 20$ $S_{max} = 74$	54	$S_{p min} = 10$ $S_{p max} = 64$	54	$S_{min в.} = 27$ $S_{max в.} = 67$	40	$H7/f7$
$\varnothing 30 H9/e8$ $Ra(d) = 0,8$ мкм $Ra(D) = 1,6$ мкм	$S_{min} = 40$ $S_{max} = 125$	85	$S_{p min} = 21$ $S_{p max} = 106$	85	$S_{min в.} = 52$ $S_{max в.} = 113$	61	$H9/f8$
$\varnothing 30 H8/d8$ $Ra = 0,8$ мкм	$S_{min} = 65$ $S_{max} = 131$	66	$S_{p min} = 52$ $S_{p max} = 118$	66	$S_{min в.} = 75$ $S_{max в.} = 121$	46	$H9/e8$
$\varnothing 50 H8/g8$ $Ra = 1,6$ мкм	$S_{min} = 9$ $S_{max} = 87$	78	$S_{p min} = -17$ $S_{p max} = 61$	78	$S_{min в.} = 20$ $S_{max в.} = 76$	56	$H8/h7$

Выполним сравнение расчетных зазоров и натягов, полученных по зависимостям ГОСТ 25346, вероятностным методом и с учетом влияния шероховатости сопрягаемых поверхностей.

Как видно из приведенной таблицы с расчетами, учет шероховатостей и вычисления зазоров вероятностным методом влияет на выбор вида или качеств посадки. Это означает, что для достижения более долговечной и корректной работы соединений недостаточно ограничиваться применением данных из ГОСТ 25346, необходимо также проводить дополнительные расчеты.

Библиографический список

1. ГОСТ 25346 – 2013 Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки.
2. Палей, М.А. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч./ М.А. Палей [и др.] – Л.: Политехника, 1991.

УДК 005.6

КУЗНЕЦОВА Е.С., КУЗНЕЦОВ С.В., ПАНОВ А.Ю.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день создание и поддержание правильно функционирующей системы управления качеством продукции остается одной из стратегически важных проблем. Особое внимание уделяется качеству продукции предприятий оборонно-промышленного комплекса. Особенности предприятий ОПК (длительный цикл изготовления продукции; выпуск продукции штучно или мелкими сериями, постоянно возрастающая сложность конструктивных и технологических решений и др.) накладывают ограничения на применение ряда стандартных инструментов контроля качества продукции. Например, некорректно прибегать к методу мозгового штурма при идентификации причин возникновения несоответствий; нет возможности использовать диаграмму Исикавы по причине сложно поддающейся определению количественной оценки; не представляется возможным применять диаграмму сродства, так как отсутствует большое количество данных для анализа. Таким образом, все инструменты качества с отсутствием логических связей априори считаются не до конца объективными и точными для предприятий ОПК.

В данной ситуации целесообразно проведение SWOT- анализа, который представляет собой получение и изучение информации о внешних и внутренних факторах, определяются сильные (S) и слабые (W) стороны, возможности (O) и угрозы (T) [1]. Для возможности проведения анализа изучается отрасль, сферы производственной деятельности или сегменты производства. Сильные и слабые стороны – это внутренние черты организации, на которые она способна повлиять. Возможности и угрозы связаны с ситуациями внешней политики, характером рыночной среды и не поддаются влиянию организации. Необходим анализ уровня удовлетворенности потребителей; определение степени достижения целей в области качества продукции; работа с несоответствиями, разработка и проведение корректирующих действий; анализ и систематизация результатов мониторинга; учет результатов взаимодействия с внешними поставщиками; оценка степени результативности действий, предпринятых в отношении рисков и возможностей.

Следовательно, учитывая специфику и особенности предприятий ОПК, при анализе качества оборонной продукции предлагается делать акцент на работу с рекламациями, разработку и проведение корректирующих действий. Согласно ГОСТ РВ 15.703-2005 «Военная техника. Порядок предъявления и удовлетворения рекламаций», под рекламациями понима-

ется письменное заявление потребителя (получателя продукции) по установленной форме поставщику изделия (изготовителю) на обнаруженные в период действия гарантийных обязательств дефекты и (или) несоответствие комплектности поставленных изделий, выполненных работ (услуг) установленным требованиям [2].

Поступившие от потребителей рекламации анализируются, в ходе анализа определяются изделия, на которые поступило наибольшее количество рекламаций. На основе данных, представленных бюро рекламационных работ, отслеживается динамика числа отказов, определяются наиболее критичные изделия, для которых требуется выявление причин отказов. Для дальнейшей разработки мероприятий и предложений по повышению качества продукции необходимо обладать знаниями о контексте (условия, ситуации, действия персонала и пр.) обнаружения отказов и ответственных за них.

Таким образом, можно сделать вывод, что, с одной стороны, методы и инструменты управления качеством универсальны, и не привязаны к конкретной отрасли промышленности, с другой стороны, специфика предприятий ОПК накладывает существенные ограничения на их применимость. В качестве одного из возможных направлений предлагается использовать работу с рекламациями, как наиболее простой и эффективный метод повышения качества продукции предприятий ОПК.

Библиографический список

1. **Артюкова, Д.В.** Стратегический менеджмент: учебное пособие/ Д.В. Артюкова. — Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2016. —122 с.
2. ГОСТ РВ 15.703-2005. Военная техника. Порядок предъявления и удовлетворения рекламаций. — М. Изд-во «Стандинформ», 2005

УДК 621.791

МЕЛЬНИЧЕНКО О.П., ЖИЛИН П.Л., ГЕРАСИМОВ Е.А.

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИХ СВАРКИ НА ПОЛУЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КАПСУЛАХ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С помощью процесса горячего изостатического прессования возможно получать плотные беспористые изделия из металлических порошков благодаря высокому газовому давлению при повышенных температурах. Благодаря возможности изготовления деталей сложной формы с низкими материальными и временными затратами этот процесс находит всё более широкое применение в современной металлургии. Процесс осуществляется с помощью пластически деформируемого формообразующего инструмента - капсулы.

Анализ литературы по используемым материалам для изготовления капсул показывает, что наиболее широко как в отечественной [1], так и в зарубежной практике [2] используются хорошо свариваемые малоуглеродистые конструкционные стали.

Целью данной работы является определение влияния конструктивных и энергетических параметров сварки на получение качественных угловых соединений цилиндрических капсул для ГИП, изготовленных из стали 20 толщиной 3 мм.

В ходе выполнения работ установлено, что ручная TIG сварка не обеспечивает требуемого качества угловых сварных соединений, конструкция которых предполагает вварку крышек капсулы вовнутрь трубы обечайки. При этом контроль капсулы на герметичность показывал наличие сквозных дефектов в сварном шве, что является недопустимым для рассматриваемой сварной конструкции. Металлографический анализ показал, что режим сварки

в два прохода с суммарной погонной энергией 1,56 кДж/мм является недостаточным для формирования шва с дендритной структурой и формированием сварочной ванны, обеспечивающим полное проплавление сварного соединения.

При использовании автоматической TIG сварки конструкция сварного соединения была изменена таким образом, что крышки капсулы накладывались сверху обечайки, упрощая сборку под сварку и уменьшая величину зазоров. При погонной энергии автоматической TIG сварки 0,36 кДж/мм в импульсном режиме достигнута микроструктура, имеющая дендритное строение с мелким зерном в зоне термического влияния. Испытания на течеискание показали отсутствие протечек в сварном соединении. Снижение погонной энергии объясняется применением импульсного режима сварки и увеличением скорости по сравнению с ручной TIG сваркой.

Работа выполнена в НГТУ им. Р. Е. Алексеева по Договору с ПАО «Русполимет» от 20 сентября 2019г. № 19/2504/83-04/1075/19 при финансовой поддержке государства в лице Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения от 18 декабря 2019г. №075-11-2019-084 (идентификатор государственного контракта 0000000007519SZB0002).

Библиографический список

1. **Агеев, С.В.,** В.Л. Гиршов. Горячее изостатическое прессование в порошковой металлургии // Металлообработка. 2015. №4 (88). С. 56–60.
2. **Барк, Д.** Порошковая металлургия материалов специального назначения, пер. с англ. М/ **Д. Барк,** В. Вейс.– «Металлургия», 1977. 376 с. с ил.

УДК 658.51

ПАНЮШКИНА А.С., ЮНОЧКИНА Е.А., ЗАПОРОЖЦЕВ А.В.

КОНТРОЛЬ ОБЪЕМА НЕЗАВЕРШЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ОСНОВА ВЫТЯГИВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из ключевых принципов производственной системы Тойота считается использование принципа вытягивания в производственной логистике и реализация вытягивания на основе карточек канбан. Использование этих принципов позволяет повысить один из основных показателей производственных процессов - время цикла. Небольшое время цикла повышает конкурентность предприятия, так как при оформлении заказа потребитель в большинстве случаев хочет, чтобы этот заказ был выполнен в кратчайшие сроки.

Однако организация вытягивания на основе карточек канбан требует серьезной перестройки процесса, внесения в него нескольких дополнительных элементов, введения новых правил организации производства. Возникает вопрос - является ли использование карточек канбан единственным способом организации принципа втягивания? Для ответа на него необходимо более подробно разобраться в тех физических закономерностях, на основе которых работает любое материальное производство. Эти закономерности детально рассмотрены в работе [1]. В них показано, что ключевой закономерностью материального производства является закон Литтла:

$$CT = \frac{WIP}{TH},$$

где TH (Throughput) - пропускная способность производственной системы;

WIP (Work in Process) - объем незавершенного производства (НЗП);

СТ (Cycle Time) - время цикла (время, необходимое объекту для прохождения системы).

Данный закон устанавливает прямую зависимость между временем выполнения заказа (время цикла) и объемом незавершенного производства, что открывает новые возможности для сокращения времени цикла - сокращение объема незавершенного производства.

Самой простой формой контроля объема незавершенного производства для отдельного потока считается CONWIP (Constant Work-In-Process), который основан на простом правиле - первая станция в потоке принимает сигнал о завершении производства на последней станции и только после этого запускает новый заказ. При такой организации производства не нужно использовать вытягивание на каждой станции, чтобы достичь логистических преимуществ. Уровень объема незавершенного производства не нуждается в тонкой настройке в ответ на изменения в системе, поэтому вытягивающими системами относительно легко управлять. Они являются стабильными и направлены на постоянное совершенствование, а не на решение краткосрочных проблем.

Подводя итог, можно сказать, что контроль объема незавершенного производства является основой вытягивающей системы, что дает ей неоспоримые преимущества, такие как отсутствие чрезмерной переработки, упрощение процедуры обнаружения проблем качества и максимизация прибыли. Вытягивающая система является актуальным и интересным методом организации производства и имеет внушительные перспективы развития.

1. **Hopp, W.J.** Factory physics: foundations of manufacturing management / Wallace J. Hopp, MarkL. Spearman - NY.: The McGraw-Hill Companies, 2001. - 726 с.

УДК 621.791

ПЕТРУСЕВИЧ С.Н., ЖИЛИН П.Л., КОШУРИНА А.А.,
УГЛОВ Н.С., ГЕРАСИМОВ Е.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ И ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в сельскохозяйственной отрасли предприятия несут экономические потери из-за ускоренного износа рабочих органов почвообрабатывающей, зерноуборочной и посевной техники.[1] В восстановлении и упрочнении нуждаются: диски культиватора сплошные и с вырезами, лапки стрельчатые, чистики, лемеха. Анализ условий работы различных деталей сельхоз. машин показывает, что основными видами износа являются абразия, адгезия, поверхностное разрушение и трибохимические реакции. Проведен анализ процента износа широкой номенклатуры деталей, выявлен их химический состав, составлена база данных, в которую включен идентификационный номер деталей, наименование детали, процент износа, срок службы до выбраковки и возможные методы восстановления изношенных и упрочнения новых деталей. При выборе методов восстановления и поверхностного упрочнения предпочтение было отдано композиционным наплавочным материалам на основе NiCrBSi + WC. Рассматривались также варианты применения покрытых электродов, порошковых проволок, специальных сферических порошков для лазерной наплавки, плазменно-порошковой наплавки, плит с порошковым покрытием и др.[2] Наплавлена опытная партия деталей, получены результаты натуральных испытаний деталей, упрочненных методом газопламенного напыления порошком с последующим оплавлением. Наплавлена опытная партия деталей, получены результаты натуральных испытаний деталей, упрочненных методом лазерной наплавки порошком и лазерного термоупрочнения. Одновременно произведен анализ результатов с применением машин трения по методике ASTM G65, результаты представлены в таблице.

Сопротивление износу различных материалов.

Материал	(Е) Относительная износостойкость
Сталь 65Г(эталон)	1
ЛТУ	1,717948718
WC 1 слой	22,33333333
WC 2 слоя	без износа

Анализ полученных результатов показывает эффективность выбранных способов упрочнения деталей, в том числе за счет применения порошковых композиционных материалов. Подана заявка на изобретение.

Работа выполнена в НГТУ им. Р. Е. Алексеева при финансовой поддержке государства в лице Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках договора №14.Z50.31.0036. Тема: «Создание научной лаборатории композиционных и керамических материалов с применением к Арктическим транспортным средствам (LCCM)».

Библиографический список

1. **Гуляев, В.П.** Сельскохозяйственные машины: Краткий курс / В.П. Гуляев. – М. : Машиностроение, 2018.– 240 с.
2. **Хасуи, А.** Наплавка и напыление / А. Хасуи, О. Моригаки. – М.: Издательство «Лань», 1985. – 238 с.

УДК 67.02, 67.05

ПРИВАЛОВ Д.А., ТУМАНОВ А.А.

МОДУЛЬ СОГЛАСОВАНИЯ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ ВВОДА-ВЫВОДА В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

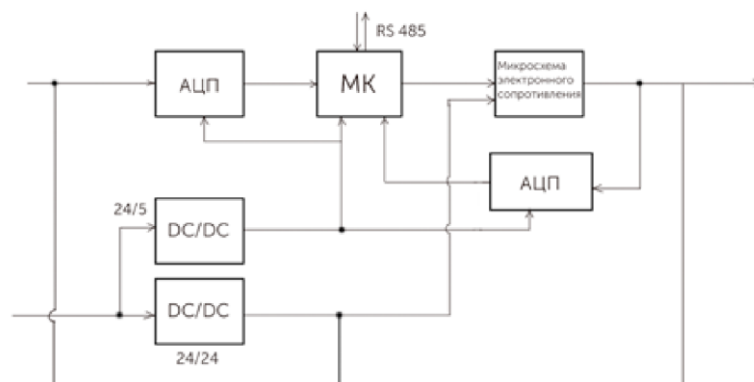
На сегодняшний день ни одна отрасль производства не обходится без внедрения систем автоматизации технологических процессов (АСУ ТП). Наибольшее распространение получило внедрение и проектирование АСУ ТП в нефтяной, газовой промышленности, а также в машиностроении.

Объектами управления в АСУ ТП являются технологические процессы, представляющие совокупность методов и средств, для конкретных производственных операций по изготовлению промышленной продукции.

Потоки информации, циркулирующие в автоматизированных системах управления технологическим процессом (АСУ ТП), зачастую огромны. Для обработки, согласования и унификации информации от различных источников (в том числе от датчиков и шкафов управления) применяется комплекс систем согласования сигналов. Одним из примеров такого рода устройств являются модули согласования аналоговых сигналов ввода-вывода. Эти модули предназначены для измерения сигналов постоянного тока, принимаемых от датчиков, термопреобразователей сопротивления и других устройств, преобразования этих сигналов в цифровой код, сигнал постоянного тока. На сегодняшний день в продаже не представлено модулей согласования сигналов, поддерживающих активный и пассивный способы подключения на входе и выходе. Большинство моделей имеет только активную схему подключения на выходе, что не позволяет решать некоторые задачи при реализации комплексных АСУ, в частности, невозможно соединить между собой два шкафа управления.

Создание прототипа подобного устройства, имеющего пассивный и активный входы с обеих сторон, будет основано на микроконтроллере Atmega 328. Регулирование выходного

сигнала предлагается осуществлять с помощью цифрового потенциометра или, при недостаточной точности регулирования, с помощью модуля ЦАП.



Функциональная схема прототипа модуля согласования аналоговых сигналов

При использовании цифрового потенциометра рассматривается возможность реализации обратной связи для контроля выходного сигнала. Также желательно наличие протокола RS-485, который предлагается реализовать с помощью отдельного модуля. Протокол обеспечит возможность настройки и объединения нескольких устройств в сеть для мониторинга и управления модулем с АРМ (автоматизированное рабочее место).

УДК 629.331.083: 621.762'791

ПРОНИН Д.В.³, ПЛАТОНОВ А.В.¹, ЗАВЕТАЕВ В.Ю.², ЩЕГЛЕТОВ К.А.¹,
ВАХРОМЕЕВ А.М.⁴, ЧЕСНОКОВ И.А.⁵, ПЛАТОНОВ И.А.⁶, КОРШУНОВ Е.С.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ДИСКА КОЛЕСА АВТОМОБИЛЯ, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ЛЕГКОГО СПЛАВА, РЕМОНТ КОТОРОГО ПРОИЗВОДИЛСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВАРКИ

Арзамасский политехнический институт, (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева¹

ООО «Азов-ТЭК»²

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»³

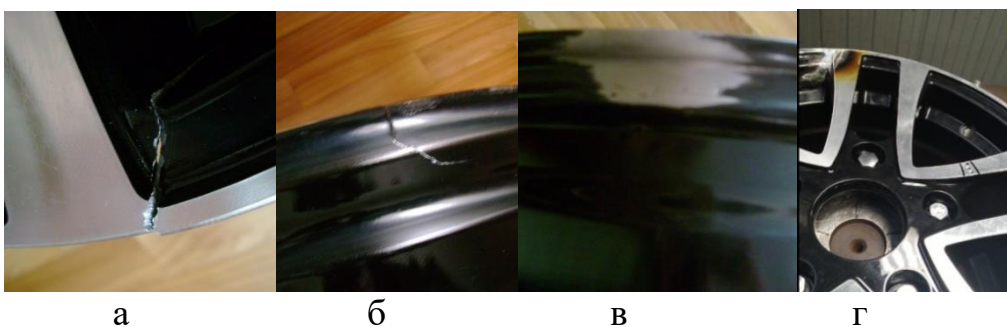
МАДИ (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет)⁴

ПАО «Арзамасский машиностроительный завод»⁵

ОАО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина»⁶

Целью работы явилось исследование прочности литого диска автомобильного колеса (диска), ремонт которого производился с использованием сварки. Проводимые исследования соответствуют одному из приоритетных научных направлений НГТУ им. Р.Е. Алексева. Представлены результаты комплексных исследований, проводимых совместно со специалистами ряда предприятий. На рисунке показан вид сквозной трещины диска автомобильного колеса в зоне перехода бортовой закраины в спицу.

Начальным этапом исследований явилась разработка методики заделки трещины сваркой в среде защитного газа аргон расплавом сварочной проволоки марки ER 4043 диаметром 3 мм [1]. Исследование прочности колеса «на изгиб с вращением» производилось на специальном стенде по методике, изложенной в ГОСТе 30599-2017 «Колеса из легких сплавов для пневматических шин». Результат испытаний – появление сквозной трещины колеса в зоне, близкой к месту смыкания спицы колеса со ступицей.



а б в г

Фрагменты колеса:

а - трещина с внутренней стороны; б - трещина с наружной стороны обода;
в - зачищенное место сварки; г - вид сквозной трещины в спице

Исследовался химический состав в зоне сварки, в зоне целого материала и сварочной проволоки (табл. 1, 2).

Таблица 1. Химический состав материала диска

	Si	Fe	Mn	Mg	Zn	Ni	Ti	V	Ga	Al
Спица	7.094	0.133	0.002	0.318	0.003	0.005	0.127	0.017	0.013	92.255
Шов	7.132	0.122	0.002	0.300	0.010	0.005	0.130	0.017	0.013	92.241

Таблица 2. Химический состав сварочной проволоки

Марка проволоки	Si	Fe	Mn	Mg	Zn	Cu	Ti	Cr	Al
ER 4043	4.80	0.06	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.05	94,99

Физические свойства материала диска исследовались на разрывной машине «ИР 5082», для чего изготавливались специальные образцы материала диска с различными видами сварочных швов и из целого материала (табл. 3).

Таблица 3. Параметры твердости и прочности исследуемого колеса

№	Площадь сечения, мм	Временное сопротивление, Н/мм ²	Относительное удлинение, %	Максимальная разрушающая нагрузка, Н	Твёрдость по Бригеллю по телу образца, НВ	Твёрдость по сварке, НВ
1.	82,5	79,11	0	6526,7	40,2	51,9
2.	82,5	99,9	0	7946	47,5	47,5
3.	79,5	136,56	0	11266	62	-

Весь комплекс испытаний прочности исследуемого диска подробно представлен в работе [2]. Ответа на вопрос, можно ли заделывать сваркой трещины дисков в зоне соединения спицы с ободом, не получено. В выводах, показанных по результатам испытаний в работе [2], предлагается проведение дополнительных сравнительных испытаний на двух одинаковых дисках по специально разработанной методике.

Библиографический список

1. Аргонная сварка литых автомобильных дисков //SvarkaProsto : конструкторский и инженерно-технологический сайт. URL: <https://svarkaprosto.ru/tehnologii/argonnaya-svarka-diskov> (дата обращения: 05.08.2020).

2. **Платонов, А.В.** Исследование прочности колеса автомобиля, изготовленного из легкого сплава, ремонт которого произведен с использованием сварки/ А.В. Платонов [и др.] // КШП. ОМД. 2020, № 10. С 35-43.

УДК 62-51

ПУСТОБАЕВ А.О., ЕГОРУШКИН Е.О.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ САМ-СИСТЕМОЙ ПРИ СОЗДАНИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В настоящее время все больше внимания уделяется автоматизации производства. Люди желают перейти от выполнения монотонных операций к использованию автоматизированных систем, которые не только смогут облегчить труд рабочих, но и исключить такое понятие как “человеческий фактор”, ведь именно он зачастую становится причиной производственных ошибок, что приводит к изготовлению бракованной продукции и потере денежных средств и времени.

Создание управляющих программ (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) - это создание инструкций в программном виде для контроллеров, управляющих станком. Этот процесс требует от технолога-программиста внимательности, ведь очень часто бывает, что деталь состоит из большого количества однотипных элементов. Создание стратегий обработки для этих элементов является монотонным трудом, так как для каждого однотипного элемента необходимо указать границы элемента, его параметры, выбрать инструмент, создать траекторию инструмента, сгенерировать ее и проверить ее с помощью визуализации траектории инструмента.

Для создания УП для станков с ЧПУ используют САМ-системы. САМ (Computer-aided manufacturing) – компьютерная поддержка проектирования. Это программы с пакетом модулей для реализации УП. При создании УП используют 3D-модель, выполненную в САД-системе. САД (Computer-aided design) – компьютерная поддержка проектирования. Это программы с пакетом модулей для создания трехмерных объектов с детализацией их обязанностей и возможностью получения полного комплекта конструкторско-проектной документации.

Одной из систем для создания УП для станков с ЧПУ является Siemens NX. Это программное обеспечение содержит в себе САД и САМ составляющие, то есть все необходимое для разработки управляющих алгоритмов.

Чтобы сэкономить время технолога-программиста, которое он тратит на работу с деталями, имеющими большое количество однотипных элементов, необходимо автоматизировать процесс создания УП. Это позволит увеличить скорость разработки управляющих алгоритмов и эффективнее использовать рабочее время программистов.

Автоматизировать этот процесс возможно с помощью автоматического распознавания поверхностей САМ-системой, а конкретно – обработкой на базе элементов. Для этого в NX существует модуль Feature-based Machining. Если сейчас технолог-программист собственноручно выделяет каждый элемент, определяет его границы, создает для него стратегию обработки, то при использовании концепции обработки на базе элементов, рутинные действия рабочего сводятся к минимуму. САМ система самостоятельно распознает обрабатываемые поверхности, подбирает режущий инструмент и самостоятельно назначает стратегию обработки. Работа специалистов сводится к контролю этого процесса и его возможной корректировке.

Для реализации этой концепции необходимо создать базу режущего инструмента и базу типовых элементов. На большинстве предприятий уже имеется база режущего инстру-

мента, которой они пользуются. То есть все сводится к тому, что необходимо создать базу типовых элементов и универсальные операции для обработки элементов каждого типа.

В будущем при загрузке любой 3D-модели в модуль обработки ее элементы будут определены, если они уже находятся в базе.

УДК 658.5

СТУКАНЕВА А.А., АГАПОВ М.М.

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Система управления качеством продукции должна присутствовать в любой организации, ведь именно эта система позволяет сформулировать цели и задачи предприятия, а также обеспечивает условия, необходимые для производства и ресурсы, которые способствуют выпуску продукции, соответствующей установленным стандартам. Система управления качеством помогает предприятию в совершенствовании продукции и услуг, кроме того, она контролирует соответствие товара государственным и международным стандартам.

Современное управление качеством ставит перед производителями множество задач, выполнение которых обеспечивает надлежащий уровень продукции. Несмотря на то, что следование международным стандартам – это добровольная инициатива, все большее количество фирм присоединяется к ней, чтобы укрепить свои позиции на рынке.

Цели управления качеством можно сформулировать следующим образом:

- повышение уровня качества, а также обеспечение безопасности продукции;
- совершенствование процесса производства с целью достижения наивысших экономических результатов;
- создание положительного имиджа на рынке, что позволит значительно увеличить объемы продаж;
- получение весомого превосходства над конкурентами;
- привлечение инвестиций;
- выход на новые рынки;
- в случае следования международным стандартам – экспорт продукции за рубеж.

Качество продукции любого предприятия зависит от качества используемого сырья и материалов, технологий производства и хранения, процессов доставки, квалификации персонала и других параметров.

Система управления качеством на предприятии должна функционировать на всех этапах жизненного цикла продукта, начиная от идеи и составления проектной документации. После того, как продукция введена в эксплуатацию, сбор информации о ее состоянии продолжается уже для того, чтобы сделать следующую партию продукции более надежной и совершенной.

Основные функции управления качеством:

- планирование;
- организация;
- координирование;
- мотивация;
- контроль.

Методы и инструменты контроля качества – это простые в использовании средства, основанные на графическом изображении данных, позволяющие распознать, понять и решить проблему, но требующие непредвзятого отношения при определении причин проблемы. Они обычно используются на производстве для обработки числовых данных, специально переработанных математически и статистически.

Библиографический список

1. Гост Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества
2. **Ефимов, В.В.** Статистические методы в управлении качеством: учебное пособие / В.В. Ефимов. – М., 2003.
3. **Беспалов, В.В.** Средства и методы управления качеством продукции в бережливом производстве: учеб. пособие/ Беспалов В.В.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н. Новгород, 2019.

УДК 621.791

СУГРОБОВ Е.В., ПИГАЛОВ С.А., ГЕРАСИМОВ Е.А.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДРОБЕСТРУЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время дробеструйные установки встроены в цикл заготовительного производства на многих машиностроительных предприятиях. Благодаря своей высокой производительности и относительно низкой стоимости они позволяют за короткое время эффективно подготовить большой объем сортового и листового металлопроката к дальнейшей механической обработке, сварке, окраске и другим операциям.

Эффективность работы этой группы оборудования во многом зависит от качества проектирования дробеструйных установок, применяемых технологических решений, планового времени обслуживания данного оборудования и остановок на аварийный ремонт. Рабочие элементы дробеструйного оборудования, подвергающиеся интенсивному абразивному износу, как правило, имеют короткий период эксплуатации, что в большей степени снижает общее время работы оборудования.

При работе дробеструйных установок изнашивание некоторых деталей и узлов сопровождается снижением эксплуатационных показателей, в частности вызывает ухудшение качества подготовки поверхности металлопроката и нестабильность работы.

Изнашивание рабочих поверхностей деталей дробеструйного оборудования нередко требует их полной замены. К такой группе быстроизнашиваемых деталей относятся защитные эжекторы, охватывающие сопла распылителей дробы, подвергающиеся высокими ударными нагрузками и абразивному износу. Поэтому все чаще на машиностроительных предприятиях применяются технологии ремонтно-восстановительных работ быстроизнашиваемых деталей для увеличения срока службы дробеструйного оборудования и обеспечения его бесперебойной работы. Экономическая эффективность применения данных ремонтных технологий обусловлена тем, что около 85% деталей после восстановления могут быть использованы повторно, а стоимость восстановления составляет 25-40% цены новых деталей.

Восстановление изношенных поверхностей деталей и узлов дробеструйного оборудования способом ручной дуговой наплавки – наиболее перспективная технология в силу большой универсальности, мобильности и доступности данного процесса. Наплавкой можно восстановить детали практически с любой степенью износа. При этом за счет подбора марки электродов для наплавки можно придать восстанавливаемой поверхности требуемый химический состав и необходимые физико-механические свойства, например повышенную стойкость к абразивному износу.

В данной работе разработана технология восстановления рабочих деталей и узлов дробеструйного оборудования способом ручной дуговой наплавки. Проведены сравнительные исследования образцов, наплавленных электродами разных марок и испытанных в условиях абразивного износа в рабочем цикле установки. Исследованы особенности влияния толщины наплавленного слоя при однослойной и многослойной наплавке на его рабочие характеристики.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние десятилетия вопрос качества стал одним из наиболее важных в области повышения конкурентоспособности предприятия. Рыночная экономика предъявляет высокие требования к качеству выпускаемой продукции, что связано с необходимостью обеспечивать конкурентоспособность предприятия на рынке. На смену традиционных представлений о том, что успех компании заключается в быстром и дешевом производстве продукции пришли новые принципы, которые говорят о том, что делать продукцию качественно – это наилучший способ делать ее быстрее и дешевле.

Качество как совокупность свойств и характеристик товара определяет его пригодность для использования потребителем. Эти свойства формируются при создании товаров в зависимости от требований заказчиков, а также от нормативно-технических характеристик, которые определены в государственных и отраслевых стандартах, технических условиях и других документах, включая стандарты организации [1].

Следует отметить, что качество непрерывно связано с потребительской стоимостью, которая характеризует способность приобретенного товара удовлетворять потребности потребителей. Поэтому при определении предприятием целей своей деятельности, а также путей их достижения, ему необходимо провести анализ требований потребителей по отношению к продукции, чтобы минимизировать риски при производстве. Данная информация также поможет спрогнозировать будущие потребности потребителей и повысить степень их удовлетворенности.

Для оценки уровня качества можно использовать следующие методы: дифференциальный – сопоставление единичных показателей качества новой продукции с идентичными базовыми показателями качества; комплексный – сопоставление фактических комплексных показателей с базовыми комплексными показателями. Традиционно числовые значения показателей качества устанавливаются с помощью различных методов оценки и измерения показателей качества продукции: объективных и субъективных [2].

Статистические методы (методы, основанные на использовании математической статистики), являются эффективным инструментом сбора и анализа информации о качестве. Применение этих методов не требует больших затрат и позволяет с заданной степенью точности и достоверностью судить о состоянии исследуемых объектов, процессов в системе качества, прогнозировать и регулировать проблемы на всех этапах жизненного цикла продукции и на основе этого выработать оптимальные управленческие решения [3].

Из множества статистических методов для широкого применения чаще всего используются только семь: контрольный листок; гистограмма; стратификация; диаграмма Исикавы; диаграмма Парето; диаграмма рассеивания; контрольная карта.

Улучшение качества продукции, процессов является важнейшим направлением повышения эффективности работы предприятия. Обеспечение стабильного качества и его повышение может быть достигнуто только с помощью непрерывного управления качеством на протяжении всех этапов жизненного цикла продукции. Качество продукции закладывается на этапах научных исследований и проектирования, обеспечивается в процессе изготовления и поддерживается на этапе эксплуатации или потребления. При этом этапы исследования и проектирования имеют решающее значение, так как именно на этих этапах определяются главные свойства и параметры будущей продукции, а также характер производственных процессов ее изготовления.

Библиографический список

1. **Белобрагин, В.Я.** Качество. Введение в науку об управлении качеством. учеб. пособие/ В.Я. Белобрагин. - М.: РИА «Стандарты и качество», 2013. – 468 с.
2. **Басовский, Л.Е.** Управление качеством: учебник для вузов / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев. - М.: ИНФРА-М, 2002. – 212с.
3. **Беспалов, В. В.** Средства и методы управления качеством продукции в бережливом производстве: учеб. пособие/ В. В. Беспалов; НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2019. – 220 с.

УДК 62-519

ШАЛОВ М.А., ТУМАНОВ А.А.

МОДУЛЬ РАЗВОРОТА МАНЕКЕНА ДЛЯ АТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИИ ПЕШЕХОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

По мере развития технологий различными автомобильными производителями было придумано и реализовано множество различных разработок. Для того чтобы была возможность свободно обмениваться разработками и для увеличения технической базы было создано общество автомобильных инженеров (Society of Automotive Engineers, SAE). Изначально они занимались публикацией различных статей и заметок, но по мере роста стали продвигать полезные для автомобилестроения разработки и проводить мероприятия по профессиональному развитию. Сейчас одним из направлений деятельности SAE является разработка, сертификация и внедрение различных систем активной помощи водителю, систем активной и пассивной безопасности, а также беспилотных транспортных средств.

Под средствами активной помощи водителю понимают *совокупность решений*, как конструкционных, так и эксплуатационных, направленных на облегчение процесса управления транспортным средством, а также исключения возникновения аварий.

К подобным системам можно отнести:

- систему активного круиз-контроля. Она подразумевает под собой установку специального радара в передней части автомобиля. Он анализирует обстановку на дороге и снижает скорость при обнаружении препятствия;
- систему распознавания знаков. На транспортное средство также устанавливаются камеры, не только анализирующие обстановку на дороге, но и отслеживающие проезжаемые знаки. С помощью блока управления определяются форма и цвет знака, действующие ограничения, а также типы транспортных средств, на которые данные ограничения действуют. После идентификации знак отображается на специальном дисплее. Также система анализирует возможное нарушение и оповещает об этом;
- активную систему экстренного торможения. Камеры и радары анализируют обстановку, и при возникновении опасной ситуации происходит экстренное торможение.

Как можно заметить, любое из этих решений несет на себе задачу – обеспечение полной безопасности водителя и пешеходов, т.е. сохранение жизни людей. Когда речь идёт о человеческой жизни, необходимо учитывать все возможные факторы, из чего следует, что без должного уровня разработки и испытаний данные системы нельзя устанавливать. Но чтобы полностью убедиться в безопасности систем активной помощи водителю, необходимо проводить тестирования в условиях, максимально приближённых к реальным.

На базе Нижегородском заводе «ГАЗ» проводятся испытания своей системы обнаружения пешеходов. Совместно с НГТУ им. Р.Е. Алексеева была разработана автоматизированная система имитации пешеходов (АСИП). Она разрабатывалась с уклоном на европей-

ские стандарты EuroNCAP, однако, не смотря на внешнее сходство, она имеет существенные отличия от аналога.

Система АСИП НГТУ им. Р.Е. Алексеева разрабатывалась для решения сразу нескольких вариантов событий, которые возможны на дорожном полотне: пешеход переходит дорогу на регулируемом пешеходном переходе; пешеход переходит дорогу на нерегулируемом пешеходном переходе.

При создании своей автоматизированной системы имитации пешеходов перед разработчиками стояли следующие условия:

1. Подобно системе от EuroNCAP аналог НГТУ оснащается двумя типами манекенов: детским и взрослым. Параметры роста являются усредненными значениями. Также манекены должны быть оснащены системами подогрева определенных частей тела для имитации тепловыделения человеческого тела. Это необходимо для отображения манекенов в инфракрасном диапазоне, что в свою очередь позволяет машине отличить манекена от окружающих объектов.
2. Во время имитации манекен должен двигаться «лицом» по направлению движения. Отсюда следует, что должна иметься возможность разворота манекена для проверки системы при движении «человека» с обеих сторон. Также сама скорость движения манекена должна регулироваться. Это необходимо для имитации как спокойно переходящего дорогу человека, так и резко выбегающего на нее.
3. При фронтальном столкновении манекен должен открепляться от несущей его тележки для уменьшения последствий удара. Данная конструкция разрабатывается с целью минимизировать время, необходимое для монтажа и демонтажа манекена.
4. Сама система АСИП работает в двух режимах: автоматическом и ручном.
5. Также были выставлены требования по габаритным размерам самой тележки: высота платформы не должна составлять более 70 мм. Это необходимо для того, чтобы в случаях не срабатывания системы торможения платформа спокойно проходила под капотом испытываемого автомобиля. Масса платформы не должна превышать 30 кг.

Если рассматривать всю систему в целом со стороны поставленных задач, то можно сделать вывод, что она соответствует требованиям. Однако же, если рассматривать отдельные элементы системы имитации, то ее нельзя назвать идеальной. Так, один из самых важных элементов – механизм разворота – нуждается в существенной доработке. Это следует из следующих факторов: люфт, т.е. отклонение манекена от линии движения всей системы; заедание зубчатой передачи между рейкой и колесом; сам механизм поворота не удалось уместить в установленных габаритных размерах; ненадежность конструкции в целом.

Исходя из изложенного, можно сделать вывод: необходимо рассмотреть варианты доработки существующего привода разворота манекена, а также выделить иные варианты реализации подобной системы, затем выделить самый оптимальный вариант и реализовать его.

УДК 658.5

ЮДИНА А.А., АГАПОВ М. М.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Современная рыночная экономика предъявляет принципиально иные требования к качеству выпускаемой продукции. В современном мире выживаемость любой фирмы, ее устойчивое положение на рынке товаров и услуг определяются уровнем конкурентоспособности. В свою очередь конкурентоспособность тесно связана с уровнем качества продукции. Качество – это авторитет фирмы, увеличение прибыли, стабильное положение. Работа по

управлению качества на фирме очень важна для всего персонала, от руководителя до конкретного исполнителя [1].

Для успешного решения проблемы качества необходимо создание оптимальной системы менеджмента качества, позволяющей обеспечить производство конкурентоспособного и качественного продукта, установить контроль качества на всех этапах производственного процесса.

Для этого необходимо осуществление следующих стадий процесса контроля [2]:

1. Определить концепцию контроля: это может быть всеобъемлющая система контроля Controlling или частные проверки;
2. Установить задачи контроля, которые могут заключаться в решении о необходимости, точности, регулярности, эффективности процесса управления качеством;
3. Изучить объекты и субъекты контроля качества, определить методы, средства и объем системы контроля качества и установить сроки проведения проверки;
4. Определить плановые и фактические показатели уровня качества продукта;
5. Найти отклонения фактических данных с плановыми и выявить причины отклонения;
6. Проанализировать отклонения и причины, распределение полномочий и определенные действия, направленные на устранение недостатков.

Надлежащим образом оформленная система менеджмента качества обеспечивает основу для планирования, выполнения, мониторинга и улучшения результатов деятельности в области менеджмента качества. Система менеджмента качества не должна быть сложной, но должна точно отражать потребности организации [3].

Внедрение системы менеджмента качества на предприятии, с одной стороны, позволяет осуществить внутреннюю оптимизацию в области:

- улучшение качества продукции, и соответствие ее потребительскому спросу;
- грамотное распределение ресурсов, необходимых для производства;
- оптимизация работы предприятия;
- увеличение производительности без каких-либо ограничений и нюансов.

С другой стороны, обеспечивает всестороннее продвижение предприятия в части:

- приоритетов при участии в различных конкурсах, заключении сделок с государственными структурами, контрактов с зарубежными партнерами и т. д.;
- приобретения репутации надежного и проверенного поставщика;
- имиджа зарекомендовавшего себя на рынке предприятия (работающего согласно стандартам международного уровня), стабильной деятельности и прочих выгод.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М., 2015.
2. Беспалов, В. В. Средства и методы управления качеством продукции в бережливом производстве: учеб. пособие/ В. В. Беспалов; НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2019. – 220 с.
3. Шевчук, Д. А. Управление качеством: учебник/ Д.А. Шевчук; ГроссМедиа, РОСБУХ.– М., 2008. – 216 с.

УДК 621.43

АБРАМОВ А.Е., БОРИСОВ Г.В., СКРЫЛЕВА В.А., БЕЛОКОНЕВ А.В.

ПОИСК АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОМПРЕССИИ ДВИГАТЕЛЯ ОТ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Компрессией называют величину максимального давления в цилиндре, создаваемого при холостой прокрутке двигателя стартером (например, при отключении свечи зажигания). Компрессию двигателя не стоит путать со степенью сжатия, так как это разные понятия.

Компрессия служит показателем герметичности цилиндров двигателя и характеризует состояние цилиндров, поршней и клапанов. Замер компрессии ДВС является неотъемлемой частью диагностики двигателя как работоспособного агрегата транспортного средства. Чтобы понять, какая величина компрессии является нормой, а какая отклонением от этой нормы, необходимо вычислить величину компрессии двигателя.

В настоящее время для оценки величины компрессии наработана большая практическая база, по которой делается вывод о состоянии цилиндров, поршней и клапанов. Но для любой величины необходимо не только практическое, но и теоретическое обоснование.

Для того чтобы оценить результаты проверки компрессии двигателя, необходимо знать номинальные значения этой компрессии, которые возможно получить лишь большим количеством статистических данных по конкретной модели ДВС (в исправном состоянии) и сравнить их с полученными значениями давления в двигателе. Но бывают случаи, когда нет большого количества статистических данных по разным причинам (новая модель двигателя, отсутствие доступа к этим данным и т.д.), именно в таких ситуациях и необходим теоретический расчет компрессии двигателя.

Уравнение состояния идеального газа (Уравнение Менделеева-Клапейрона) [3]:

$$PV = \nu RT,$$

где P – давление газа, Па (Паскаль);

V – объем газа, м³;

ν – количество газа, моль [4];

R – универсальная газовая постоянная, $R \approx 8,31$ Дж/(моль·К)

T – температура, К (Кельвин).

Из уравнения состояния идеального газа необходимо найти « P »:

$$P = \frac{\nu \cdot R \cdot T}{V},$$

ν – Кол-ва газа, из закону Авогадро следует [5]:

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_M},$$

где m – масса вещества, кг;

M – молярная масса, для воздуха $M=29$ г/моль (0,029 кг/моль);

N – количество специфицированных структурных единиц (атомов, молекул, ионов, электронов или любых других частиц) в веществе;

N_A – кол-во специфицированных структурных единиц (атомов, молекул, ионов, электронов или любых других частиц) в одной моле вещества, ($N_A = 6,02214076 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹);

V – объем, занимаемый веществом, м³;

V_M – молярный объем, м³/моль;

$$P = \frac{RT}{V} \cdot \frac{m}{M} = \frac{RTm}{VM},$$

где T – температура воздуха в цилиндре двигателя в конце такта сжатия, при замере компрессии, К; рассчитывается по следующей формуле [6]:

$$T = T_A \cdot \varepsilon^{n-1},$$

где T_A – температура воздуха на впуске в двигателе (температура окружающего воздуха), К; ε – степень сжатия;

n – постоянная величина, $n = 1,35$;

$$T = T_A \cdot \varepsilon^{1.35-1} = T_A \cdot \varepsilon^{0.35},$$

V – объем камеры сгорания, V_K м³,

$$\varepsilon = \frac{V_{\Pi 1}}{V_K},$$

где $V_{\Pi 1}$ – полный объем одного цилиндра, см³.

$$V_K = V_{\Pi}/n/\varepsilon \cdot 10^{-6} = \frac{V_{\Pi} \cdot 10^{-6}}{n \cdot \varepsilon},$$

где V_{Π} – объем двигателя, см³;

n – кол-во цилиндров;

m – масса воздуха в цилиндре двигателя в конце такта сжатия, кг; рассчитывается по следующей формуле [7]:

$$m = \frac{V_{\Pi} \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot 1.29}{n},$$

где E – коэффициент эффективности наполнения цилиндров (в современных двигателях при оборотах, близких к максимальному крутящему моменту: $E=85-95\%$; на максимальных оборотах: $E=75-85\%$; при низких оборотах: $E=55-65\%$).

Таким образом, получаем:

$$P = \frac{R \cdot T \cdot m}{V \cdot M} = \frac{R \cdot T_A \cdot \varepsilon^{0.35} \cdot m}{\left(\frac{V_{\Pi} \cdot 10^{-6}}{n \cdot \varepsilon}\right) \cdot M} = \frac{R \cdot T_A \cdot \varepsilon^{0.35} \cdot m \cdot n \cdot \varepsilon}{V_{\Pi} \cdot M \cdot 10^{-6}} = \frac{R \cdot T_A \cdot \varepsilon^{1.35} \cdot m \cdot n}{V_{\Pi} \cdot M \cdot 10^{-6}}$$

$$P = \frac{R \cdot T_A \cdot \varepsilon^{1.35} \cdot n}{V_{\Pi} \cdot M \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{V_{\Pi} \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot 1.29}{n} = \frac{R \cdot T_A \cdot \varepsilon^{1.35} \cdot E \cdot 1.29}{M}$$

Вывод

В зависимости от того какие есть данные можно пользоваться разными формулами:

$$P = \frac{R \cdot T_A \cdot \varepsilon^{1.35} \cdot m \cdot n}{V_{\Pi} \cdot M \cdot 10^{-6}} \text{ или } P = \frac{R \cdot T_A \cdot \varepsilon^{1.35} \cdot E \cdot 1.29}{M}$$

Библиографический список

1. **Кустиков, А.Д.** Современная диагностика автомобилей: учеб. пособие / А.Д. Кустиков, Н.А. Кузьмин; Нижегород. гос. техн.ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2019
2. Диагностика цилиндро-поршневой группы двигателей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.edial.ru/articles/engine-troubleshooting/> свободный (19.11.2020)
3. Уравнение состояния идеального газа [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Уравнение_состояния_идеального_газа свободный (19.11.2020)
4. Количество вещества [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Количество_вещества свободный (19.11.2020)
5. Закон Авогадро [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Авогадро свободный (19.11.2020)
6. Эмпирические и расчетные параметры двигателя внутреннего сгорания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://press.ocenin.ru/empiricheskie-i-raschetnye-parametry-d/> свободный (19.11.2020)

7. Расчет потребления воздуха двигателя внутреннего сгорания [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.overnoto.ru/index/raschet_potreblenija_vozdukha_dvigatелеm_vnutrennego_sgoranija/0-22 свободный (19.11.2020)
8. Устройство двигателя внутреннего сгорания [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/turbo/s/mehanik-ua.ru/sbornik-statej/874-ustrojstvo-dvigatелеj-vnutrennego-sgoranija.html> свободный (19.11.2020)
9. Расчет массового расхода воздуха [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/l/10519615/> свободный (19.11.2020)
10. Коэффициент наполнения цилиндров двигателя [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vdvizhke.ru/sudovye-dvigateli-vnutrennego-sgoranija/idealnye-cikly-i-teplovye-processy-v-dvigateljah/kojefficient-napolnenija-cilindra-v-dvigatеле.html> свободный (19.11.2020)

УДК 629.113

АНИСИМОВ Н.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобильная техника не может работать без топлива, смазочных и иных материалов. Они обладают рядом особых характеристик, которые зависят от особенностей системы. Из-за непрерывного роста цен на нефтепродукты, особенно острой становится проблема рационального расходования таких материалов, как топлива и масла.

Эксплуатационные материалы – это различные материалы, которые применяются в автомобилях, например, бензин, дизельное топливо или газ. Для повышения уровня безопасности к современным эксплуатационным материалам в автомобилях предъявляют высокие требования. Наиболее востребованными на данный момент являются классические виды эксплуатационных материалов. Например, бензин, газ и другие вещества природного происхождения. Эксплуатационные материалы необходимы для поддержания систем автомобиля в требуемом виде. Так как каждая модель требует использования всех разновидностей топлива и иных составов, для этого применяется система специальных маркировок. Разные транспортные средства имеют неодинаковое строение, поэтому универсальных материалов быть не может.

Выделяют три группы материалов, которые эксплуатируются в автомобилях: горючие, смазочные составы, технические жидкости. Топливо может быть жидким или газообразным.

Бензин

Рассматривая эксплуатационные характеристики материалов, следует начать с самого распространенного вида топлива – бензина. Это продукт нефтепереработки, который наравне с дизельным топливом представляет собой смесь из углеводородов, разных дополнительных присадок, которые улучшают эксплуатационные свойства горючего.

Сегодня выдвигают жесткие эксплуатационные требования к материалам, в том числе и к бензинам:

- бесперебойная подача в двигатель;
- образование смеси с воздухом в нужной пропорции;
- сгорание нормальное, без детонации, полное внутри двигателя;
- при разных температурах способствует быстрому, надежному пуску мотора;
- не вызывает коррозии и преждевременного износа;
- минимальное количество отложений в системе;
- при хранении и транспортировке сохраняются первоначальные качества.

Чтобы выполнять перечисленные требования, бензины должны обладать рядом свойств. Наиболее важные из них:

- Карбюраторные свойства. Бензин должен образовывать с воздухом топливную смесь, которая должна быть однородной и полностью сгорать в моторе. Для этого бензин должен обладать определенными показателями плотности, испаряемости, вязкости, давления насыщенного пара, низкотемпературными свойствами.
- Сгорание. Это быстрота реакции взаимодействия углеводородов и кислорода, которое сопровождается большим количеством выделяемого тепла.
- Нормальное и детонационное сгорание. При нормальном процессе характеризуется полным сгоранием топлива, его окислением. Скорость распространения пламени в этом случае составляет 10-40 м/с. При детонационном сгорании скорость увеличивается до 1500-2000 м/с. В этом случае процесс идет неравномерно, возникает ударная волна.
- Антидетонация. В состав входит тетраэтилсвинец, который смешивают с веществами, препятствующими отложениям окислов свинца.

Дизельное топливо

В большинстве случаев дизтопливо применяется для двигателей автобусов, грузовиков, а также на некоторых автомобилях.

К дизельному топливу выдвигают определенные требования в процессе эксплуатации:

- бесперебойное поступление в систему;
- способствование хорошему образованию смеси;
- не должно вызывать коррозионный износ;
- в выпускном, впускном тракте, камере сгорания, на игле распылителя не должно оставаться отложений;
- исходные характеристики должны сохраняться при транспортировке, хранении.

Самыми важными качествами топлива дизельного типа являются: его испаряемость, воспламеняемость, а также работа при снижении температуры.

Газообразное топливо

Автомобильные эксплуатационные материалы включают в себя также и газообразное топливо. По физическому состоянию они делятся на две категории: сжатые, сжиженные.

Основными требованиями, выдвигаемыми к газообразному топливу, являются:

- хорошее смесеобразование;
- высокий показатель калорийности;
- не должно приводить к коррозионному износу;
- минимальное количество отложений в системе;
- сохранение свойств при хранении и транспортировке;
- низкая стоимость изготовления и перевозки.

Для производства сжиженного газа применяется пропан или бутан. Их легко перевести в жидкое состояние.

Моторные масла

В отдельную категорию выделяются эксплуатационно-смазочные материалы. Одной из их разновидностей являются моторные масла. Они обеспечивают:

- снижение износа подвижных элементов из-за трения благодаря созданию на поверхности прочной и тонкой масляной пленки;
- уплотнение зазоров в местах соединений;
- отведение тепла от подвижных деталей;
- удаление продуктов износа, загрязнений из зон трения;
- защиту металлических элементов от коррозии;
- предотвращение образования отложений любого вида.

Масла, применяемые в системах автомобилей, используются с целью экономии энергии, которая тратится на трение. При этом смазочная продукция обеспечивает безопасную эксплуатацию транспортного средства. В зависимости от области применения масла бывают:

моторные, трансмиссионные, турбинные, цилиндрические, компрессионные, редукторные, электроизоляционные, консервационные, вакуумные, специализированные, приборные.

Трансмиссионные масла

Сегодня существует огромное множество эксплуатационных материалов, применяемых в системах автомобилей и прочих агрегатов. Одной из разновидностей смазочной продукции является трансмиссионное масло. Оно применяется для повышения качества работы зубчатых передач. Такие механизмы используются в трансмиссии разного типа. Чаще всего в современных автомобилях применяются гипоидные (винтовые) передачи. У них более прочные зубья, по сравнению с прямыми. Это обеспечивает плавную, бесшумную работу механизма.

Трансмиссионные масла выполняют ряд функций в системе:

- снижают механический износ подвижных элементов;
- уменьшают потери энергии на трение;
- способствуют отведению тепла от трущихся пар;
- уменьшают шум, вибрацию шестерен;
- обеспечивают защиту от ударных нагрузок;
- предотвращают развитие коррозии;
- в гидромеханических трансмиссиях выполняют функцию рабочего тела.

Пластичные смазки

В отдельную категорию выделяют пластичные смазки, с помощью которых выполняются герметизация, уплотнение, консервация и т. д. Специальные технические жидкости могут выполнять разные функции. Они могут применяться в гидравлике в качестве рабочего тела, как теплоноситель и т. д.

Смазка должна обладать высокими показателями консервационных, противоизносных свойств, химической стабильностью, термостойкостью. Для этого в составе присутствуют специальные присадки. Пластичные смазки могут быть: антифрикционными; консервационными; канатными; уплотнительными. Рассматривая эксплуатационные свойства материалов, следует отметить, что каждая из перечисленных разновидностей имеет свою область применения. Так, антифрикционные составы используют с целью снижения износа, трения подвижных механизмов. Консервационные разновидности предотвращают развитие коррозии при хранении, эксплуатации. В соответствующих узлах применяются канатные и уплотнительные составы.

Заключение

Следует подчеркнуть, что конкретным конструктивным особенностям и условиям эксплуатации техники должны соответствовать определённые по составу и свойствам топлива и смазочные материалы. Неправильный их выбор может привести к сокращению срока службы и надёжности работы машин и оборудования. Таким образом, нефтепродукты, являясь эксплуатационными материалами, важны также, как и конструкционные материалы. Поэтому знание их свойств, областей применения, эксплуатационных характеристик и особенностей необходимо как специалистам, эксплуатирующим технику, так и тем, кто занимается производством, транспортированием и хранением нефтепродуктов.

Библиографический список

1. **Кириченко, Н.Б.** Автомобильные эксплуатационные материалы :учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Н.Б. Кириченко. – М., 2012
2. **Школьников, В.М.** Топлива, смазочные материалы, технические жидкости/В.М. Школьников. – М., 2012
3. **Мановян, А. К.** Технология переработки природных энергоносителей/А. К. Мановян. – М., 2012
4. **Рудин М.Г.** Карманный справочник нефтепереработчика/М.Г. Рудин, В.Е. Сомов, А.С. Фомин. – М., 2012
5. **Суханов, В.П.** Переработка нефти: учебник для средних проф.- техн. учеб. заведений/ В.П. Суханов. – М., 2012

6. **Проскуряков, В.А.** Химия нефти и газа: учебное пособие для вузов/В.А. Проскуряков, А.Е. Драбкина. – М., 2012
7. **Николаева, М. А.** Теоретические основы товароведения: учеб. для вузов/М. А. Николаева. – М., 2012

УДК 656.132

БЕЛОКОНЕВ А.В., КОРЧАЖКИН М.Г., АБРАМОВ А.Е., КОВАЛДОВА Л.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И ИХ ОБСЛЕДОВАНИЕ В СРЕДЕ ANYLOGIC

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В прошлом году в данном журнале была опубликована статья, про моделирование транспортных потоков и их измерение в среде Anylogic. В ней поднимался вопрос о том, что является причиной возможной неточности при проведении натурного обследования транспортного потока, когда два учетчика, стоя на прямолинейном участке дороги без ответвлений, произвели замеры проехавшего количества автомобилей за один и тот же промежуток времени, но их данные существенно отличаются. Был ли это человеческий фактор или есть погрешность измерений? Можно ли судить о транспортном потоке на основе этих замеров? Чтобы ответить на эти вопросы, была построена компьютерная модель в программной среде Anylogic (рис.1).

Модель имитирует движение транспортного потока по дороге, разбитой на четыре участка. В конце каждого участка подсчитывается количество автомобилей, которое его проехало. Скорость на участках задается в начале эксперимента и может меняться в режиме реального времени. Модель позволяет имитировать различную загруженность дорог и подсчитывать интенсивность движения так, как это делалось бы при натурном методе обследования. После окончания моделирования вся собранная статистика собирается в excel файл.

В данной статье приводятся результаты проведения модельных экспериментов.

Было проведено порядка 540 модельных экспериментов, разделенных на две группы по типу генерации транспортного потока: рост и убывание. И на 27 групп по скоростям на трех участках.

Полученные данные были тщательно проанализированы. Среди результатов замеров были выделены два похожих (табл.1). Видно, что при абсолютно разной генерации транспортного потока (в первом случае это был рост потока, а во втором убывание), с разными скоростями на участках(в первом случае скорости на первом, втором и третьем участке составили 40 км/ч, 20 км/ч и 60 км/ч соответственно, а во втором 60 км/ч, 20 км/ч, 20 км/ч) результаты замеров оказались практически идентичными. Это позволяет сделать вывод, что нельзя в полной мере судить о транспортном потоке исключительно по результатам пятна-

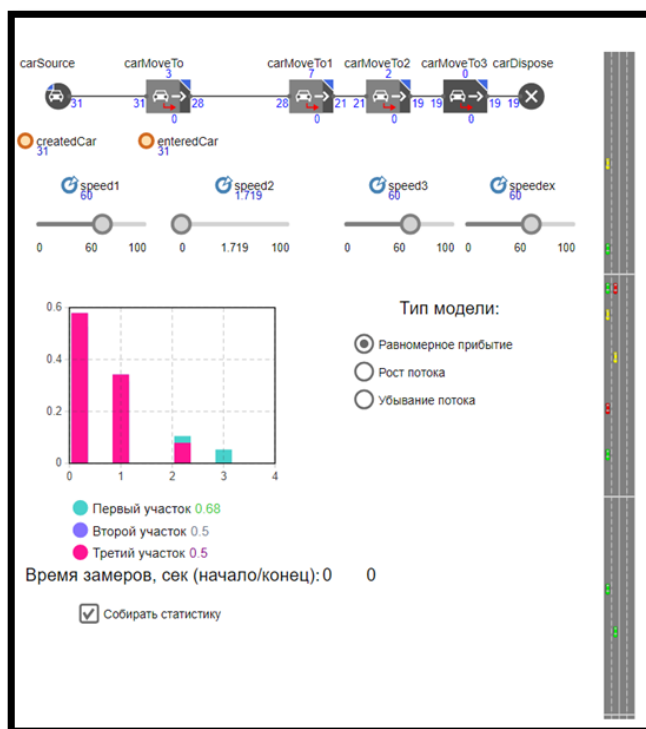


Рис. 1. Модель в Anylogic

дцатиминутного натурального замера. Для улучшения метода предлагается увеличить время замеров.

Следующий шаг — это построение модели конкретной дороги с конкретным замеренным транспортным потоком. Это покажет, насколько точно модель отображает реальные данные. После этого провести эксперименты, аналогичные тем, которые проводились с абстрактной дорогой, но выставив увеличенное время одного эксперимента. Это должно повысить точность размеров. Затем сравнить результаты и посмотреть, будут ли совпадения при различных генерациях и скоростях.

Таблица 1. Результаты

Скорость на 1 участке, км/ч	Скорость на 2 участке, км/ч	Скорость на 3 участке, км/ч	Сгенерировано автомобилей	Всего проехало первый участок	Всего проехало второй участок	Всего проехало третий участок	Доли		
Рост потока									
40	20	60	403	401	393	392	0,9950	0,9752	0,9727
Убывание потока									
60	20	20	402	400	395	393	0,9950	0,9826	0,9776

Библиографический список

1. **Карпов, Ю.Г.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5/ Ю. Г. Карпов. — СПб: БХВ-Петербург, 2006.
2. **Красовский, Г.И.** Планирование эксперимента/ Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. — Минск: Изд-во БГУ, 1982
3. **Синицын, С.В.** Верификация программного обеспечения/ **С.В. Синицын**, Н.Ю. Налютин. — М.:БИНОМ, 200
4. **Строгалева, В.П.** Имитационное моделирование/ В. П. Строгалева, И. О. Толкачева. — МГТУ им. Баумана, 2008.
5. **Горев, А. Э.** Транспортное моделирование / А. Э. Горев [и др.]. — 1-е издание. — СПбГАСУ. — СПб.: СПбГАСУ, 2015.
6. **Герберт, Шилдт.** Java. Полное руководство, 10-е издание = Java. The Complete Reference, 10th Edition/ Шилдт Герберт. — М.: «Диалектика», 2018.
7. **Галабурда, В. Г.** Единая транспортная система: Учеб. для вузов / В. Г. Галабурда, В. А. Персианов, А.А. Тимошин. - М.: Транспорт, 1996.

УДК 656.132

БЕЛОКОНЕВ А.В., БЕЛОКОНЕВ С.В., КОРЧАЖКИН М.Г., АБРАМОВ А.Е.

WEB ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По данным «Росстата», количество автомобилей на душу населения растет из года в год. По этой причине каждый крупный город сталкивается с проблемой высокой загруженности дорог. Чтобы дороги оставались свободными, необходим комплекс мероприятий, который начинается с исследования транспортного потока и интенсивности движения транспортных средств (ТС) в нем.

Для измерения интенсивности наиболее часто пользуются натурным методом, при котором человек-учетчик находится в непосредственной близости от выбранного участка транспортной сети и отмечает в бланке учета количество проехавших автомобилей за определенный период времени. Данный метод является одним из самых простых, однако есть ряд трудностей, возникающих при нем.

Чаще всего человек-учетчик стоит около дороги с бланком в руках, пример которого приведен на рис. 1.

Трудности заключаются в том, что вписывать на весу проехавшие АТС в крайней степени неудобно. Желательно иметь под рукой планшет, которого чаще всего у учетчика нет. Ставить черточки еще более-менее получается, но вписанные цифры получаются неразборчивыми, а само их написание в неудобной позе занимает больше времени, чем стоило бы. Из-за упущенного времени снизится концентрация учетчика на дороге, и он может пропустить несколько автомобилей. Помимо этого, необходимо возить с собой бланки А4, ручку.

Форма учета интенсивности движения _____ Дата _____

Место _____, направление _____ время _____

Легковой автомобиль	
Микроавтобусы, до 3,5т (Газель, Фольксваген Крафтер, Транспортер, Форд Транзит, Мерседес спринтер, Пежо боксер	
Грузовые двухосные (Газ 3307, эвакуаторы, FAW и аналоги)	
Грузовые трехосные (Камаз, МАЗ, китайцы)	
Автопоезда (трехосный, четырёхосный) Автобусы (ПАЗ, КАВЗ)	
Автобусы (ЛИАЗ, МАЗ)	
Троллейбусы	

Учетчик-контроллер _____ (ФИО) подпись _____

Рис. 2. Бланк учета

К тому же, в бланке, приведенном на рис. 1, необходимо прочитать, осмыслить и понять, куда нужно вписать автомобиль, что увеличивает затраты времени. Учетчик должен постоянно следить за временем и прикидывать, сколько ему осталось считать. Так же недобросовестный учетчик может заполнить бланк дома придуманными цифрами в любой день или изменить результаты в уже готовом бланке.

Чтобы избежать этих проблем, была начата разработка web-приложения на базе react. Его суть заключается в том, чтобы полностью заменить бумажный бланк мобильным приложением. Первый взгляд на начальную мобильную версию приложения приведен на рис. 2-4.

Вступительное окно приложения представляет собой три поля для записи ФИО, места обследования и времени, которое займет обследование, а также две кнопки – «Начать» и «Список проверок». После заполнения, необходимо нажать кнопку «Начать».

После нажатия на кнопку «Начать», мы попадаем на экран самого счетчика (рис.3). Основные элементы на нем – это изображения типа транспортного средства, кнопка «+» для увеличения количества проехавших автомобилей на единицу, кнопка «-» для уменьшения на единицу, время, оставшееся до конца замеров, а также число подсчитанных автомобилей по каждому виду. Для легкового автомобиля так же добавлено поле для записи числа, которое

Главная
Счётчик
Заметки

Счётчик автомобилей

Проверяющий:
Иванов Иван Иванович

Место:
Проспект Гагарина

Время (в минутах):
15

Начать Список проверок

Рис. 2. Вступительное окно

прибавится к подсчитанному количеству, поскольку чаще всего легковых автомобилей слишком много для записи их по одному и учетчик запоминает их и записывает, когда появится свободный момент, например, красный сигнал светофора. Для завершения подсчета необходимо нажать кнопку «Завершить».

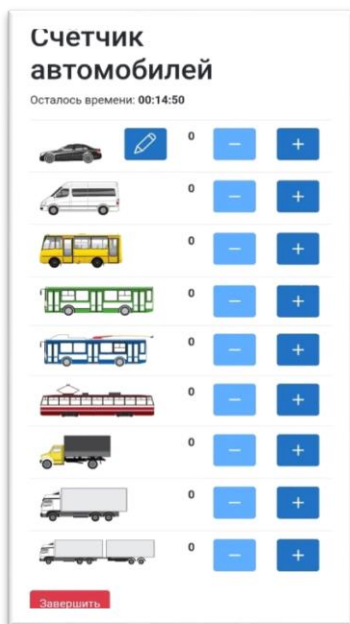


Рис. 3. Основное окно



Рис. 4. Результаты

После окончания подсчета можно вернуться во вступительное окно и нажать кнопку «Список проверок» для получения информации о проведенных обследованиях. Там необходимо выбрать нужное обследование и нажать по нему.

На рис. 4 представлено окно результатов, проведенных для статьи вымышленного обследования. В этом окне отображается ФИО учетчика, место проведения обследования, дата начала, а также время начала и конца обследования, результаты измерений по видам транспорта с их долями. Далее в этом же окне есть круговая диаграмма распределения автомобилей по виду. Так же выводится приведенная в соответствии с коэффициентами приведенная величина «Приведенная интенсивность».

Некоторые преимущества web-приложения:

- Нет необходимости носить с собой бланки, ручки, планшеты. Смартфоны всегда у всех под рукой.
- Отображение реальной даты и времени проведения обследования.
- Возможность добавления приложения на главный экран смартфона без скачивания, необходимо только соединение с Интернетом.
- Не нужно отвлекаться на определение типа ТС, нужно лишь сопоставить с картинкой и нажать «+».
- Учетчик всегда видит реально оставшееся время проведения замеров.
- Нет необходимости самому подсчитывать итоговое число.

Над данным приложением еще ведутся работы для улучшения его эффективности и увеличения его функционала. Планируется введение возможности реализации подсчета сразу по нескольким направлениям, введение итоговой приведенной к легковому автомобилю интенсивности движения, включение возможности выведения данных в оформленную excel таблицу и прочее.

В данной статье представлен взгляд на раннюю версию приложения. Обзор на конечную версию приложения будет представлен в будущих выпусках.

Библиографический список

1. Трофименко, Ю.В. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов/ Ю.В. Трофименко, М.Р. Якимов. — Москва: Логос, 2013.
2. Когаловский, М. Р. Энциклопедия технологий баз данных/ М. Р. Когаловский. — М.: Финансы и статистика. — М., 2002.
3. Сильянов, В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения/ В.В. Сильянов. — 1997.
4. Галабурда, В. Г. Единая транспортная система: Учеб.для вузов/ В. Г. Галабурда [и др.]. - М.: Транспорт, 1996.

5. **Уокенбах, Джон.** Excel 2013: профессиональное программирование на VBA = Excel 2013 PowerProgrammingwith VBA/ Джон Уокенбах. — М.: Диалектика, 2014.
6. **Королюк, В. С.** Справочник по теории вероятностей и математической статистике/ В.С. Королюк [и др.]. — М.: Наука, 1985.
7. **Неуймин, Я. Г.** Модели в науке и технике. История, теория, и практика/ Я.Г. Неуймин. – Л., 1984
8. **Калачева, Л. Т.** Руководство по проведению транспортных обследований в городах/ Л.Т. Калачева. – Москва, 1982

УДК 629.016

ВИНОГРАДОВ Д.Е., БЕРДНИКОВ Л.А., КОРЧАЖКИН М.Г., ЛЕПЕШКИН А.А.

ВЛИЯНИЕ «КРОСС-ПАЙП» ИЛИ ПЕРЕМЫЧЕК ВЫПУСКНОГО КОЛЛЕКТОРА НА МАКСИМАЛЬНУЮ МОЩНОСТЬ ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные двигатели внутреннего сгорания имеют множество новейших вспомогательных деталей и систем этих деталей для повышения КПД, приёмистости и эффективности работы, улучшая внешне скоростную характеристику двигателя, но все эти системы и детали достаточно сложны и весьма дороги в производстве, сложны в обслуживании и (или) вовсе не пригодны к обслуживанию и ремонту, что увеличивает в перспективе стоимость эксплуатации ТС. Автор данной статьи хотел бы обратить внимание на способ повышения мощности, крутящего момента и приёмистости, не требующий обслуживания и не являющийся решением, усложняющим конструкцию двигателя. Идея взята у японских инженеров, использующих данное решение на гоночных мотоциклах и автомобилях середины 90-х годов XX столетия, но не применяемого на гражданских двигателях повсеместно, а именно использование так называемого «кросс-пайп» выпускного коллектора. «Кросс-пайп» представляет собой перемычку или перемычки в виде соединительных труб между патрубками выпускного коллектора. По заявлениям специалистов, применяющих данную технологию изготовления выпускных коллекторов, увеличивается мощность (до 5%), крутящий момент (до 5%), а также, благодаря ускоренному наполнению цилиндров, уверенно чувствуется повышенная приёмистость двигателя.

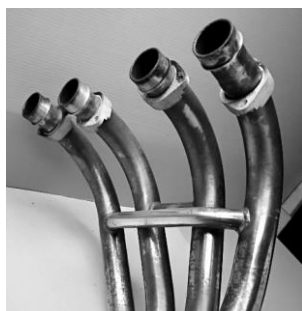


Рис. 1. Пример изготовления перемычек между патрубками выпускного коллектора

Способ применения перемычек «кросс-пайп» будет продемонстрирован на примере мотоцикла Honda X4 с двигателем Honda SC38-E001 объёмом 1300 кубических сантиметров и номинальной мощностью в 100 л.с. при 6500 об/мин и крутящим моментом 121 Нм при 5000 об/мин, порядок работы цилиндров 1-3-4-2. Данный двигатель несколько модифицирован, поэтому показатели мощности будут выше, чем указанные заводом изготовителем. В частности, изменена система впуска и подготовки топливовоздушной смеси, изменены настройки зажигания, снят заводской ограничитель. Измерение мощности произведено на динамометрическом стенде «ДупоJet» в г. Москва. Начальные параметры: стандартный равно длинный выпускной коллектор «Supertrapp» (сечение выпускной трубы 42.7мм), затем

замена стандартного коллектора на выпускной коллектор марки «SP Tadao ProDrag» с установленными «кросс-пайпами», но идентичной геометрией и форм фактором, и также являющимся равно длинным. Сечение данного коллектора также составляет 42.7мм, и материал изготовления также идентичен – материал изготовления титан, диаметр трубок «кросс пайп» (перемычки) равен половине диаметра трубы приёмной трубы выпускного коллектора. При тестировании и замене коллекторов настройки систем двигателя не подвергались изменениям.

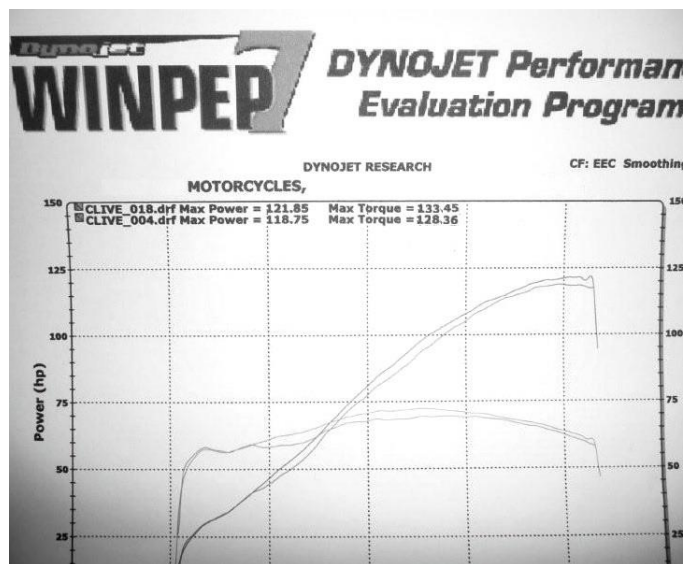


Рис. 2. Тестирование мотоцикла на динамометрическом стенде:
«Clive_004» - данные замера с установленным стандартным выпускным коллектором;
«Clive_018» - данные замера с установленным выпускным коллектором с перемычками.

Результаты тестирования двигателя мотоцикла показали прирост как мощности, так и крутящего момента. На графике видно, что мощность и крутящий момент возросли плавно, без появления провалов или задержек. Данный эффект достигается за счёт того, что у отработавших газов в выхлопном коллекторе давление не постоянно. Давление при работе двигателя динамично изменяется. Соответственно работе цилиндров оно возрастает в коллекторе при открытии выпускного клапана на одном из цилиндров; и падает при закрытии, но при этом, благодаря созданному поршнем давлению, выхлопные газы выходят через трубу подходящую к цилиндру, частично уходя через перемычку к следующему цилиндру. Давление выхлопных газов, ушедших в перемычку «кросс пайп», создает небольшое разрежение около выпускного клапана в коллекторе, куда осуществлён подвод для того, чтобы улучшить продувку и наполняемость цилиндров. Всё это происходит при определённом диапазоне оборотов. В данном случае, как видно из полученного графика, прирост, хоть и не значительный, появился почти во всём диапазоне оборотов. В процентном соотношении прирост не большой. Он составил около 2,6% мощности и 3,9% крутящего момента соответственно, но приёмистость двигателя по субъективным ощущениям водителя возросла очень заметно. Приросты мощности, которые можно получить благодаря использованию данного метода разнятся и сильно зависят от конструкции двигателя, но тем не менее в погоне за высоким КПД атмосферного четырехтактного двигателя данный метод игнорировать нельзя, так как стоимость изменения конструкции выпускного коллектора не является высокой, а результат является достаточно «ощущаемым», так как чувствуется, что двигатель раскручивается быстрее как под нагрузкой, так и без нее, при этом повышении расхода топлива замечено не было.

Вывод

Применение так называемых «кросс-пайп», или называя по-другому, перемычек между патрубками выпускного коллектора, достаточно недорогой и эффективный метод для улучшения внешне скоростной характеристики двигателя внутреннего сгорания. Разумеется, данный метод требует более глубоких исследований касательно применимости на любых

типах и марках двигателей, но как один из способов получения лучших динамических характеристик без изменений в конструкцию двигателя имеет место быть применимым.

УДК 656

ГАЛЬЯНОВА Е.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

ВОЗМОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СОСТАВЛЕНИИ РАСПИСАНИЙ ГОРОДСКИХ МАРШРУТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Общественный транспорт играет важную роль для современного общества. Даже, несмотря на рост обеспеченности населения личными автомобилями, он остаётся одной из важнейших составляющих городской инфраструктуры и выполняет ряд важнейших социальных функций. Посредством общественного транспорта осуществляется основная часть трудовых поездок населения.

Одной из самых больших проблем общественного городского транспорта, в частности и в Нижнем Новгороде, это дублирование одних маршрутов другими. Достаточно посмотреть на схему движения автобусов и становится очевидно: некоторые маршруты повторяют друг друга более чем на 90%, а в общей сложности дублирующие маршруты составляют 20% - 25% от общего числа. Вот лишь ряд примеров:

- маршрут троллейбуса 31 протяженностью 13,6 км дублирует маршрут А1;
- маршрут Т45 повторяет А45 на протяжении 30,5 км;
- маршрут Т59 дублирует А56 на протяжении 17 км от всего маршрута в 23-24 км.

Во избежание конфликтных ситуаций, предлагается возможность составления расписания движения таким образом, что скорости транспортных средств будут одинаковыми, а время начала движения разное, но через равный интервал. Такое расписание было разработано для маршрутов А1 и троллейбуса 31. В ходе работы были учтены такие моменты, как: время движения ТС без пробок; время движения с учетом заторов, на разных участках маршрута; время, проведенное на каждом остановочном пункте, а также количество людей, зашедших и вышедших на нём. Данные характеристики были зафиксированы для каждого из маршрутов (А1 и 31). Они позволили выявить часы «пик» и часы спада уровня передвижения пассажиров. В соответствии с этим было рассчитано потребное число автобусов и троллейбусов для каждого часа и количество водителей, которые будут осуществлять на них работу. С помощью программы STATISTICA v6.0 было вычислено новое время рейса для каждого периода суток на определенном транспорте. Помимо этого были установлены границы начала и окончания каждого периода. Расписание и распределение водителей по сменности организованы на основании режима труда и отдыха водителей, работающих на городских перевозочных маршрутах. По итогам работы выявлены основные технико-экономических показателей работы подвижного состава.

Данное расписание, для удобства рассмотрения, можно представить в виде графика (см. рис. 1, рис. 2). В некоторых частях графика, а именно во время и после «часов пик», можно заметить, что линии графика накладываются друг на друга, а это значит, что в данные промежутки времени ТС будут идти с меньшим интервалом, т.е. друг за другом, что не целесообразно для работы НПАТ. Это происходит за счет неравномерного простоя в местах скопления машин, когда образуются заторы.

В связи с этим предлагается несколько вариантов:

1. Организовать движение путем выделения дополнительной полосы для общественного пассажирского транспорта. Так можно добиться более схожего по значению времени движения на всем маршруте, и потом уже создавать новое совместное расписание.

2. Сделать единый маршрут, выбрав тот или иной вид транспорта. Как мы видим, объединение не привело к ожидаемым результатам, из-за разных скоростей сообщения. В связи с этим получилось, что в определенные промежутки времени транспорта на линии получается больше, чем нужно.
3. Разделить выпуск транспорта по времени суток. Для этого решения необходимо провести расчет, получится ли решить проблему таким способом. Данный вариант нацелен на то, что скорости ТС будут одинаковыми. Это должно минимизировать число случаев, когда транспорт будет идти друг за другом.

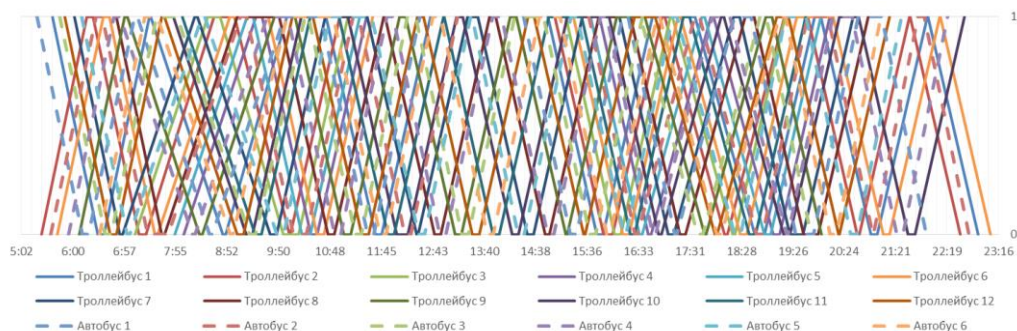


Рис. 1. Совместное расписание (будни)

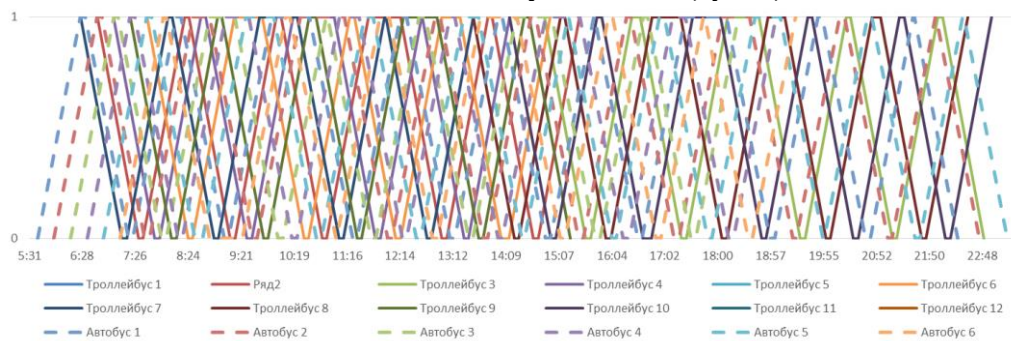


Рис. 2. Совместное расписание (выходные)

Библиографический список

1. Геронимус, Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте: учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и дополн/ Б.Л. Геронимус. – М: Транспорт, 1982. – 192 с.
2. Давлеткиреева, Л.З. Процесс внедрения системы составления и контроля расписания городского общественного транспорта // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12-5. – С. 769-773.

УДК 620.169.1

ГОНЧАРОВА Д.А.

ОЦЕНКА ЭТАПОВ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ЛИСТОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным видом разрушения металлоконструкций является усталость [1,2]. В автомобиле- и машиностроении широко используются листовые конструкционные малоуглеродистые стали. Сведения же по влиянию их технологической обработки на механические свойства ограничены и разрозненны [3]. Поэтому задача повышения надежности автомобильных деталей при снижении их металлоемкости является весьма актуальной.

Это предполагает исследование кинетики усталостного разрушения автомобильных материалов с определением периода до зарождения трещин и скорости их развития, что позволит выбрать материал, соответствующий эксплуатационным требованиям, уменьшить вероятность разрушения деталей и затраты на ремонт автомобиля [4].

Как показал анализ, не все машины для усталостных испытаний могут удовлетворить требования исследователя и часто являются стационарными, крупногабаритными, энергоемкими, сложными в обслуживании и достаточно дорогостоящими. При этом в настоящее время отсутствуют мобильные относительно не крупные и недорогостоящие испытательные усталостные машины, с фиксацией изменения текущего прогиба при циклическом нагружении, позволяющего изучать кинетику процесса разрушения, фиксировать начало макроразрушения, скорость роста трещины и, как следствие, оптимизацию выбора конкурирующих материалов и ремонтпригодность конструкции.

Нами предложен метод оценки этапов процесса усталостной повреждаемости листовых материалов, позволяющий изучать сопротивление усталостному разрушению листовых металлических материалов по изменению текущего прогиба образца при циклическом нагружении [5]. Показана возможность оценки кинетики усталостного разрушения листовых автомобильных материалов с применением программно-аппаратного малогабаритного настольного комплекса ЭМУ-5-ПК, имеющего малые габариты и массу, отсутствие вращающихся деталей, обладающего бесшумностью и полной экологической чистотой, простотой технического обслуживания и низкими энергопотреблением и стоимостью.

Результаты исследования дают возможность изучать кинетику процесса разрушения, фиксировать начало макроразрушения, скорость роста трещины. Сравнительные испытания позволяют выбрать материал, в наибольшей степени отвечающий эксплуатационным требованиям, и на стадии технического обслуживания автомобиля за счет своевременного обнаружения повреждений предотвратить разрушение элементов конструкции и деталей под действием циклических нагрузок, повышая безопасность эксплуатации автомобиля и снижая затраты на его ремонт.

Библиографический список

1. Пачурин, Г.В. Повышение эксплуатационной долговечности металлоизделий технологическими методами/ Г.В. Пачурин, А.Н. Гушин // Вестник машиностроения. – 2007. - № 6. – С. 62-65.
2. Pachurin, G.V. Mechanical properties of sheet structural steels at operating temperatures // Metal Science and Heat Treatment. 2014. Т. 56. № 3–4. P. 219–223.
3. Pachurin, G.V. Ruggedness of structural material and working life of metal components // Steel in Translation. - 2008. - Т. 38. - № 3. - S. 217-220.
4. Пачурин, Г.В. Исследование процесса усталости автомобильных материалов/ Г.В. Пачурин [и др.] // Известия вузов. Черная металлургия. – 2019. – №9. – С. 732-738.
5. Пачурин, Г.В. Процесс усталостной повреждаемости листовых автомобильных сталей/ Г.В. Пачурин [и др.] // Технология металлов. – 2019. - №8. – С. 16-22.

УДК 621.43

ГОРОХОВ А.В., КОТЛОВ А.С., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

КУРСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ HYUNDAI SOLARIS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный автомобиль представляет собой устройство повышенной опасности. Рост числа автомобилей в современном мире постоянно растет и из этого следует, что количество ДТП тоже будет постоянно расти и вопрос безопасности всегда будет актуален. Производители автомобилей всегда дорабатывают и совершенствуют системы безопасности автомобилей, так как снижение смертности на дорогах является основополагающим тех или иных конструкторских решений в области конструктивной безопасности.

Конструктивной безопасностью автомобиля называется свойство предотвращать ДТП, снижать тяжесть его последствий и не причинять вреда людям и окружающей среде. Это свойство сложное и связано с другими эксплуатационными свойствами автомобиля (тормозной динамичностью, устойчивостью, управляемостью, информативностью). Конструктивную безопасность делят на активную, пассивную, послеаварийную и экологическую.

Активная безопасность – это свойство автомобиля снижать вероятность возникновения ДТП или полностью его предотвращать. Оно проявляется в период, когда в опасной дорожной обстановке водитель еще может изменить характер движения автомобиля. Активная безопасность зависит от компоновочных параметров автомобиля (габаритных и весовых), его динамичности, устойчивости, управляемости и информативности.

Курсовая устойчивость автомобиля Hyundai Solaris неплохая, даже если под колесами неровный асфальт. Но задняя часть машины с ростом скорости даже на ровной дороге начинает «подпрыгивать». Уже на 80–90 км/ч заметна склонность к вертикальной раскачке кузова. Именно в этот момент некоторые водители начинают чувствовать себя неуверенно.

Действительно ситуация значительно меняется на высоких (более 120 км/ч) скоростях, когда автомобиль начинает откровенно плавать на дороге, особенно если попадает хоть на небольшие неровности. Здесь он может “вильнуть” в сторону на 1-1,5 м, откровенно “гулять” из стороны в сторону.

На более серьезных неровностях или в колеях при больших ходах задней подвески рыскания могут оказаться далеко небезопасными. Недостаток энергоемкости заметно по пробоям, стоит появиться настоящим ямам и колдобинам.

С полной нагрузкой Solaris почти сразу садится на ограничители хода сжатия и не перестает при этом “рыскать”.

С неудачной кинематикой задней подвески Solaris (а именно в этом основной источник “рысканий”) удалось справиться с установкой других амортизаторов с большим ходом отбоя, задача которых ощутимо увеличить (на 20–30%) вертикальную жесткость задней подвески. С этим справились, используя комплект от легкого внедорожника.

С частичной нагрузкой автомобиль поехал ровно, правильно, без “рысканий” и подруливаний, причем в самом широком скоростном диапазоне. Он стал жестче и теперь ощутимо потряхивает на неровностях. Однако стабилен и, главное, не вызывает тревоги, неуверенности.

Вывод

Установка более жестких амортизаторов помогла справиться с рысканием на повышенных скоростях, тем самым улучшив курсовую устойчивость, так как безопасность на дорогах играет очень важную роль и понижает смертность на дорогах.

Библиографический список

1. **Кузьмин, Н.А.** Теоретические основы обеспечения работоспособности автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2014. – 272 с.
2. **Кузьмин, Н.А.** Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013. – 256 с.
3. **Кузьмин, Н.А.** Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей: монография / Г.В. Борисов, Н.А. Кузьмин. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012. – 270 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ПОСРЕДСТВОМ ПЕРЕВОДА ТОПЛИВА НА СЖИЖЕННЫЙ УГЛЕРОДНЫЙ ГАЗ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Негативное воздействие городского автомобильного транспорта на окружающую среду

В современном мире к основным источникам загрязнения окружающей среды и потребителям энергоресурсов относятся автомобильный транспорт и инфраструктура автотранспортного комплекса (АТК). В промышленных городах доля вклада загрязняющих веществ (ЗВ) отработавших газов автомобилей составляет более 50 % от совокупных вредных выбросов в атмосферу при наличии достаточно высокого загрязняющего фона стационарных источников (промышленных предприятий, теплоэлектростанций, автозаправочных комплексов и т.п.). При этом автотранспортные потоки создают приземные концентрации загрязняющих веществ, многократно превышающие их предельно допустимые концентрации (ПДК).

Оценка экологической безопасности автобусного маршрута заключается в сравнении действительных выбросов на маршруте с нормативными значениями. Выбросы ЗВ городскими автобусами при движении по маршруту определяются по каждой марке (модели) автобуса [2].

В настоящее время на территории Нижегородской области муниципальный пассажирский транспорт общего пользования насчитывает 1932 единицы, из которых 1298 единиц работают на дизельном топливе, 349 единиц – на бензине, 93 – на сжиженном углеводородном газе (далее – СУГ), 192 – на двух видах топлива (в основном на бензине и СУГ).

Таким образом, высокую степень актуальности имеет обеспечение устойчивого снижения уровня негативного воздействия городского автомобильного транспорта на окружающую среду путём перевода на сжиженное углеродное газовое топливо.

Расчетный метод оценки выбросов от дизельного и бензинового топлива в соответствии с ГОСТ Р 56162-2014

Расчеты выбросов выполняют для следующих загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей: оксид углерода (CO); оксиды азота NO_x (в пересчете на диоксид азота); углеводороды (CH); сажа; диоксид серы (SO₂); формальдегид (CH₂O); бенз (α) пирен (C₂₀H₁₂).

Используемые при расчете выбросов параметры определяют на основе натурных обследований, проведение которых осуществляют по схеме, не требующей сложного инструментального оснащения. Это позволяет выполнять обследования любой автодороги города с заданной периодичностью, что является важным условием для регулярного пополнения и корректировки информации о выбросах автотранспорта в целях поддержания работы компьютерного банка данных о выбросах промышленными предприятиями и автотранспортом города в оперативном режиме [2].

Рассмотрим формулу расчета выбросов загрязняющих веществ от движущегося автотранспорта. Выброс *i*-го загрязняющего вещества движущимся потоком автотранспортных средств на автодороге (или ее участке) с фиксированной протяженностью M_{L_i} , г/км рассчитывают по формуле:

$$M_{L_i} = \frac{L}{1200} \sum_1^k M_{k,i}^L G_k r v_{k,i}, \quad (1)$$

где L – протяженность автодороги (или ее участка), из которой исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим движением сигналом светофора, включающая в себя длину соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования), км;

$M_{k,i}^L$ – удельный пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества автомобилями k -й группы, определяемый по таблице 1, г/км;

k – число групп автомобилей, шт.;

G_k – фактическая наибольшая интенсивность движения, т.е. число автомобилей каждой из k групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автодороги в единицу времени (20 мин) в обоих направлениях по всем полосам движения;

$r_{vk,i}$ – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения потока автотранспортных средств $v_{k,i}$ (в км/ч) на выбранной автодороге (или ее участке), определяемый по табл. 2.

Значения удельных пробеговых выбросов загрязняющих веществ для разных групп автомобилей представлены в табл. 1.

Таблица 2. Значения удельных пробеговых выбросов загрязняющих веществ $M_{k,i}^L$ для разных групп автомобилей

Наименование группы автомобилей	Номер группы	Выброс загрязняющего вещества, г/км						
		СО	NOx (в пересчете на NO2)	СН	Сажа	SO2	Формальдегид	Бенз(α) пирен
Легковые	I	3,5	0,9	0,8	0,7·10	1,5·10	3,2·10	0,3·10
Автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т	II	8,4	2,1	2,4	3,8·10	2,8·10	8,4·10	0,8·10
Грузовые от 3,5 до 12 т	III	6,8	6,9	5,2	0,4	5,1·10	2,2·10	2,1·10
Грузовые св. 12 т	IV	7,3	8,5	6,5	0,5	7,3·10	2,5·10	2,6·10
Автобусы св. 3,5 т	V	5,2	6,1	4,5	0,3	4,2·10	1,8·10	1,8·10

Таблица 3. Значения коэффициентов $r_{vk,1}$, учитывающих изменения количества выбрасываемых загрязняющих веществ

Скорость движения v , км/ч	$r_{vk,1}$	$r_{vk,1}$ (NOx)
5	1,40	1,00
10	1,35	1,00
15	1,30	1,00
20	1,20	1,00
25	1,10	1,00
30	1,00	1,00
35	0,90	1,00
40	0,75	1,00
45	0,60	1,00
50	0,50	1,00
60	0,30	1,00
70	0,40	1,00
80	0,50	1,00
100	0,65	1,00
110	0,75	1,20
120	0,90	1,50

Далее целесообразно рассмотреть расчет выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в районе регулируемого перекрестка.

Выброс i -го загрязняющего вещества автомобилями конкретного направлению движения в районе перекрестка при запрещающих движение сигналах светофора за 20-минутный период дополнительного обследования M_{Pi}^3 , г/км рассчитывают по формуле:

$$M_{Pi}^3 = \frac{P_{ц}}{60} \sum_1^{N_{ц}} \sum_1^k (M_{Pi,k} G_k), \quad (2)$$

где $P_{ц}$ – продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый цвет) в течение 20 мин, с;

$N_{ц}$ – число циклов действия запрещающего движение сигнала светофора за 20-минутный период времени;

$M_{Pi,k}$ – удельный выброс i -го загрязняющего вещества автомобилями, i -й группы, находящихся в очереди у запрещающего движение сигнала светофора, определяемый по табл. 3, г/мин;

G_k – число автомобилей k -й группы, находящихся в очереди в районе перекрестка в конце каждого цикла действия запрещающего движение сигнала светофора.

Таблица 4. Значения удельных выбросов загрязняющих веществ для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка $M_{Pi,k}$

Наименование группы автомобилей	Номер группы	Выброс загрязняющего вещества, г/мин						
		СО	NOx (в пересчете на NO2)	СН	Сажа	SO2	Формальдегид	Бенз(α)пирен
Легковые	I	0,5	0,015	0,10	0,015	$0,5 \cdot 10^{-2}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-6}$
Автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т	II	2,0	0,040	0,30	0,080	$0,9 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые от 3,5 до 12 т	III	2,5	0,120	0,66	0,900	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Грузовые св. 12 т	IV	2,7	0,140	0,83	1,100	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы св. 3,5 т	V	1,9	0,100	0,57	0,670	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$0,9 \cdot 10^{-6}$

Примечание. В таблице приведены средние значения удельных выбросов загрязняющих веществ в граммах в минуту, учитывающие режимы движения автомобилей в районе перекрестка (торможение, холостой ход, разгон), а значения $P_{ц}$, $N_{ц}$, G_k определяют по результатам натуральных обследований.

На основании приведённых значений, мы делаем вывод о том, что атмосфера городов миллионников подвержена огромному количеству ЗВ от АТК.

Объёмы выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта

На территории Нижегородской области в 2019 г. объем валовых выбросов в атмосферу от передвижных источников (автотранспорта) составил 325 тыс. т. Валовые выбросы в атмосферу Нижегородской области от передвижных источников превысили объем выбросов в атмосферу от стационарных источников, и их доля составила 55,9%. В то же время в основных промышленных центрах Нижегородской области доля передвижных источников в общем объеме загрязнения атмосферы существенно превышает среднеобластные показатели.

По данным таблицы видно, что объем выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта, зарегистрированного в Нижегородской области, имеет положительную тенденцию и в

2019 г. составил 325 тыс. т в год, что на 1,2% или 24 тыс. т в год, по сравнению с 2017 г., больше.

Таблица 4. Объем выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта, зарегистрированного в Нижегородской области, тыс. тонн в год

ЗВ	2017	2018	2019
Двуокись серы	2,9	3	3,6
Оксид азота	40	43	45,8
Летучие органические соединения	27	29,3	33,2
Оксиды углерода	226	233	235,5
Твердые	1,6	1,8	1,9
Прочие	3,5	3,9	4,8
Всего	301	314	325

Рассмотрим предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе от передвижных источников в соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.3492-17. Выделяют следующие нормы ПДК ЗВ в атмосферном воздухе:

- Двуокись серы 0,05 мг/м³;
- Оксиды азота 0,06 мг/ м³;
- Летучие органические соединения 0,4 мг/ м³;
- Оксиды углерода 3,0 мг/ м³.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что ЗВ в атмосфере от передвижных источников с каждым годом увеличиваются и достигают предельно допустимых значений концентрации ЗВ в атмосфере.

Метод улучшения экологической безопасности от городских автобусов и пути его реализации

На основании проведенной работы мы выявили один из методов улучшения экологической безопасности от городских автобусов, а именно: использования газомоторного топлива в качестве моторного топлива.

Экологическое усовершенствование автотранспорта в техническом аспекте сводится к очистке ВГ и ведется в следующих основных научно-технических направлениях:

- Разработка и внедрение новых систем внешней экологической очистки ВГ;
- Разработка и внедрение новых типов и сортов низкотоксичных топлив;
- Усовершенствование, доработка типовых двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
- Создание принципиально новых двигателей транспорта с повышенными экологическими параметрами.

Часто первых три направления работ взаимосвязаны. Так, для использования в качестве экологически чистого топлива ДВС природного сжиженного газа необходима модернизация всей топливной системы двигателя.

Библиографический список

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22.12.2017 N 165. – М., 2017.
2. ГОСТ Р 56162-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов. – М., 2014.
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32965-2014 «Дороги автомобильные общего пользования методы учета интенсивности движения транспортнoго потока», введенного в действие приказом Росстандарта от 31.08.2016 № 997-ст. – М., 2016.

4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 7 августа 2018 г. № 352 «Об утверждении Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки». – М., 2018.
5. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 N 96-ФЗ (последняя редакция) . – М., 1999.

УДК 67.02

ИЗЕРГИН А.В., АБУЗЯРОВ К.М., КОРЧАЖКИН М.Г., КОРНЕВ А.Р.

СИСТЕМА КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность данной темы становится выше с каждым годом. Так как потребителю предлагают всё больший ассортимент транспортных средств, как отечественного, так и зарубежного производства. В настоящее время мировая тенденция устремилась в направлении локализации производства в стране, на которую будет ориентирована продукция данного предприятия. В связи с этим у потребителей возникает один основной вопрос к производителям: «Насколько качественной будет продукция, произведённая не в стране происхождения какой-либо марки?»

Качество выпускаемой продукции зависит от многих факторов, как внутренних, так и внешних. Самым важным внешним фактором является качество поставляемых на предприятие деталей. Таким образом, можно обозначить первый механизм поддержания качества производства, как «Входной контроль». В задачи входного контроля входит визуальный осмотр входящих деталей, испытание их в различных лабораториях, проведение измерений и всяческих тестов. После того, как на предприятии отлажен «Входной контроль», следует задуматься о самом процессе производства. Существует ещё один механизм контроля качества производства - это «Аудит процесса». Данный механизм отвечает за контроль внутренних факторов, влияющих на качество производства. В его задачи входит независимый анализ и оценка процесса создания продукции, который проводится по стандарту автомобилестроения VDA 6.3.

Полный производственный цикл автомобиля делится на три основные стадии – это сварка кузова, его окраска и сборка. В каждой из них обязательно должен присутствовать контроль качества. К примеру, в кузовном (сварочном) цехе проводится «Аудит продукта», как на полностью собранных кузовах, так и на навесных деталях отдельно. Это визуальная и тактильная оценка состояния кузова на предмет соответствия требованиям. Ко всему прочему существует лаборатория, которая осуществляет контроль качества сварных и клеевых соединений разрушающим методом. В лакокрасочном цехе, как и в кузовном, проводят «Аудит продукта». В данном случае осуществляется контроль поверхности, измерение глянца, структуры, толщины лакокрасочного покрытия, проверка адгезии покрытия. Более того, на этой стадии осуществляют проведение функционально-коррозионного аудита, который подразумевает измерение толщины слоя катафореза, проверка герметичности и функциональности, проверка качества консервации полостей воском. Одним из механизмов контроля качества в сборочном цехе является «Банденд аудит». В его задачи входит выявление несоответствий сопряжения навешиваемых деталей, выявление повреждений лакокрасочного покрытия и деталей интерьера. После процесса сборки получают готовый автомобиль, который должен соответствовать заявленным стандартам. Необходимо подчеркнуть, что «Входной контроль» и «Аудит процесса» работают во всех трёх основных стадиях производства и являются обязательными механизмами контроля качества производства.

Готовый автомобиль после сборки проходит «Водный тест» - проверка на герметичность. Автомобиль заезжает в закрытый тоннель, где попадает под «водяной душ» (данный

тест проходят 100% выпускаемой продукции), далее автомобиль проверяется на отсутствие влаги в салоне и в прочих труднодоступных полостях, визуально и с помощью приборов. После проведения водного теста автомобиль отправляется на «Ездовой тест» - тестовая поездка на внутризаводском полигоне по различным видам дорожного покрытия с целью контроля ходовых характеристик автомобиля и его функционала. Ездовой тест включает в себя статическую проверку – это проверка комплектации, регулировки сидений, зеркал, ремней безопасности, запуск автомобиля, запах в салоне и т.п. И динамическую проверку, которая подразумевает проверку работы систем, указателей поворотов, оценку шумовых характеристик, дребезг, проверку функционирования ассистентов, поведение автомобиля на дороге, проверку работы тормозной системы (данный тест проходят 100 % выпускаемой продукции). Ещё одним важным механизмом контроля качества на производстве является «Выходной контроль» - финальная оценка автомобиля перед передачей на отгрузку к дилерам. За «Выходным контролем» закреплены следующие задачи, такие как контроль экстерьера (прилегания деталей кузова друг к другу и контроль лакокрасочного покрытия), контроль интерьера (прилегание деталей, отсутствие повреждений, блеска пластиковых деталей), контроль остальных функций автомобиля в том числе комплексная проверка электроники (данный контроль проходит 100% выпускаемой продукции).

Отдельным механизмом контроля качества является «Аудит готового автомобиля» – комплексная оценка качества готового к отгрузке автомобиля. Осуществляется оценка автомобиля с точки зрения требовательного клиента: визуальная оценка (прилегание, цвет, структура, неровности), тактильная оценка (неровности, облои, заусенцы), функциональная оценка (работа систем, герметичность), динамическая оценка (шумы, дребезг), акустическая оценка, оценка удобства/усилия (кнопки, открытие/закрытие дверей). Каждая выпускаемая на предприятии модель отправляется на аудит один раз в сутки. Выбор конкретного автомобиля для проведения аудита имеет случайный характер.

К вспомогательным механизмам контроля качества можно отнести «Проверочно-аналитический центр» (ПАЦ), в задачи которого входит проверка функционала автомобиля на соответствие требованиям стандартов, принятых на предприятии, анализ несоответствий, выявленных при монтаже или при проверке функционала автомобиля на контрольных точках. Процесс выявления несоответствий осуществляется с помощью тестов, проводимых в ПАЦ. Таких, как проверка герметичности автомобиля (водный тест, дым-тест), проверка моментов затяжек резьбовых соединений, проверка геометрии (развал/схождение), проверка регулировки фар, проверка комфорта автомобиля, проверка электрики автомобиля, проверка работы ассистентов.

При надлежащем использовании всех механизмов контроля качества автомобильного производства можно обеспечить сбор статистических данных и контроля качества на каждой стадии производства. Что позволит получить детальную информацию о несоответствиях на любой стадии производства, предупредить возникновение несоответствия и в кратчайшие сроки внедрить мероприятия. Работа отдела качества по сохранению, а также и улучшению качества выпускаемой продукции повышает конкурентоспособность производства, сокращает время от начала производства до получения готового автомобиля клиентом, сохраняя доверие покупателей и престиж бренда.

ПРЕИМУЩЕСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАЛИ БЕЗ СВОБОДНЫХ АТОМОВ ВНЕДРЕНИЯ. IF - СТАЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В автомобилестроении важнейшим материалом является сталь, так как при не высокой стоимости производства позволяет выполнить ряд важных требований. Первостепенно стоят вопросы безопасности, экологичности и экономии топлива, а для этого нужно повысить прочность штампуемого листа при этом используя лист из сверхвысокоштампуемых сталей. Есть множество путей повышения прочности листа стали, но большинство из них приводят к уменьшению характеристик штампуемости, снижению коэффициента Ланкфорда и повышению характеристик упрочняемости при деформации. Возросшие требования к качеству изделий привело к образованию нового класса сталей без элементов внедрения (свободных атомов) с очень низким уровнем содержания углерода и азота. Такие стали называют IF – сталями или “Interstitial free steel”, что дословно можно перевести как “межзельная свободная сталь”. В данный момент высокопрочный лист из IF – стали имеет устойчивый возрастающий спрос на рынке.

В дуговых сталеплавильных печах и кислородных конвертерах выплавляют полупродукт с содержанием углерода в среднем около 0,045%. Металлическая шихта при этом состоит из передельного чугуна с содержанием серы 0,0075% и оборотного металлического лома, содержащего не более 0,015% S, а также не более 0,1% Cr, Ni и Cu. Обезуглероживание проводят в агрегатах RH, RH-OB, RH-КТВ, VD, VOD и VAD. Технология вакуумирования при этом имеет ряд особенностей, характеризующихся весомым снижением скорости обезуглероживания металла в финальном периоде рафинирования. Используют агрегаторы RH увеличения скорости, обезуглероживания достигаем за счет увеличения скорости циркуляции металла и площади поверхности раздела металл-газ внутри вакуумной камеры. Увеличивая расход аргона, подаваемого в подводящий патрубок вакуумной камеры, и увеличивая его диаметр увеличиваем скорость циркуляции расплава.

Очень действенным способом ускорения обезуглероживания металла на установках RH является подача в вакуумную камеру дополнительного количества аргона через придонные фурмы (рис.1). Подтверждение этому есть на рис. 2, на котором приведены данные об изменении содержания углерода в металле при обработке на установке RH по обычной технологии с подачей в подводящий патрубок аргона в количестве 2,5 нм³/мин, а также при дополнительной подаче аргона через боковые придонные фурмы с расходом 0,8 нм³/мин.

На эффективность обезуглероживания на установках RH так же влияет интенсивность образования настывлей на стенках вакуумной камеры. Данные об изменении среднего за время разлива плавки содержания углерода в металле в промежуточном ковше до и после реконструкции установки, в ходе которой она была оборудована фурмой для продувки металла кислородом (технология RH-КТВ), показаны на рис. 3. Наличие кислородной фурмы позволило организовать дожигание выделяющегося из металла СО до СО₂ в рабочем пространстве вакуумной камеры, в результате чего повысилась температура футеровки камеры и уменьшилось количество образующихся на ней настывлей.

Как пример, рассмотрим технологию обезуглероживания IF-стали на установке VD-OB. В кислородных конвертерах верхнего дутья выплавляют полупродукт, который содержит не более 0,05% углерода и не менее 0,06% кислорода. Плавку массой до 300 т выпускают в ковш, в котором имеются три щелевых продувочных блока, при температуре около 1700 °С. В это время производят действия, направленные на то, чтобы предотвратить попадания в ковш шлака. Для ослабления вспенивания шлака во время процесса вакуумирования, материалы, образующие шлак, в ковш не вводят. Высота свободного борта ковша по оконча-

нию процесса выпуска составляет около 1250 мм. Ковш транспортируют на УДМ, где берут пробу металла для анализа, производят замеры температуры и окисленности стали. После этого ковш транспортируют на установку вакуумирования стали.

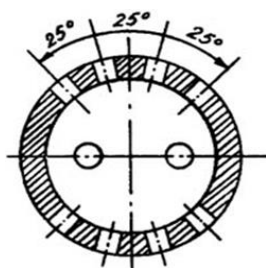


Рис. 1

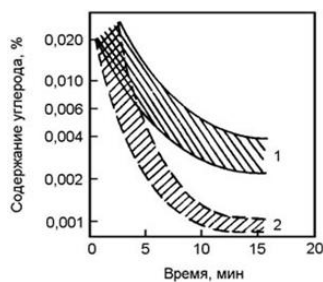


Рис. 2



Рис. 3

Большое распространение непрерывного отжига листа, которое позволяет экономить затраченное время, ощутимо снизит издержки производства в сравнении с колпаковым (так же применяемым) отжигом. Помимо этого, более гомогенные условия, которые могут обеспечиваться данным процессом, позволяют сделать однородность механических свойств по длине и ширине листа, а также от витка к витку в рулоне выше. Кроме этого при использовании IF - сталей получается обеспечить лучшие значения коэффициента Ланкфорда, а также обеспечивается гарантия получения нужного уровня прочности независимо от типа отжига - колпакового или непрерывного. Непрерывный отжиг чаще всего используют в непрерывных линиях нанесения горячего покрытия (основанного на цинке и других металлах). Быстрыми темпами растёт производство изделий из коррозионностойкого листа в автомобильной промышленности, что способствовало вводу в эксплуатацию огромного количества новых линий. Линии обычно не включают секции с перестраиванием (для выделения цементита после рекристаллизации). Из-за того, что отсутствуют свободные атомы внедрения исключается возможность протекания процессов, влияющих на сарение, поэтому использование IF-стали благоприятно для линий горячего цинкования. Имеющаяся возможность для получения комплексных изделий сложной формы даёт гарантию весомого увеличения доли штампованной продукции вследствие сокращения количества операций при штамповке и сварке, и позволяет освободить оборудование для следующих изделий.

Выводы

IF - стали с недавнего времени нашли массовое применение для нужд автомобильной отрасли. Исторически получилось так, что в основном по экономическим причинам титан использовали для стабилизации атомов внедрения. Очень низкий уровень углерода в современных сталях без свободных атомов внедрения нивелирует данный фактор в счёт сокращения нужного количества стабилизирующих элементов, что позволяет использовать комбинацию из малых добавок титана, в количестве стехиометрическом к азоту, и ниобия, в количестве стехиометрическом к углероду, что оказывается лучшим решением на рынке, позволившим получить отличные, качественные поверхности и крайне высокие характеристики штампуемости. Одно из других важных требований, предъявляемое, непосредственно, автомобильной промышленностью - снижение веса, что так же может быть обеспечено за счёт большого повышения прочности листа, однако возможности повышения прочности листа, естественно, ограничены, так как данное мероприятие может привести к ухудшению характеристик штампуемости, которые очень важны. Базируясь на концепции ультранизкого содержания углерода в сталях, так же были разработаны сверхвысокоштампуемые высокопрочные листовые стали. Они могут гарантировать высокую плоскостную изотропность. Использование ниобия для стабилизации высокопрочных сверхнизкоуглеродистых листовых сталей стало стандартом из-за получения лучшего комплекса механических свойств и возможности проявления ВН-эффекта. Многогранность и огромный потенциал IF - и ультранизкоуглеродистых сталей делает их наиболее предпочтительным, экономичным и прочным материалом для изготовления кузовов и кабин автомобиля.

АНАЛИЗ ЦЕТАНОВОГО ЧИСЛА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В нынешнее время автомобили должны отвечать определенным эксплуатационным требованиям, базирующимся на научно обоснованных свойствах и показателях. К автомобилям предъявляются требования по обеспечению высокой производительности и экономичности, повышению уровня экологичности, надежности и снижения затрат на техническое обслуживание и эксплуатацию. Эти показатели напрямую зависят от качества применяемых нефтепродуктов, в основу которых входят топливо и смазочные материалы.

В современном мире дизельное топливо имеет широкий спектр применения. Его используют в двигателях автомобильного и железнодорожного транспорта, а также всех видов сельскохозяйственной техники. Согласно статистике, на местном рынке основным потребителем солярки является грузовой транспорт. Сегодня порядка 97% грузовиков выпускаются с дизельными двигателями, автобусов — примерно 62%, а легковых авто — только 5,5%.

Надежная, эффективная и экономичная работа дизельного автомобильного двигателя будет обеспечена только в том случае, если дизель удовлетворяет требованиям, установленными ГОСТ 305-2013 «Топливо дизельное. Технические условия (Переиздание)» [2]. Важным эксплуатационным параметром дизельного топлива является цетановое число, характеризующее качество горючей смеси. Цетановое число — характеристика воспламеняемости дизельного топлива, определяющая период задержки горения рабочей смеси (т.е. свежего заряда, промежуток времени от впрыска топлива в цилиндр до начала его горения). По нему определяют, как быстро происходит возгорание смеси в цилиндрах двигателя. Чем меньше цетановое число, тем больше требуется времени на возгорание. Следовательно, чем цетановое число дизельного топлива больше, тем эффективнее будет работа двигателя. То есть, другими словами, цетановым числом отображается задержка по времени между поступлением смеси в цилиндры и зажиганием ее от сжатия. По ГОСТ 305-2013 у дизельного топлива стандартного качества этот параметр должен характеризоваться числом не менее 45.

Проводить анализ дизельного топлива долго, сложно и дорого. Процесс требует определенных условий, но есть альтернативный более простой способ — «Анализ цетанового числа экспресс-методом», который проще в проведении анализа и значительно дешевле.

Октанометр SHATOX SX-100K предназначен для определения октанового числа автомобильных бензинов и цетанового числа дизельных топлив, соответствующих моторному и исследовательскому методам. Дополнительно предусмотрено определение температуры застывания дизельного топлива. Результаты измерений выводятся на дисплей.

Принцип работы ОКТАНОМЕТРА заключается в определении детонационной стойкости бензинов, самовоспламеняемости дизельных топлив на основании измерения их диэлектрической проницаемости.

Датчик ОКТАНОМЕТРА представляет собой неразборную конструкцию в виде стакана емкостью 75 мл. Его объем определяет характеристики сигнала генератора, размещенного в нижней части датчика. Также датчик имеет встроенный элемент, чувствительный к изменениям температуры образца топлива.

Электронный вычислительный блок обрабатывает сигнал датчика, производит все необходимые вычисления, а также непрерывно тестирует состояние основных функциональных узлов октанометра. Внешний вид электронного вычислительного блока представлен на рис.2.

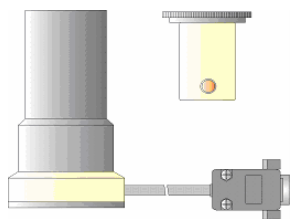


Рис.1. Датчик и имитатор пробы ОКТАНОМЕТРА

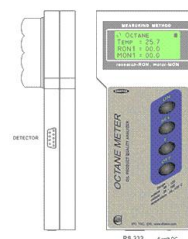


Рис.2. Внешний вид ОКТАНОМЕТРА (электронный блок)

На левой боковой стороне находится разъем для подключения датчика. На нижней панели прибора находится разъем для подключения к компьютеру и разъем для внешнего источника питания. На передней панели расположен жидкокристаллический дисплей и кнопки управления. Кнопки [ON] и [OFF] предназначены для включения и выключения октанометра соответственно. Переключение режимов работы октанометра производится кнопкой [SEL]. Кнопка [F] используется для расширения функций кнопок [SEL] и [OFF]. На задней панели электронного вычислительного блока находится батарейный отсек.

Испытуемый образец аккуратно заливался в датчик октанометра до полного заполнения емкости. С помощью имитатора пробы и электронного вычислительного блока замерялись полученные значения. В данном исследовании регистрировались такие показатели, как плотность топлива, цетановое число и температура. Процесс измерения и обновления занимало примерно 30 с. После измерений, исследуемый образец выливался из измерительного датчика и наливался следующий. После окончания исследования дизельного топлива датчик промывался бензином. Результаты исследований приведены на рис. 3.

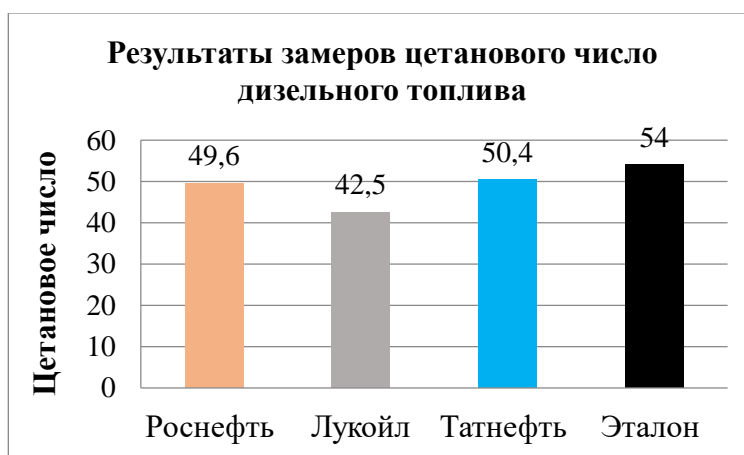


Рис. 3. Результаты замеров цетанового числа дизельного топлива

Вывод

При исследовании образцов дизельного топлива было выявлено, что цетановое число у проверяемых образцов Роснефть и Татнефть соответствует техническим требованиям ГОСТ 305—2013, проверяемый образец Лукойл – не соответствует. Дизельное топливо с высокими показателями ЦЧ обеспечивает: минимальный износ деталей; низкий уровень дымности; исключение перегрева двигателя в процессе полного сгорания топливной смеси; быстрый запуск двигателя; высокую мощность; бесшумный режим работы.

Библиографический список

1. Кузьмин, Н.А. Теоретические основы обеспечения работоспособности автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – М. : Форум; ИНФРА-М, 2014. – 272 с.
2. ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия (Переиздание). - М.: Стандартинформ, 2019.

3. **Кузьмин, Н.А.** Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб. пособие/ Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2013. – 256 с.
4. ГОСТ 32508-2013 Топлива дизельные. Определение цетанового числа (Переиздание). - М.: Стандартинформ, 2019.

УДК 629.113

КОЖЕВНИКОВ Д.К., БЕРДНИКОВ Л.А., КОРЧАЖКИН М.Г.,
ЛОЗОВСКИЙ Н.Т., ЛЕПЕШКИН А.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗАДНЕЙ ПОДВЕСКИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК HYUNDAI SOLARIS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Hyundai Solaris — субкомпактный автомобиль южнокорейской компании Hyundai Motors. Автомобиль представляет собой локализованную версию автомобиля Hyundai Accent, адаптированную для эксплуатации в российских условиях. Корейские автомобили, завоевавшие российский автомобильный рынок, стали популярными в сравнительно короткий отрезок времени. Девизом автомобилей Hyundai является, прежде всего, новаторский дизайн, безусловно, гармоничные формы. Экстерьер и интерьер оживил весь спектр легковых машин, установив высокую планку. Однако базовая платформа на Solaris оказалась менее удачной. Подвеску автомобиля неоднократно модернизировали для улучшения ее эксплуатационных качеств.



Рис.1. Hyundai Solaris

Задняя подвеска автомобиля позволяет двигаться плавно и смягчает неровности дороги. На Hyundai Solaris задняя подвеска используется наполовину независимая, с балкой упругого типа, а также пружинная, с установленными амортизаторами. В конструкцию подвески входит усиленная балка и амортизаторы. Рычаги оснащены краями, на которых располагаются колесные оси и опорные фиксаторы.

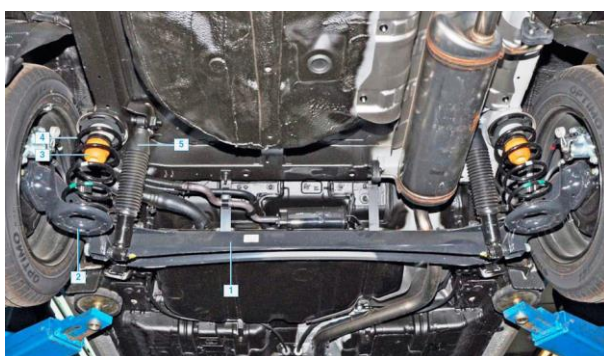


Рис. 2. Задняя подвеска Hyundai Solaris 2011

Первый серийный автомобиль Hyundai Solaris появился в январе 2011 г. Автомобили выпускались с полузависимой пружиной задней подвески, это можно увидеть на рис. 2. Из-за недостаточной жесткости амортизаторов и пружин, устанавливаемых в заднюю подвеску автомобиля при скорости более 120 км/ч, задняя ось автомобиля теряла устойчивость особенно при наличии неровностей на дороге, это могло приводить к сильным боковым сносам. Также присутствовал так называемый «эффект раскачки» задней оси при движении на плохой дороге. Из-за опасной нестабильности автомобиля на дороге компания Hyundai трижды проводила модернизацию задней подвески. В результате этих модернизаций устойчивость автомобиля была значительно повышена, а «эффект раскачки» на плохой дороге — сведен к минимуму. Следует отметить, что компании удалось сохранить высокий уровень комфорта автомобиля, несмотря на увеличившуюся в целом жесткость подвески.

Новое поколение Hyundai Solaris 2017 г. получило модернизированный салон и кузов, а самое главное – новую заднюю подвеску. На рис. 3 представлена задняя подвеска второго поколения Solaris, в основе все та же знакомая нам торсионная балка, такая же, как на предыдущем поколении, основная модернизация заключается в измененном угле крепления задних амортизаторов, угол крепления стал почти прямым, благодаря этому изменению, автомобиль стал более устойчив на трассе и плохих дорогах. Также соответственно изменилась настройка пружин и амортизаторов. Задние амортизаторы были увеличены почти в полтора раза, и располагаются за задней осью колеса. В новой модели Solaris получил более жесткие амортизаторы на сжатие и растяжение. Помимо этого автомобиль получил увеличенную ширину колеи.



Рис.3. Задняя подвеска Hyundai Solaris 2017

Чтобы провести анализ и выявить изменения, коснувшиеся наиболее проблемного места задней подвески Hyundai Solaris, необходимо провести сравнительный тест задних амортизаторов Hyundai Solaris 2011 и Hyundai Solaris 2017 версий от поставщика на конвейер.

Для получения наиболее достоверных результатов было проведено по 2 теста каждого из амортизаторов на электромеханическом динамометрическом стенде 20VS Damper Dynamometer производства Roehrig Engineering Inc. На рис. 4 показана динамика усилий (в кг), прилагаемых к штоку амортизатора при изменении абсолютной скорости его перемещения (в мм/сек). Верхняя часть графика демонстрирует работу амортизатора в режиме отбоя, нижняя – в режиме сжатия. В график добавлены поясняющие элементы – подписи рядов данных и зоны режимов движения.

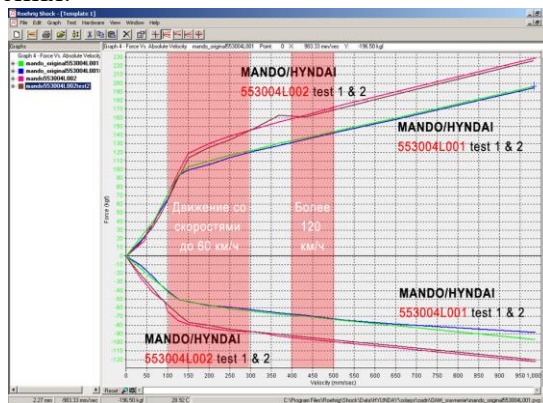


Рис.4. График теста усилий отбоя и сжатия оригинальных амортизаторов

Значение скорости движения штока 300мм/с соответствует работе амортизатора при движении автомобиля в городском режиме. 400-500мм/с соответствует движению по неровной дороге со скоростью 120 км/ч и выше, т.е. показаны условия, при которых «пасовала» подвеска первых Hyundai Solaris, выпущенных в 2011 г. Показатель скорости движения штока свыше 500мм/с соответствуют экстремальным режимам эксплуатации автомобиля в условиях попадания колеса в яму. Из рис.4 следует вывод, что перенастройка амортизаторов увеличила «жесткость» на отбой на 20% и 38% на сжатие.

Вывод

На протяжении многих лет компания Hyundai стремится к усовершенствованию модельной линейки автомобилей, проводит рестайлинги, отзывные рекламационные компании. Таким образом, устраняются конструктивные дефекты узлов и агрегатов для удовлетворения всех потребностей и недовольств клиентов, стремясь достигнуть максимальных результатов в автомобильной индустрии.

Библиографический список

1. Автомобильный справочник-энциклопедия: учебно-справочное пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – изд. 2-е перераб. и доп. – М.: ФОРУМ, 2014. – 288 с.
2. Сертификация и лицензирование в сфере производства и эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: учебное пособие / Н.А. Кузьмин, Л.А. Бердников; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 158 с.

УДК 629.3.066

КОЛЕСОВ И.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

АНАЛИЗ СВОЙСТВ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Система безопасности представляет собой совокупность совместно работающих технических средств для распознавания признаков несанкционированного проникновения на охраняемый объект, для передачи, сбора, обработки и представления информации в определенной форме заинтересованным лицам. Термин обобщен для различных типов систем. Основная цель - предотвращение или предотвращение, когда это возможно, ситуаций, когда ущерб людям или материальным активам в первую очередь связан с действиями других.

Бортовая радиосистема безопасности - это автоматизированный охранный комплекс, устанавливаемый на борту транспортных средств или различных мобильных объектов с целью предупреждения, по возможности, ситуаций, в которых осуществляется кража охраняемого объекта с использованием радиоканала для передачи данных с объекта. Следовательно, современная бортовая радиосистема безопасности автомобиля (РОСА) должна контролировать состояние замков дверей, капота, багажника, состояние стеклоподъемников, защиту устройств управления, функциональность блоков и безопасность зоны вокруг автомобиля.

Здесь достаточно большой выбор готовых решений РОСА. Среди них можно выделить три основных класса устройств. Это автономные маяки или блоки закладок. Системы с односторонней или двусторонней связью с владельцем ТС по радиоканалу; системы, использующие глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) и сотовые сети. Кратко рассмотрим функции и реализации каждого класса этих систем.

Автономные маяки или блоки закладок часто используются вместе с другими РОСА. Его основное предназначение - поиск автомобиля после угона, если основная РОСА была обнаружена злоумышленником и демонтирована (деактивирована), т.е. больше не выполняет свои охранные функции. Автономные системы содержат аккумулятор для обеспечения работы маяка, поэтому его можно установить практически в любом месте автомобиля без необ-

ходимости подключения к стандартной системе электропитания. Это затрудняет обнаружение злоумышленниками такого устройства. При подходящем климатическом исполнении эти устройства могут успешно использоваться для защиты полуприцепов или водного транспорта, так как эти средства сезонные и часто остаются без контроля владельца в течение длительного времени. Отметим, что при угоне автомобиля и парковке в металлическом гараже использование таких систем «заблокировано» - за счет экранирования электромагнитного излучения.

Системы, использующие радиоканал для связи с автовладельцем (рис. 1), можно разделить на две категории: с односторонней связью (только уведомление) и двусторонней связью.



Рис. 1. Схема РОСА с использованием радиоканала

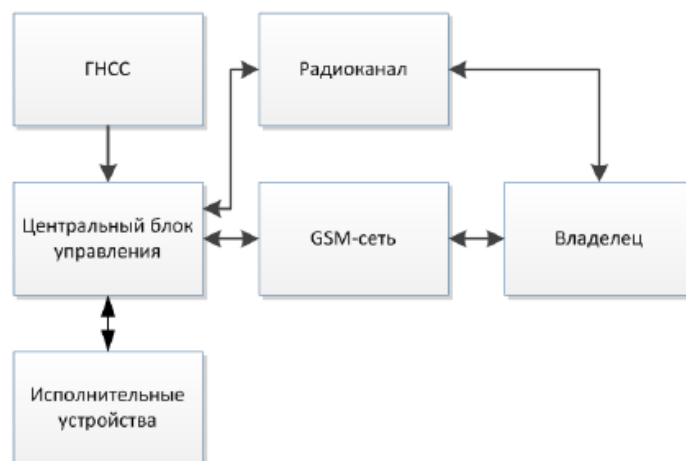


Рис. 2. Схема РОСА с использованием ГНСС и сетей сотовой связи

Системы односторонней связи страдают рядом недостатков из-за своей простоты. Наиболее важным и значимым из них является ограниченная дальность действия системы оповещения при срабатывании автосигнализации, которая осуществляется звуковыми и световыми сигналами. Кроме того, использование одностороннего канала связи не позволяет запрашивать текущее состояние системы (охраняемого объекта) на удалении от транспортного средства.

Этот недостаток был устранен за счет использования двунаправленного канала связи в РОСА (рис. 2), в котором радиообмен между радиобрелоком владельца и бортовым модулем происходит в общедоступном частотном диапазоне. Таким образом, владелец всегда может видеть (отслеживать) состояние системы. Практически во всех современных РОСА используется диалоговый код, который защищает сигнал, передаваемый между брелоком и бортовым модулем, от перехвата. Указанные системы защиты относятся к недорогим и средним решениям.

Использование сети GSM в качестве дополнительного канала связи для управления и получения уведомлений от РОСА значительно улучшает рабочие характеристики системы и делает ее более надежной (рис. 2).

В этом случае радиус действия ограничивается исключительно зоной покрытия сотовой сети. Использование приемников GNSS позволяет определять местонахождение охраняемого транспортного средства с точностью до нескольких метров. К недостаткам таких систем можно отнести цену (это дорогие решения), а также большое количество компонентов для установки и размещения в корпусе по сравнению с системами предыдущего класса. Несмотря на заявленные недостатки, этот класс РОСА является наиболее перспективным для дальнейшего развития, поскольку обеспечивает не только охранные функции транспортного средства, но и расширенные функции - в частности, отображение местоположения, передачу данных о состоянии объекта и т. д. Данные могут быть полезны для дальнейшего анализа и исследования движения любого автомобиля.

Библиографический список

1. **Божков, А.Н.** Структурный синтез на элементах с ограниченной сочетаемостью / А.Н. Божко, А.Ч. Толпаров // Наука и образование. – МГТУ. им. Баумана. – 2004. - №5
2. **Колганов, А.А.** Инженерная методика проектирования автомобильных радиоохранных систем // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. - 2015. - № 3 (31). С. 186-202.
3. **Магауенов, Р.** Системы охранной сигнализации. Основы теории и принципы построения / Р. Магауенов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004.
4. Сертификация и лицензирование в сфере производства и эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин, Л.А. Бердников; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 158 с.

УДК 621

КОРНИЛОВ И.Е., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ЗАМЕНЫ МАСЛА В АКПП

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Необходимость в периодической замене масла в автоматической коробке передач автомобиля часто игнорируется, особенно в тех регионах, где АКПП распространены не очень сильно. Большинство людей знают, что масло в двигателе следует менять регулярно. Но, когда дело доходит до трансмиссии, они могут не вмешиваться в её работу, пока не начнутся проблемы.

Существует много проблем, которые невозможно предотвратить простой заменой масла в АКПП. Но, учитывая затраты на ремонт (или, что еще хуже, замену) автоматической коробки передач, не стоит увеличивать вероятность появления проблем, которые может предотвратить замена масла.

Масло в автоматической коробке передач – это не просто смазка, обеспечивающая правильную работу движущихся элементов. Масло также отвечает за питание внутренней гидравлики коробки передач и охлаждение её компонентов.

Другими словами, жидкость под давлением перемещает компоненты в коробке передач. Это достигается путем направления масляного потока через специальные каналы внутри трансмиссии. Во время циркуляции масло проходит через фильтры, дозирующие клапаны и множество маленьких отверстий.

Во время работы в трансмиссионное масло попадают металлические остатки и грязь. Также инородные частицы попадают в масло в результате изнашивания движущихся компо-

нентов, таких как подшипники, шестерни, а также диски сцепления (роботизированные коробки передач).

Трансмиссионное масло, заполненное металлической стружкой и грязью, проходит через узкие каналы, фильтры и отверстия постепенно «забивая» их. По мере накопления мусора он начнет препятствовать работе некоторых частей АКПП. Это может привести к закупориванию клапанов, что тянет за собой замедленное или резкое переключение передач. Иногда клапана могут вообще заблокироваться, что приведет к потере одной или нескольких передач.

С какой периодичностью все же менять масло в АКПП? Существует огромное разнообразие автоматических коробок передач, и все они имеют разный интервал обслуживания.

В первую очередь необходимо обращаться к официальным рекомендациям от производителя. В случае, если не удастся найти официальную рекомендацию, то можно воспользоваться рекомендациями специалистов, которые советуют менять масло в АКПП с периодичностью 40000-50000 км.

Другие типичные интервалы обслуживания – 100 000 км и 160 000 км. Некоторые производители заявляют, что их разработка может с легкостью преодолеть даже больше 160 тыс. км без обслуживания, но слепо верить такой информации не стоит.

Некоторые специалисты предлагают две более-менее точные формулы расчета пробега до замены масла. Первый, подобный тому, что используют некоторые немецкие, американские и японские автопроизводители — исходя из моточасов. Второй — ориентируясь на расход топлива. Как правило, разница между их результатами не составляет более 1000 км, что вполне допустимо, учитывая указываемый производителем пробег.

Порядок расчета:

1. Рекомендованный производителем пробег разделить на среднюю скорость передвижения (в городских условиях и по трассе). Так Вы узнаете количество моточасов, которое должен отработать движок до замены масла.
2. Посчитать среднее значение между скоростью по трассе и в городе.
3. Взяв среднее количество моточасов работы, умножить их на полученную среднюю скорость. Так Вы получите искомое расстояние.

Имея усредненное число отработываемых двигателем часов, нетрудно понять, сможет ли заливаемое Вами масло служить тот период, который указал автопроизводитель, поскольку многие производители масел на упаковке указывают сколько часов оно гарантировано должно отработать. Как правило, тенденция следующая:

- минералка — около 150;
- полусинтетика — не более 250;
- синтетическое с API SM/SN — до 350 ч.;
- масла LongLife — не менее 400 ч.

Дополнительный бонус к регулярной замене трансмиссионного масла – возможность получения точной информации о состоянии АКПП. Например, если масло почернело и пахнет горелым, это признак наличия внутренней проблемы. Это элементарный способ проверки состояния коробки, но сделать это можно лишь после получения образца масла.

Подводя итоги можно сделать вывод, что, не соблюдая периодичность или не меняя масло вовсе можно получить серьезные проблемы с автоматической трансмиссией. Также не своевременная замена масла приводит к серьезному снижению ресурса автоматической трансмиссии, что в свою очередь впоследствии приводит к огромным финансовым затратам.

КОРРОЗИЯ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-2752 «СОБОЛЬ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Коррозия — самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой.

Виды коррозии:

- Полная. Кузов автомобиля обрабатывается полностью, включая скрытые и труднодоступные полости.
- Частичная. Обрабатываются все узловые соединения и наиболее уязвимые части кузова, пороги, днище, низ дверей. Узловых соединений — включает только обработку мест сварки, креплений, штамповки и других мелких деталей.

Типы оцинковки:

- Горячая. Лучший тип, высокая коррозионная стойкость, устойчивость к механическим воздействиям, свойство частичной регенерации.
- Гальваническая. Хороший тип, меньшая коррозионная стойкость, идеально сочетается с краской и грунтом.
- Цинкрометалл. Приемлемый тип, металл с эластичным покрытием на цинковой основе, слабые антикоррозионные свойства, устойчивость к механическим воздействиям.
- Холодная. Плохой тип, анафорезный грунт с примесью цинка, не способен противостоять коррозии.

Наиболее проблемные места на ГАЗ 2752 «Соболь» - это места порогов и нижние части дверей. Зачастую коррозия металла связана с климатическими условиями, а также реагентами и песчано-солевыми смесями, используемыми при борьбе с гололедицей в холодное время года.

Для борьбы с коррозией, на Горьковском автомобильном заводе используется метод оцинковки кузова. При повреждении оцинкованной поверхности, коррозия разрушает цинк, а не сталь.



Рис. 1. Коррозия на стали

Далее представлены результаты тестов автомобилей, сошедших с конвейера, с одинаковым повреждением (крестик) на нижней части передней правой двери. Испытания проводились в лаборатории. Условия в камере с горячим соляным туманом на протяжении 40 дней соответствовали пяти годам обычной эксплуатации.



Рис. 2. Автомобиль с горячей оцинковкой

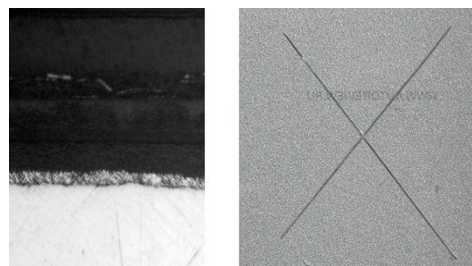


Рис. 3. Автомобиль с гальванической оцинковкой

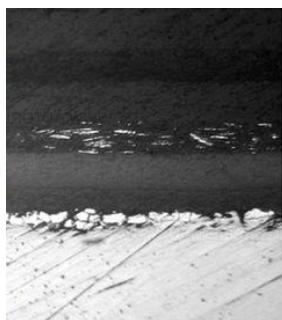


Рис. 4. Автомобиль с холодной оцинковкой



Рис. 5. Автомобиль с цинкометаллом

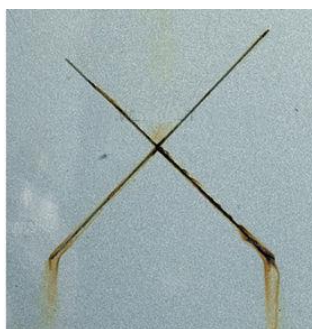
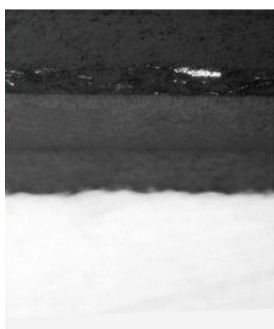


Рис. 6. Автомобиль без оцинковки

На основе испытаний, которые проводились, наглядным образом можно увидеть, что горячая оцинковка – наилучший способ защиты металла от коррозии. Из предоставленной таблицы по выпуску ГАЗ-2752 «Соболь» в сравнении с началом производства и настоящим временем, улучшаются способы обработки и качество антикоррозионной обработки.

Наиболее проблемные места на ГАЗ 2752 «Соболь» это места порогов и нижние части дверей. Зачастую коррозия металла связана с климатическими условиями, а также реагентами и песчано-солевыми смесями, используемыми при борьбе с гололедицей в холодное время года. Исправить проблему можно с помощью повышения качества оцинковки, это приведет к дополнительным тратам, тем самым стоимость автомобиля возрастет в разы.

Библиографический список

1. Руководство по эксплуатации автомобилей Соболь Издательство: Автозавод ГАЗ. –Н. Новгород, 2011.
2. **Федосова, Н.Л** Антикоррозионная защита металлов / Н.Л. Федосова. – Иваново, 2009.

УДК 629

КОТЛОВ А.С.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭБУ НА LADA KALINA

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Lada Kalina по-прежнему остается распространенным автомобилем на российском автомобильном рынке, поэтому проблема выхода из строя ЭБУ не теряет своей актуальности.

Одна из самых распространенных поломок электронного блока управления двигателем связана с попаданием охлаждающей жидкости внутрь корпуса и коррозией дорожек электронной платы. Вызвана эта поломка неудачным конструкционным расположением ЭБУ под радиатором отопителя салона. Соответственно, в случае протечки радиатора или краника печки охлаждающая жидкость заливает ЭБУ.

Как показывает практика, вследствие износа или поломки, радиатор отопителя салона или патрубки могут потечь уже через 50000 километров пробега. Последствия выхода из строя ЭБУ влекут за собой проблемы с двигателем, выраженные в нестабильном холостом ходу, снижении мощностных характеристик и невозможности эксплуатации авто.

Данная проблема была присуща автомобилям первого поколения, выпускаемым с 2004 по 2011 г. В моделях, выпускаемых с 2011 г., эта проблема была решена переносом электронного блока управления в нишу, расположенную за бардачком.

До момента решения проблемы заводом Lada, автолюбителями и механиками применялись самые разнообразные решения. Самым популярным из них был перенос блока ЭБУ в ноги переднего пассажира, под бардачок.

Несколько сложнее дело обстоит на автомобилях с кондиционером, так как классическое место, куда переносят ЭБУ, занято испарителем кондиционера. В таком случае, существовало несколько вариантов решения данной проблемы, один из них - это перенос ЭБУ за декоративный кожух бардачка. Главным недочетом этого способа является отсутствие возможности нормально зафиксировать блок управления.

Существует альтернативный вариант решения этой проблемы: не переносить блок управления, а изолировать его от охлаждающей жидкости влагостойким материалом, в случае протечки радиатора печки.

Вывод

Изменение месторасположения электронного блока управления двигателем стало лучшим решением данной проблемы.

Библиографический список

1. **Кузьмин, Н.А.** Теоретические основы обеспечения работоспособности автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2014.
2. **Кузьмин, Н.А.** Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013.
3. **Кузьмин, Н.А.** Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей: монография / Г.В. Борисов, Н.А. Кузьмин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2012. –270 с.

УДК 621.43

МАГАНОВА О.А., КОРОЛЕВ Д.А., КОТЛОВ А.С.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЕЙ «ГАЗЕЛЬ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Машины производства завода ГАЗ типа «Газель» считаются одними из наиболее востребованных малотоннажных грузовых автомобилей в странах СНГ. Данная модель поступила в массовое производство в 1994 г. С тех пор было выпущено несколько модификаций и усовершенствований, направленных на повышение надежности, продолжительности службы и удобства эксплуатации.

Модификации двигателя «Газели» также не редкость. Можно выделить наиболее востребованные среди них:

- двигатель ЗМЗ-402;
- двигатель ЗМЗ-406;
- двигатель ЗМЗ-405;
- двигатель ЗМЗ-409;
- двигатель УМЗ-4216;
- двигатель Cummins 2.8;
- Двигатель УМЗ Evotech 2.7.

Каждый из них имеет свои особенности и собственные модификации.

Двигатель ЗМЗ-402

ЗМЗ-402 — модификация двигателя ГАЗ-24Д. Улучшены основные узлы, а также элементы силового агрегата. Это 4-цилиндровый карбюраторный двигатель с объемом 2,5 л. Его расход топлива — 13,5 л/100 км в городском цикле.

Данный двигатель оснащен карбюраторной системой питания и отличается большим потреблением топлива. Данный двигатель был разработан для легковых автомобилей, и обладает низким крутящим моментом.

Двигатель ЗМЗ-406

Пришел на смену своему предшественнику ЗМЗ-402. Двигатель 406 «Газель» серийно выпускается с 1996 г. Двигатель 406 достаточно трудоемкий в эксплуатации благодаря наличию сложной системы подачи топлива, а также электронной системы управления. Он имеет 4 цилиндра и объем 2,28 л, а его номинальная мощность — 106,6 кВт. Применяется как инжекторная топливная система, так и карбюраторная.

К главным плюсам данного двигателя, по сравнению с ЗМЗ-402 являются:

- Изменение расположения распредвалов;
- Мотор имеет 16 клапанов;
- Имеет гидрокомпенсаторы;
- Используется чугунный блок цилиндров.

Двигатель ЗМЗ-405

Двигатель 405 «Газель» используется для автомобилей производства ГАЗ. Он входит в семейство двигателей ЗМЗ 406 серии. Это инжекторный 4-цилиндровый двигатель с объемом 2 464 куб. см.

Основным отличием от базовой модели ЗМЗ-406 стало увеличение объема на 7,9 % и мощности двигателя на 4,8 %. Наиболее современный двигатель ЗМЗ-405 Евро-3 соответствует международным стандартам.

Двигатель ЗМЗ-409

Мотор ЗМЗ 409 обладает двумя отличиями - это увеличенный ход поршня на 8 мм и увеличенный диаметр цилиндров на 4 мм. Следует отметить, что данный ДВС разработан для легковых и грузо-пассажирских машин марки УАЗ. Однако его можно встретить на некоторых «Газелях». Выпуск был начат в 1996 г.

ЗМЗ-409 — четырехцилиндровый двигатель с объемом 2,693 литра и мощностью 94,1 кВт. Современная вариация ДВС соответствуют требованиям Евро-4. Расход топлива достигает 12 л. При этом у ЗМЗ-409 блок цилиндров одинаковый с моделью ЗМЗ-405. Двигатель надежный, простой в эксплуатации.

Двигатель УМЗ-4216 «Газель»

УМЗ-4216 — бензиновый четырехтактный ДВС с объемом 2,89 л и мощностью 90,5 кВт. Устанавливается на «Газель-Бизнес» и «Газель-Некст». Двигатель имеет оригинальную конструкцию алюминиевого блока цилиндров, а также коленчатые валы с закалкой шатунных и коренных шеек.

Двигатель очень надежный благодаря использованию более совершенных комплектующих. Отличается от более старых моделей повышенной прочностью блока, что ведет к увеличению ресурса.

Двигатель Cummins 2.8 «Газель»

Двигатель Cummins 2.8 устанавливается на машины ГАЗ «Газель» и ГАЗ «Некст», а также ГАЗ «Бизнес». Это четырехцилиндровый мотор с мощностью 88,3 кВт и объемом 2,781 л. Работает на дизельном топливе. Блок цилиндра сделан из серого чугуна с фрезерованным гильзами цилиндров.

Данный двигатель отличается большей экономичностью и технологичностью. В отличие от УМЗ-4216, имеет больший крутящий момент. К минусам данного двигателя можно отнести высокую стоимость комплектующих.

Двигатель УМЗ Evotech 2.7

Базой для данного двигателя стала модель УМЗ-4216, от которого в итоге, кроме коленвала, шатунов и схемы привода ГРМ, практически ничего не осталось. Существенные изменения произошли в электрооборудовании двигателя, уплотнительных соединениях, креплениях узлов, системах охлаждения, питания, зажигания и смазки.

Данный двигатель отличается от своих предшественников повышенной надежностью и сниженным расходом топлива. Данный мотор соответствует экологическим нормам Евро-5.

Таким образом, каждый из представленных двигателей имеет свои плюсы и минусы. На данный момент, двигатели Evotech 2.7 и Cummins 2.8 являются наиболее технологичными и соответствуют современным экологическим стандартам. В свою очередь, двигатели ЗМЗ и УМЗ имеют более простую конструкцию, и дешевую стоимость комплектующих. Экономичность данных двигателей зависит от типа топлива, системы подачи топлива и условий эксплуатации.

УДК 629.113

МАМЛИН С.В., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗЕЛЬ NEXТ, УЗЛОВ И АГРЕГАТОВ. АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Под надежностью понимают свойство машины или ее составных частей выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих режимам и условиям их использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. Иными словами, это свойство автомобиля осуществлять перевозки без неисправностей в течение заданного времени.

Когда говорят о надежности коммерческого транспорта, в первую очередь вспоминают такие марки автомобилей, как Mercedes, Ford, Volkswagen, Scania. Автомобили данных производителей завоевали признание по всему миру и активно используются для осуществления коммерческой деятельности, т.е. для перевозок грузов.

В Российской Федерации, как и в других странах, есть свои производители коммерческого транспорта. Это Камский автомобильный завод, который специализируется на автомобилях, предназначенных для перевозок больших партий груза на дальние расстояния, и Горьковский автомобильный завод, занимающий нишу малотоннажного коммерческого транспорта.

ГАЗ производит автомобили моделей Газель NEXТ и Газон NEXТ, которые пользуются спросом у российских перевозчиков ввиду их простоты, ремонтпригодности и возможности приобрести необходимые запасные части практически в любом магазине. Можно ли, однако, утверждать, что с данными моделями все так хорошо?

Проверив на личном опыте эксплуатацию парка в 30 автомобилей марки ГАЗ, с уверенностью можно утверждать, что в плане надежности они значительно уступают зарубежным конкурентам. И если ГАЗон ещё более или менее соответствует уровню аналогов, то ГАЗель ещё очень далека от «одноклассников».

Немного конкретики. Данные, представленные далее, получены на основании годового опыта работы с тридцатью автомобилями модели ГАЗель NEXТ, при этом каждый из них не старше пяти лет и ежедневно задействован в работе по доставке груза со среднесуточным пробегом 65 км. В процессе эксплуатации возникли проблемы следующего характера:

1. Эксплуатационный износ петель водительской двери, в результате чего дверь начинала задевать об крыло. Крыло не выдерживало постоянных нагрузок и через

непродолжительное время ломалось. Проблема чаще возникала у автомобилей 2018 года выпуска. Более старые автомобили с такой проблемой сталкивались реже. Пробег автомобилей с данной проблемой приблизительно 55-70 тыс. км.

2. Отказ запуска ДВС. Втягивающее реле стартера переставало выполнять свои функции, в результате чего ДВС не запускался. Данная проблема может быть обусловлена тем, что в день автомобили совершали более тридцати запусков ДВС, и за полтора года такого режима работы полностью выработывали свой ресурс. Зачастую стартеры заменялись по гарантии завода-изготовителя на СТО. Пробег автомобилей составлял от 50 до 100 тыс. км. За год было заменено 10 стартеров по гарантии.
3. Отказывало реле указателей поворота и аварийной сигнализации. Не столько проблема автомобилей, сколько самих реле. Замена реле производилась ежемесячно на всех автомобилях, не зависимо от пробега.
4. Жгут водительской двери. Он отвечает за работу стеклоподъемников, центрального замка, обогрева зеркал. Он настолько короткий, что постоянно происходят обрывы проводов, либо их перетираение. Много раз замена или ремонт жгута производилась по гарантии, на пробегах от 70 до 90 тыс. км. На некоторых автомобилях не один раз.
5. АКБ. АКБ, поставляемые с завода, не выработывают срок службы. Многие АКБ так же были поменяны по гарантии в первые два года эксплуатации. Возможно, виной тому служит режим работы с частыми технологическими остановками.

Это лишь немногие, но наиболее частые неисправности, замеченные при эксплуатации автомобилей марки ГАЗ. Вспомним, какие были старые модели газелей, например, ГАЗ 33021. Это была простая «рабочая лошадка», которую можно было починить «молотком на коленке». Простой карбюраторный двигатель ЗМЗ 402, а позднее инжекторные ЗМЗ 405 и 406 уверенно заводились в любую погоду. Аварийная сигнализация была доступна и не ломалась. Металл на дверях, петлях и, что самое главное, крыльях мог быть сломан только при очень большом усилии, например, при ДТП.

Конечно, с течением времени данные модели устарели. Они не соответствуют новым экологическим нормам, которые устанавливают допустимое содержание вредных выбросов от ДВС, но может быть конструкторам ГАЗ стоит взглянуть на прошлые модели и перенести то лучшее, что в них было в современные автомобили?

-
1. **Корчажкин, М. Г.** Основы теории надежности и диагностика автомобилей/ М. Г. Корчажкин. –Н. Новгород, 2006 г.

УДК 656.13

МАРКОВА Е.А.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГИПЕРМАРКЕТА «ЛЕРУА МЕРЛЕН»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время Нижний Новгород характеризуется плотной и развитой улично-дорожной сетью в городском округе. В недавнем времени в Нижнем Новгороде открылся крупнейший DIY-гипермаркет «Leroy Merlin», который расположен на окраине города с затрудненным заездом. Затрудненность состоит в том, что повернуть в гипермаркет по движению с востока (со стороны города) невозможно. Для этого нужно проехать прямо на 2 км и развернуться. Вследствие чего, появилась задача разработки дорожной развязки для комфортного заезда в гипермаркет на личном и общественном транспорте.

«Леруа Мерлен» занимается обслуживанием собственных бесплатных автобусов из Нижнего Новгорода и Дзержинска. Автобус следует от Московского вокзала, без промежуточных остановок и является экспрессным, что в свою очередь не актуально. Было проведено исследование пассажиропотоков по распределению вида транспорта. Результаты показали, что доля пассажиров на общественном транспорте составляет 46%.

Анализ пассажиропотока на маршруте «ост. Московский вокзал – Леруа Мерлен» показал, что в будние дни он крайне мал и подвижной состав используется не эффективно, а именно номинальная вместимость салона автобуса не соответствует фактической.

Для решения данной проблемы было предложено: продление троллейбусного маршрута № 10 «Мещерское озеро – Горьковский Агрокомбинат».

Для этого необходимо выполнить:

1. Продление троллейбусной контактной сети протяженностью 2 км до гипермаркета «Леруа Мерлен».
2. Постройка разворотного - для троллейбусного маршрута, или разворотного – для автомобилей, кармана, а также, установка светофорного регулирования.

Для оптимизации методов организации дорожного движения на автомобильной дороге или отдельных ее участках для повышения пропускной способности и безопасности движения транспортных средств и пешеходов является проект организации дорожного движения.

Данное решение было передано в Министерство транспорта и автомобильных дорог Нижегородской области, а также в Департамент транспорта Нижнего Новгорода.

Для организации рационального движения общественного транспорта, а также для заезда в гипермаркет и разворота личных автомобилей, была разработана схема заездного (разворотного) кармана на моделирующем дорожном участке. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 52290-2004 [1] были разработаны ведомости размещения дорожных знаков, барьерного ограждения, сигнальных столбиков, искусственного освещения, пешеходных дорожек и ограждений; а также ведомости наличия светофорных объектов, пешеходных переходов, остановок общественного транспорта.

На данный момент (2021 г.) были выполнены работы по постройке разворотного кармана (рис.2) на моделирующем участке, установлено светофорное регулирование, размещены все необходимые для движения и функционирования кармана дорожные знаки.

На рис.3 представлена схема «До» и «После» проведения ремонтных работ на исследуемом участке дороги.

В ближайшее время планируется проведение исследований в области пропускной способности транспорта на проектируемом участке, проведение замеров потерь времени простоя на светофоре.



Рис. 1. Распределение респондентов по виду транспорта



Рис.2. Разворотный карман

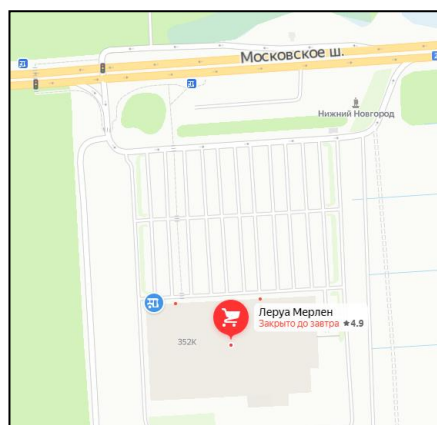
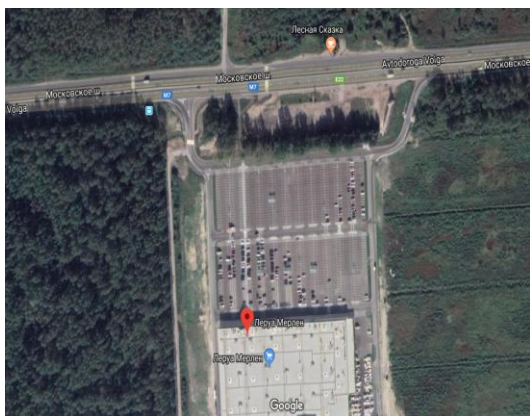


Рис. 3. Схематичное изображение «до» и «после» исследования проектируемого участка

1. ГОСТ Р 52290-2004 - Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования (с Поправками, с Изменениями N 1, 2, 3). – М., 2004

УДК 656.025.4

МАСЛЕЕВ А.И., КУЛЯЗИН А.Д., ЛИПЕНКОВ А.В., КАРЕТНИКОВА М.П.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЧЕЛИНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Искусственная пчелиная колония (*artificial bee colony, ABC*) - это новый подход, представленный всего несколько лет назад Д. Карабогой (*Karaboga D.*) в 2005 г. в своей работе [1]. Алгоритм *ABC* принадлежит к классу эволюционных алгоритмов, вдохновленных разумным поведением медоносных пчел при поиске источников нектара вокруг своих ульев.

В данном алгоритме пчелы делятся на три типа: пчелы-работчие, пчелы-разведчики и пчелы-наблюдатели. Первые несут ответственность за использование доступных источников пищи и сбор информации о них (качество, длина). Следует отметить, что под источником пищи в данном случае понимается решение задачи маршрутизации транспорта (*VRP*), т.е. минимальный набор маршрутов, необходимых для полного удовлетворения спроса заданного набора клиентов. Пчелы-работчие также делятся информацией с пчелами-наблюдателями, последние же в свою очередь выбирают существующие источники пищи для дальнейшего изучения. Пчелы-разведчики несут ответственность за поиск новых источников пищи вокруг улья.

Алгоритм *ABC* - это итеративный алгоритм, который начинается с генерации случайных решений в качестве источников пищи и присвоения каждой пчелы-работника источнику пищи [2]. Затем во время каждой итерации каждая пчела-работчий находит новый источник пищи рядом с первоначально назначенным (старым) источником пищи (с помощью оператора соседства). Затем оценивается стоимость решения по следующей формуле:

$$z(x) = c(x) + \alpha q(x) + \beta t(x) \quad (1)$$

где, x – набор маршрутов (источник пищи, решение); $c(x)$ – длина (протяженность) решения x ; $q(x)$ и $t(x)$ – нарушение ограничений решения x по пропускной способности и продолжительности (длине, времени объезда) соответственно; α и β - это саморегулирующиеся положительные параметры, которые изменяются на каждой итерации работы алгоритма.

Если пригодность нового источника пищи выше, чем в старом, то старый заменяется новым. После того, как все пчелы-работники завершили описанный ранее процесс, они делятся информацией об источниках пищи с пчелами-наблюдателями. Затем каждый наблюда-

тель выбирает источник пищи в соответствии с традиционным методом выбора - колеса рулетки, где вероятность выбора i -го решения (источника пищи) определяется формулой:

$$p(x_i) = \frac{f(x_i)}{\sum_{j=1}^{\tau} f(x_j)} \quad (2)$$

где, $f(x_i) = \frac{1}{z(x_i)}$ - пригодность (“фитнес”) источника пищи (решения).

τ - количество решений.

После этого, каждая пчела-наблюдатель находит источник пищи рядом с выбранным им ранее (используя оператор соседства) и вычисляет пригодность в новом источнике. Затем для каждого старого источника пищи определяется лучший среди всех источников пищи рядом со старым [3]. Пчела-работник, связанная со старым решением, назначается лучшему и отказывается от старого, если лучшее решение лучше, чем старое. Она также отказывается от источника пищи, если “фитнес” источника не был улучшен в течение заранее установленного предельного количества последовательных итераций [4]. Затем эта пчела-работник становится разведчиком и случайным образом ищет новое решение. После того, как разведчик находит новый источник пищи, он снова становится пчелой-работником. После того, как каждая рабочая пчела закреплена за источником пищи, начинается еще одна итерация алгоритма ABC. Весь процесс повторяется до тех пор, пока не будет выполнено условие остановки.

В презентуемой статье мы используем следующий алгоритм реализующий *artificial bee colony*:

1. Сгенерировать случайный набор решений τ , в качестве изначальных источников пищи. Назначить каждому из решений пчелу-работного;
2. Оценить пригодность каждого решения;
3. Установить $v = 0$; $l_1 = l_2 = \dots = l_{\tau} = 0$;
4. Повторять:
 - А) для кадого источника пищи (решения) x применить оператор соседства. Если $f(x) > f(x')$, то заменить решение x новым решением x' , иначе $l_i = l_i + 1$;
 - Б) для каждой пчелы-наблюдателя выбрать решение (источник пищи) используя метод колеса рулетки. Применить оператор соседства для каждого из решений x_i ;
 - В) выбрать лучшие решения среди все старых решений;
 - Г) для каждого решения x_i : Если $l_i = limit$, тогда заменить решение x_i случайно сгенерированным решением x' ;
5. Пока $v \leq \max Iterations$

где, v – количество итераций алгоритма; l_i – количество итераций без улучшения пригодности i -го решения; $limit$ – максимальное количество итераций без улучшения пригодности i -го решения; $\max Iterations$ – максимальное количество итераций алгоритма.

Вывод

Рассмотрен один из мета-эвристических методов решения задачи маршрутизации транспорта - алгоритм пчелиной колонии. Приведено его описание. Рассмотрен алгоритм, его математическая модель, основные входные параметры. Данный метод перспективен в изучении и может показать хорошие результаты в решение задачи маршрутизации. Следующим этапом развития будет реализация данного метода в профессиональной среде имитационного моделирования AnyLogic, анализ результатов полученной модели, выработка рекомендаций по ее применению, а также разработка улучшений, позволяющих повысить точность данного метода.

Библиографический список

1. Karaboga, D. An idea based on honey bee swarm for numerical optimization // Technical Report TR06. Erciyes University, 2005.

2. **Karaboga, D.** Powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: Artificial bee colony (ABC) algorithm. *Journal of Global Optimization*, 2007. 39. 459–471.
3. **Karaboga, D.** On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm. *Applied Soft Computing*, 2008. 8. 687–697.
4. **Szeto, W.Y.** An artificial bee colony algorithm for the capacitated vehicle routing problem / *European Journal of Operational Research* (2011). 215. 126–135.

УДК 629.113

МАХОНИН Д.В., БЕРДНИКОВ Л.А., КОРЧАЖКИН М.Г., КОРНЕВ А.Р.

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ СПЕЦШАССИ МЗКТ-7930 И БАЗ-6402 И ВЛИЯНИЕ НА НИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

На сегодняшний день Россия является одним из крупнейших производителей и поставщиков военной техники на базе спецшасси. Именно поэтому к ней предъявляются высокие требования к качеству производства. Существует несколько видов спецшасси, которые рассмотрим далее.

МЗКТ-7930 (Астролог) самоходный тягач (полноприводный) с дизельным двигателем ЯМЗ 846.10, выпускается Минским заводом колесных тягачей.



Рис.1. МЗКТ-7930

БАЗ-6402 (Вощина) буксируемый полноприводный тягач с силовым агрегатом ЯМЗ 8491.10-032, выпускается на Брянском автомобильном заводе.

Основным заказчиком упомянутых спецшасси является Министерство Обороны Российской Федерации, для использования с различными видами вооружения. Применение разных видов спецшасси можно объяснить тем, что буксируемые шасси намного проще и дешевле в эксплуатации, в то же время самоходные шасси обладают лучшей маневренностью и проходимостью по бездорожью (несомненный плюс при работе в различных климатических условиях и типах рельефа), оба автомобиля экспортируются за рубежом.



Рис.2. БАЗ-6402

Разнотипность колесной техники затрудняет и удорожает ее эксплуатацию.

Так как данные тягачи используются в странах с разным климатом и типом местности, к ним предъявляются различные технические требования.

Таблица 1. Пластичные смазки и масла, используемые при эксплуатации спецшасси и их дублиеры

БАЗ-6402	МЗКТ 7930
Моторные масла	
Лукойл- Супер (SAE 15W-40, API CF-4/SG, Лукойл- Авангард SAE 15W-40, API CG-4/SJ Дублиеры: М-10 ДМ ГОСТ 8581-78 М-8 ДМ ГОСТ 8581-78	М10Г2к, М8Г2к, М-10-Г2(и) М-8-Г2(и), Славол М-3042У (М-10-Г2у) Славол М-2042У (М-8-Г2у), Лукойл Стандарт SAE 10W-30, AP SF/CC Также допускается использование масел произведенных за рубежом
Трансмиссионные масла	
ТСп-15к ГОСТ 23652-79 Смесь масла ТСп-15к с 15% дизельного топлива Дублиеры: Всесезонное масло ТМ5-12РК по ТУ 38.101844-80 Масло МТ-16п ГОСТ 6360-83	90%масла ТСп-15К и 10% присадки АКОР-1 Дублиеры: 90%масла ТАД-17И и 10%присадки АКОР-1 90% масла МТ-16П и 10% присадки АКОР-1 Также допускается использование масел, произведенных за рубежом, допуски API не ниже GL3
Пластичные смазки	
Смазка «ЗИМОЛ» по ТУ 38. УССР 201285-82 Дублиеры: Смазка ЛИТОЛ-24 РК Смазка «ЛИТА» ОСТ 38.01.295-83	ЛИТОЛ-24 ГОСТ 21150-87 Дублиеры: ЛИТА ТУ 38.1011308-90 ЦИАТИМ-201 ГОСТ 6267-74 Также допускается использование пластичных смазок с допусками NLGI 3
Охлаждающая жидкость	
ОЖ-40 «Лена» по ТУ 113.07.02 ОЖ-65 «Лена» по ТУ 113.07.02 Дублиеры: ТОСОЛ-А40 М ТОСОЛ-А65 М	Тосол-А40М, Тосол-А65М, Тосол –АМ, Премиум-С, Премиум-40, Премиум-65
Дизельное топливо	
Л-0,5-40 по ГОСТ 305.82 при температуре окружающего воздуха выше 0 °С З-0,5минус 35 при температуре окружающего воздуха от 0°С до минус 30°С З-0,5минус 45 при температуре окружающего воздуха от -20 до -30°С А-0,4 при температуре окружающего воздуха от -30С до -50С Дублиеры: Л-0,2-40, Л-0,2-62, Л-0,5-62 З-0,2 минус 35 З-0,2 минус 45 А-0,2	

Периодическое обслуживание МЗКТ-7930 проводится каждые 14000-15000 км, а при использовании в песчано-пустынных или горных районах каждые 9000-10000 км, что касается БАЗ-6402, то у него периодичность обслуживания составляет также 15000 км, но при использовании в различных видах местности дополнительно учитывается коэффициент категории эксплуатации и тип дорожного покрытия. В таком случае пробег до периодического технического обслуживания варьирует от 8000 до 13000 км.

Климатические условия, в которых используют автомобили, влияют на выбор горюче-смазочных материалов.

Таблица 2. Сравнительные характеристики МЗКТ-7930 и БАЗ-6402

Тип характеристик	БАЗ-6402	МЗКТ-7930
Допустимая полная масса	46000 кг	43000 кг
Колея (расстояние между серединами колес)	2218 мм	2375 мм
Дорожный просвет	500 мм	400 мм
Расход топлива	50 л	70 л
Заправочные данные:		
Топливные баки	665 л	770 л
Система смазки двигателя	50 л	33 л
Система охлаждения двигателя	70 л	100 л
Коробка передач	14,5 л	9 л
Норма времени на выполнение работ:		
– при проведении РО	– (проводится контрольный осмотр 150-200 км)	1800 чел.мин
– при проведении ПО	3000 чел.мин	3600 чел.мин
– при подготовке к зиме	240 чел.мин	300 чел.мин
– при подготовке к лету	50 чел.мин	30 чел.мин

Основным моторным маслом для БАЗ-6402 является Лукойл-Супер (SAE 15W-40), однако когда используется спецшасси при температуре окружающего воздуха от 278К(+5С) и выше применяется дублер М-10ДМ, а от 278К(+5С) и ниже используется масло М-8ДМ, в таком случае срок замены дублирующего масла вдвое меньше.

Для спецшасси МЗКТ-7930 используется масло Лукойл Стандарт SAE 10W-30, к которому предъявляются такие же требования, как и для масла, используемого в спецшасси БАЗ.

На обеих моделях тягачей используется трансмиссионное масло ТСП-15к, но отличительной особенностью является добавление дизельного топлива для БАЗ-6402 и присадки АКОР-1 для МЗКТ-7930, в зависимости от климатических условий, в которых эксплуатируются данные автомобили.

Вывод

В результате проведенного сравнения и анализа данных можно сделать вывод, что каждый из автомобилей БАЗ-6402 и МЗКТ-7930 имеет свои достоинства и недостатки, на основании которых заказчик выбирает модель, наиболее подходящую под свои требования и условия эксплуатации.

Библиографический список

1. Шасси колесное МЗКТ-7930, руководство по эксплуатации. – М., 1993.
2. Седелный тягач БАЗ-6402, руководство по эксплуатации. – М., 1993.

**АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ 1.5 dCi
АВТОМОБИЛЕЙ МАРКИ «RENAULT»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день все квалифицированные специалисты сервисных центров могут заменить практически любой элемент топливной системы. Серьёзные поломки топливной системы двигателей 1.5 dCi автомобилей марки RENAULT, при правильной эксплуатации автомобиля и своевременном обслуживании системы, фиксируются редко.

Двигатель 1.5 dCi является одним из самых распространённых турбодизелей от RENAULT. Данный двигатель стал использоваться на автомобилях с 2000 г. и за это время сменил трех производителей топливной системы. Сначала силовой агрегат включал Common Rail от Delphi, а затем были представлены при эксплуатации версии от Siemens и Continental.

Некоторые проблемные моменты двигателей 1.5 dCi, которые возникали при работоспособности двигателей, зависели именно от того, какой топливной системой оборудован двигатель. Топливную систему Delphi можно было встретить только в автомобилях до 2004 г. выпуска. Такие двигатели можно было легко определить по индексу до 728, а также отметками 829 и 830. Кроме того, мощность этих двигателей была не более 105 л.с.

Топливная система Common Rail от Delphi являлась достаточно надёжной, но требовала исключительно высококачественного топлива. Кроме того, нельзя не отметить тот факт, что в системе предусмотрен акселерометр, который позволял адаптировать впрыск топлива к степени естественного износа форсунок. При обслуживании системы рекомендовалось использовать именно оригинальные модели фильтров.

Однако отсутствие высококачественного топлива приводило к тому, что топливный насос высокого давления (далее – ТНВД) Delphi начинал активно «капризничать» и вследствие начинал гнать стружку, которая быстро расходилась по всей топливной системе, что впоследствии могло привести к выходу из строя всего мотора. Проблемой данной неисправности при впрыске топлива являлись обратные клапана форсунок - они избыточно отправляли поступившее топливо в обратный топливопровод.

Годом существенной модернизации двигателя 1.5 dCi стал 2005 г. Помимо того, что у двигателя стала другая головка блока цилиндров, изменился коленчатый вал и поршень, в нем стали использовать новую топливную систему от компании Siemens (эти двигатели имели индексы 732, 764, 780, 804, 832).

Топливная система CommonRail была гораздо надежнее своего предшественника. Главным слабым местом системы являлось то, что подкачивающий насос был напрямую встроены в ТНВД. В дальнейшем, при эксплуатации автомобиля, происходил износ насоса, а это в свою очередь сказывалось на качестве подкачки топлива – насос не снабжался необходимым количеством топлива.

Последние модели двигателей 1.5 dCi до настоящего времени оснащаются топливной системой впрыска Continental. Эта система идентична топливной системе, которую использовала Siemens, сменился только логотип, а суть осталась прежней. Автомобили с топливной системой Common Rail больше не выпускаются.

Необходимо отметить, что в двух последних системах используются исключительно пьезоэлектрические форсунки, следовательно, при ремонте менять их необходимо на оригиналы. Установленные пьезоэлектрические форсунки отличаются прочностью, надёжностью и неприхотливостью в работе, к ремонту они не пригодны. Не своевременная замена форсунок ведёт за собой «цепную реакцию» неисправностей в работе двигателя, которая впоследствии приводит к фатальному прогоранию поршней. Так же проблемы в топливной системе могут возникать с подкачивающим насосом, который, как отмечалось ранее, встроены в

ТНВД. Симптомы определения проблем в работе подкачивающего насоса очень просты – двигатель начинает нестабильно работать и снижается его мощность.

Библиографический список

1. **Грехов, Л.В.** Топливная аппаратура дизелей с электронным управлением: учебник/ Л.В. Грехов.–М., Легион-Автодата, 2017. – 176 с.
2. RENAULT LOGAN / DACIA LOGAN / LOGAN MCV с 2012 бензин / дизель Руководство по ремонту и техническому обслуживанию. – М. : Издательство: Монолит, 2019. – 484 с.

УДК 621.43

ОСОКИН А.О., ПАВЛОВ Е.Н., КОБЯКОВ А.А., БЕРДНИКОВ Л.А., СКРЫЛЕВА В.А.

АНАЛИЗ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНОВ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В последнее время к автомобилям предъявляются все более жесткие требования по повышению уровня экологичности, надежности, экономичности. Эти показатели напрямую зависят от качества применяемых нефтепродуктов, в основу которых входят топливо и смазочные материалы.

Автомобильные бензины по масштабам производства и применения занимают доминирующее положение среди первичных источников энергии. Около 60 % автомобилей России оснащены бензиновыми двигателями.

Надежная, эффективная и экономичная работа бензинового автомобильного двигателя будет обеспечена только в том случае, если бензин удовлетворяет требованиям, установленным ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» [2]. Одной из важных эксплуатационных характеристик автомобильного бензина является детонационная стойкость, выражающаяся октановым числом. Октановое число — показатель, который характеризует детонационную стойкость топлива, применяемого в двигателях внутреннего сгорания с внешним смесеобразованием (обычно бензина, не используется при характеристике дизельного топлива и авиационного керосина). Бензин с более высоким октановым числом может выдержать более высокую степень сжатия в цилиндрах двигателя без досрочного самовоспламенения (стука в двигателе, «детонации») и потому может применяться в двигателях с большей удельной мощностью и коэффициентом полезного действия.

Октановое число характеризует стойкость бензина к воспламенению под воздействием сжатия: чем это число выше, тем больше давления можно оказать на топливо, не вызывая детонации. Его несоответствие классу бензина может привести к уменьшению КПД двигателя, увеличению расхода топлива и преждевременному износу поршневой группы двигателя.

Проводить анализ бензинов довольно долгий, сложный и дорогой процесс, требующий определенных условий, но есть универсальный прибор, который прост в обслуживании и гораздо дешевле других методов.

Анализатор качества бензина будем проводить с помощью прибора Октанометр SHATOX SX-100K (рис. 1). Он обладает возможностью подключения к персональному компьютеру при помощи последовательного порта RS 232. Прибор «Октанометр» предназначен для экспресс-определения октановых и цетановых чисел топлив в полевых и лабораторных условиях.



Рис. 1. Октанометр SHATOX SX-100К

Преимущества Октанометра SX-100К

Возможность проводить измерения, формируя при этом таблицу замеров в текстовом формате или в формате Microsoft Excel, содержащую информацию о пробе (наименование продукта, место замеров, режим измерения, октановое число по исследовательскому и по моторному методам и т.д.);

Отображение результатов измерений, информации о режимах работы прибора в удобной форме на экране компьютера;

Коррекция становится более простой;

Возможность загрузки результатов измерений из памяти прибора в программу компьютера;

Возможность обновления базы данных интегральных параметров топлив (создания индивидуальной программы измерений по желанию заказчика).

Комплект поставки shatox-100:

- электронный вычислительный блок;
- датчик;
- имитатор пробы;
- паспорт на октанометр;
- программное обеспечение для персонального компьютера, совместимое со всеми версиями Windows;
- кабель RS-232 для подключения к com-порту;
- руководство пользователя;
- копия сертификата о внесении в госреестр;
- гарантийный талон;
- батареи типа АА;
- сумка для хранения и транспортировки.

Технические требования

1. Бензины должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологии, утвержденной изготовителем.
2. По физико-химическим и эксплуатационным показателям бензины должны соответствовать нормам и требованиям, указанным в табл. 1.

Таблица 1. Физико-химические и эксплуатационные показатели бензинов [2]

Наименование показателя	Значение для марки				Метод испытания
	АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98	
1 Октановое число, не менее:					
- по исследовательскому методу	80,0	92,0	95,0	98,0	По ГОСТ 32339, ГОСТ 8226
- по моторному методу	76,0	83,0	85,0	88,0	По ГОСТ 32340, ГОСТ 511

Октановое число (ОЧ) бензинов определяется на специальных одноцилиндровых установках с переменной степенью сжатия экспериментального двигателя по моторному (MON) или исследовательскому (RON) методам. Сущность определения сводится к сравнительному сжиганию испытуемого бензина, ОЧ которого необходимо определить, и эталонного топлива, ОЧ которого во время эксперимента известно. Это классический лабораторный метод, применяемый в нефтепереработке, позволяет получить данные результатов не раньше чем через час. Поэтому в последнее время актуальны альтернативные методы исследований, в частности, популярны приборы экспресс-методов определения октановых чисел топлив в полевых и лабораторных условиях. С помощью этих устройств значительно снижаются сроки исследования и результат можно получить в течение нескольких минут. С помощью октанометра SHATOX SX-100K мы решили проверить показатели ОЧ товарных марок бензина АИ-95. Образцы были взяты с пяти АЗС, принадлежащих разным известным сетям автозаправок Нижнего Новгорода. Образцы собирались в пластиковую тару напрямую с заправочной колонки. Экспериментальные исследования проводились в лаборатории НГТУ им. Р.Е. Алексеева, кафедра «Автомобильный транспорт». По итогам экспертизы характеристики образцов сравнили с ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия». Результаты проверенной работы представлены в виде диаграмм, где сравниваются измеряемые показатели (рис. 2).

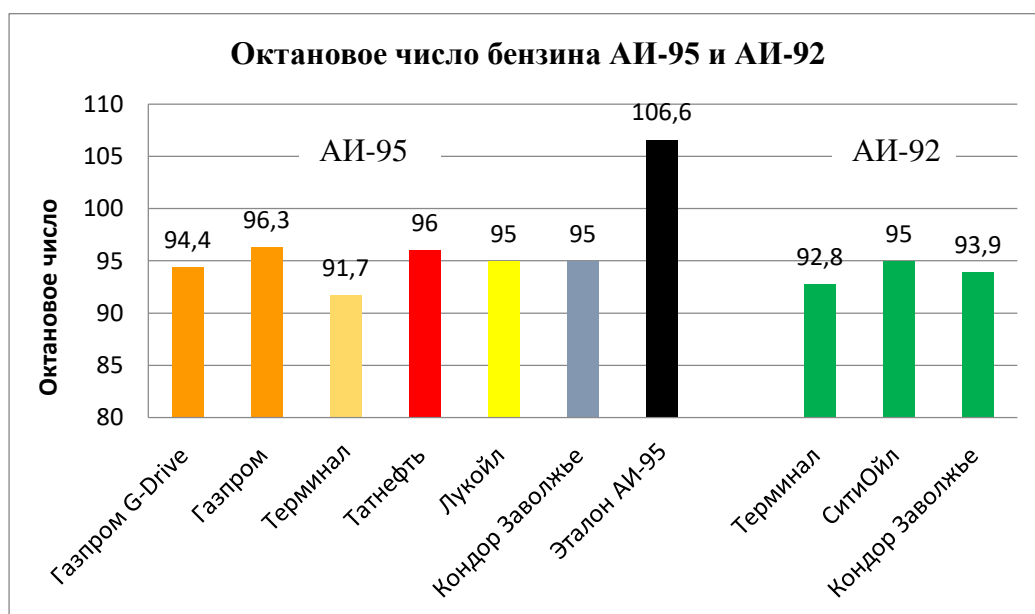


Рис.2. Результаты замеров октанового числа бензина АИ-95 и АИ-92

Вывод

По итогам проведенного исследования разных марок бензина экспресс-методом, можно сделать вывод, что топливо марки Терминал не соответствует качеству 95 топлива. Все остальные образцы соответствуют техническим требованиям, изложенным в ГОСТ 32513-2013. Однако полученные данные не могут давать точного 100%-ного результата, так как прибор универсален и допускает погрешности в измерениях, он позволяет примерно и в короткий срок времени определить октановое число бензина. Данное исследование также показывает, что определять ОЧ бензинов целесообразнее по ГОСТ 32339, ГОСТ 8226 для исследовательского метода и ГОСТ 32340, ГОСТ 511 для моторного метода определения детонационных характеристик топлив. В этих стандартах устанавливается метод определения ОЧ на одноцилиндровой четырехтактной установке и перечислены требования к испытаниям. Несмотря на продолжительность таких испытаний, они являются классическими и дают достоверные данные.

Библиографический список

1. Кузьмин, Н.А. Теоретические основы обеспечения работоспособности автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – М. : Форум; ИНФРА-М, 2014. – 272 с.
2. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2013.
3. Кузьмин, Н.А. Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб. пособие/ Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013. – 256 с.

УДК 629

ПАВЛОВ Е.Н., ОСОКИН А.О., КОБЯКОВ А.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

АНАЛИЗ РАБОТЫ АНТИГРАВИЙНОЙ ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует несколько способов защиты кузова автомобиля: различные полироли и воски, керамическое покрытие, «жидкое стекло», защитные пленки. Среди них выделяются защитные пленки, так как они сегодня являются лучшим решением защиты кузова от механических, химических и физических повреждений.

Автовладельцу, которому дорога его машина, сложно спокойно смотреть на многочисленные царапины, возникающие на автотранспорте под воздействием мелких камней во время движения. Все это приводит к повреждению ЛКП и в дальнейшем образованию коррозии, которая происходит под действием химически агрессивных сред – это вода, органические и неорганические кислоты. Вследствие коррозии теряется большое количество металла, на восполнение которого в автомобилестроении расходуется до 50% ежегодно производимого металла. Коррозия не только портит внешний вид поверхностей, но и снижает механические свойства металлов. В результате на поверхностях деталей образуются оксиды металлов.

Цель защитной антигравийной пленки заключается в том, чтобы уберечь автомобиль от сколов и царапин. Пленка бывает нескольких видов:

1. Виниловая - она имеет небольшую толщину, поэтому может наноситься на фары и стекла. Этот материал характеризуется привлекательной стоимостью и разнообразной цветовой гаммой. При выборе такой пленки нужно отталкиваться от оттенка кузова вашего автомобиля. Под воздействием солнечных лучей винил может выгорать и вступать в химическую реакцию с реагентами, в результате чего менять цвет. Именно поэтому многие водители отдают предпочтение прозрачной пленке.
2. Полиуретановая - этот материал отличается более существенной толщиной и может обеспечить вашему транспортному средству отличную защиту от механических воздействий, в том числе и острых предметов, а также появления царапин и сколов. Данная антигравийная пленка характеризуется долговечностью и является совершенно прозрачной. Она абсолютно не боится загрязнений и воздействия ультрафиолетового света и химических элементов. Полиуретановая пленка сможет прослужить вам примерно пять лет, после чего ее нужно будет заменить. Она не оставляет никаких следов на поверхности автомобиля после удаления.

Пленка способна принять все негативные факторы – солнечное излучение, попадание песка и мелких камней. Водитель обнаружит, что все факторы, которые могли привести к перекраске детали автомобиля или к ее коррозии, останутся поверх пленки. После удаления пленки поверхность автомобиля остается без повреждений.

Детали машины, на которых присутствует специальная пленка, визуально практически ничем не отличаются от незащищенных участков. Наносить защитное покрытие рекомендуется на переднюю часть крыльев, фронтальную часть капота, бампер передний, наружная часть порогов. При желании и наличии достаточного количества средств возможно покрытие защитным материалом всего кузова транспорта.

Перечислив все преимущества, можно сделать вывод, что при нанесении антигравийной пленки, автовладелец избежит коррозии на автотранспорте и перекраски детали или автомобиля в целом.

Библиографический список

1. Кузьмин, Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин – М.: Высш. образование, 2011. –С. 85-86
2. Ceramic-park: выбор защитного покрытия для автомобиля. – 2016. – URL: <http://ceramic-park.ru/vybiraem-zashhitnoe-pokrytie-dlya-avtomobilya-3/> (дата обращения: 08.12.2020).

УДК 656.06

ПАНИН В.Н., БЕРДНИКОВ Л.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

На протяжении большей части своей истории человечество при перемещении себя и грузов в пространстве на разные расстояния использовало для определения своего местоположения Солнце, звезды, характерные (приметные) особенности местности, карты определенной степени точности (от откровенно сказочных — во времена становления цивилизации — до достаточно точных, полученных с помощью аэрофотосъемки), компас (от магнитного, изобретенного во времена династии Сун в древнем Китае, до гирокомпаса, созданного в начале XX в. в Европе), астролябию и секстант. В двадцатом веке ситуация с ориентацией в пространстве значительно улучшилась: например, благодаря развитию воздухоплавания, в навигации стали использоваться радиомаяки (VOR/DME) и радиолокация. Однако качественный прорыв в навигации случился только в конце XX в., когда США и СССР/Россия полностью развернули свои глобальные спутниковые навигационные системы: в 1993 г. на вооружение встала система GPS (заказчик — Минобороны США), а в 1995 г. — ГЛОНАСС (заказчик на сегодня — Роскосмос, после фактического прекращения функционирования система восстановлена до полноценного работоспособного состояния к 2009–2010 гг.).

Принципиально системы очень похожи и состоят из трех основных сегментов: космического, управляющего и абонентского (пользовательского). Абонентский сегмент представлен десятками миллионов приемников GPS и GPS/ГЛОНАСС [9]. Все современные гражданские навигационные системы, которые используют GPS или ГЛОНАСС, решают одну из следующих задач:

- позволяют водителю транспортного средства (пилоту, штурману) планировать и далее контролировать или оптимизировать свой маршрут в режиме реального времени, т. е. в процессе перемещения в пространстве;
- обеспечивают в пассивном он-лайн режиме централизованный сбор информации о перемещении парка (флота) транспортных средств;
- позволяют осуществлять управление парком (флотом) транспортных средств в режиме реального времени в активном режиме (управление таксопарком с обработкой вызовов такси и назначением машины; управление работой такелажной техники на причале и т. п.).

Первая задача с успехом решается абонентскими навигационными системами, используемыми прежде всего в личных целях автомобилистами и образующими рынок персональных навигационных систем.

Персональные навигационные системы, как правило, в настоящий момент реализуются:

1. На смартфонах и планшетах, так как они обладают всеми необходимыми компонентами: GPS-приемником, большим цветным экраном, процессором и GSM-каналом для получения данных о пробках и для загрузки обновленных карт;
2. Интегрированных модулей, встраиваемых в приборную панель автомобилей.

С точки зрения логистики материальных потоков с помощью автотранспорта данные персональные навигационные системы интересны прежде всего при организации перевозок грузов с центральных складов в конечные точки его реализации в черте крупных мегаполисов, а также при организации перевозки между городами на большие расстояния, когда водитель ранее не осуществлял вывоз и (или) доставку груза по требуемому маршруту.

С точки зрения современной транспортной логистики очень большой интерес представляет использование навигационных систем на базе GPS или ГЛОНАСС для решения задач сбора информации о перемещениях автотранспорта.

Из российских систем для использования на автотранспорте можно упомянуть следующие: «Автотрекер», «GLOBAL», «МСС ГЛОНАС» и т. д., а также решения от ведущих сотовых операторов МТС («Мобильные сотрудники») и Билайн («Автомониторинг транспорта GPS или ГЛОНАСС»). В принципе, все системы подобного рода однотипны:

1. В качестве навигационного модуля используется абонентский блок GPS/ГЛОНАСС, устанавливаемый скрытно под капот, приборную панель и т. д. с подключением к бортовой сети электропитания автомобиля и резервированием питания через собственный аккумулятор;
2. Для передачи данных на сервер обработки информации используется GSM-модем;
3. Сервер обработки информации — свой (реже) или арендованный (чаще);
4. В зависимости от функционала на системы автомобиля устанавливаются дополнительные датчики (открывания крышки бензобака, капота, дверей и т. д.) или осуществляется подключение к бортовому компьютеру для снятия иной необходимой информации (расхода топлива и т. п.).

Кроме собственно визуализации того, где на карте города (местности) находится единица автотранспорта, а также отображения пройденного маршрута в привязке к временным координатам, подобные системы предоставляют интересные сервисные возможности, например, рассылку СМС-сообщений на список сотовых телефонов в случае наступления какого-либо предустановленного события. В перечень таких событий входит: выезд за предварительно очерченную область на карте (вообще или в какой-то запрещенный временной период, например, в нерабочее время — ночью и субботу и воскресенье); простой на месте с работающим или неработающим двигателем более установленного времени в рабочие часы и т. д.

Очевидно, что применение подобных навигационных систем контроля за автопарком резко сужает возможности осуществлять «левые» рейсы, сливать топливо, а также повышает трудовую дисциплину.

Современные гражданские навигационные системы, которые используют GPS или ГЛОНАСС, могут также обеспечивать и управление в режиме реального времени логистикой пассажирских перевозок (такси) и логистикой погрузочно-разгрузочной техники на складах и в порту. Системы управления таксопарком реализуются независимыми разработчиками, которые не аффилированы с автопроизводителями. Среди подобных российских систем можно отметить следующие: М2М-ТАКСИ (сейчас фактически не существует), SeDi, ПАК Тракт-TAXI ГЛОНАСС/GPS. Данные системы позволяют реализовать следующие функции:

- ГЛОНАСС/GPS мониторинг местоположения, скорости, направления движения и технического состояния транспортных средств в режиме реального времени;
- спутниковый мониторинг, GPS-слежение и контроль находящегося «на линии» транспорта с сохранением в базу данных необходимых параметров: эффективный (с заказом) и «холостой» (без заказа) пробег транспортного средства, техническое состояние автомобиля и т. д.;

- автоматический поиск ближайших к адресу вызова транспортных средств; – двухсторонний обмен стандартизированными статусными сообщениями между водителем и диспетчером;
- частично/полностью автоматизированное назначение машины для выполнения заказа;
- передача на машину, подтвердившую заказ, полного формуляра заказа; – управление статусами заказов;
- закрытие заказа в формате, обеспечивающем получение всей необходимой для базы данных информации;
- ГЛОНАСС/GPS контроль входа машины в зону заказа;
- контроль всех стадий выполнения заказа с помощью обмена сообщениями между водителем и диспетчером;
- тотальный спутниковый контроль, ГЛОНАСС/GPS слежение за соблюдением водителем его графика работы – сбор, анализ и хранение информации в базе данных системы;
- ведение различных справочников (транспортных средств, персонала, автомобильных навигаторов).

Все подобные российские системы позволяют выдавать информацию водителю на портативный планшет, установленный на автомобиле, что исключает необходимость звонков диспетчеру и соответственно позволяет водителю полностью сосредоточиться на дорожной ситуации. Ряд упомянутых российских систем также предусматривают тесную интеграцию с бухгалтерской информационной системой таксопарка.

Библиографический список

1. **Богданов, М.Р.** Применения GPS-ГЛОНАСС/ М.Р. Богданов. –М: Интеллект, 2012. - 136 с.
2. **Кашкаров, А.П.** Система спутниковой навигации ГЛОНАСС: практическое пособие/ А.П. Кашкаров. – М, ДМК Пресс - 96 с.

УДК 629.113

РЫБНИКОВ С.И., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ. БОКОВЫЕ ПОДУШКИ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕГКОВОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Боковое столкновение считается одним из самых опасных на дороге. Боковые подушки безопасности транспортных средств, установленные непосредственно в сидение, направлены на сохранение важных органов человека, такие как голова, внутренние органы грудной и брюшной полости. К моменту непосредственного прохождения объекта через транспортное средство подушка безопасности уже должна быть раскрыта. Средняя скорость движения транспортных средств в крупных городах составляет приблизительно 30-35 км/ч. Во время бокового столкновения при первой точке контакта, пассажира и другой объект разделяет малое расстояние, порядка 12-15 см, состоящее из кузова, интерьерных внутренних панелей и содержимого двери. Вычислив время, прохождения данного расстояния без учета жесткости конструкции составит порядка 13-16 мс. Время срабатывания боковой подушки безопасности от момента включения датчика удара до полного надувания составляет 20-25 мс. Подушка способна оставаться надутой до нескольких секунд.

Исследование на основе испытаний

Исследование заключается в покадровом разборе и фиксации времён раскрытия боковых подушек безопасности сидений транспортного средства с последующей обработкой по-

лученных данных. Для испытаний используются высокоскоростные камеры. Камеры способна осуществить от 4000 до 8000 кадров в секунду, что позволяет получить изображения с шагом в 0,5 мс.

Ключевыми факторами, влияющими на время раскрытия подушки безопасности, является пенный наполнитель, чехол и непосредственно сама подушка безопасности.

В данном исследовании варьирующимся показателем является материал чехла. На испытания были выдвинуты по 5 образцов каждой группы: тканевый материал чехла, синтетический материал чехла (кожзаменитель) и натуральная кожа в комбинации с синтетическим материалом (комбинированный чехол).

Таблица 1. Времена срабатывания подушек безопасности

№	Название группы	Номер испытуемого образца					Среднее значение	Стд. отклонение
		1, мс	2, мс	3, мс	4, мс	5, мс		
1	Ткань	12,5	11	12	13,5	12	12,2	0,61
2	Синтетика	14,5	13	13	15	14	13,9	0,65
3	Комбинированный	17	17,5	16,5	16,5	17	16,9	0,42

Внутригрупповая вариация данных малая, разброс составляет не более 0,7 мс. Это свидетельствует о предварительной стабильности процесса испытания и изделия. Для подтверждения полной стабильности системы требуется накопительным способом собрать минимум 125 образцов каждой из групп. Разница средних времен между группами продуктов является доказательством того, что влияние материала чехла на скорость срабатывания системы присутствует. Группой с наиболее быстрым раскрытием является ткань, это обусловлено меньшей прочностью на растяжение данного материала по сравнению с другими группами. Все испытуемые образцы не выходили за граничные рамки времени срабатывания.

Библиографический список

1. **Хусаинов, А.Ш.** Пассивная безопасность автомобиля: учебное пособие для студентов направлений 190100.62 "Наземные транспортно-технологические комплексы по профилю - Автомобиле- и тракторостроение и 190109.65 "Наземные транспортно-технологические средства по специализации "Автомобили и тракторы / А.Ш. Хусаинов, Ю.А. Кузьмин. - Ульяновск: УлГТУ, 2011. - 89 с.
2. **Савич, Е. Л.** Системы безопасности автомобилей : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Техническая эксплуатация автомобилей", "Автосервис", "Автомобилестроение", "Оценочная деятельность на автомобильном транспорте" / Е. Л. Савич, В. В. Капустин. - Минск : Новое знание, Москва : ИНФРА-М, 2016. - 444 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат) ISBN 978-985-475-818-3 : руб. 360000.00
3. Правила ЕЭК ООН N 114 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения: I. Модуля подушки безопасности для сменной системы подушки безопасности; II. Сменного рулевого колеса, оснащенного модулем подушки безопасности официально утвержденного типа; III. Сменной системы подушки безопасности, устанавливаемой вне рулевого колеса. - М., 1995.
4. ТР ТС 018/2011 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств". - М., 2011.
5. **Борздова, Т. В.** Основы статистического анализа и обработка данных с применением Microsoft Excel : учеб. пособие / Т. В. Борздова. - Минск : ГИУСТ БГУ, 2011. - 75 с.
6. Сертификация и лицензирование в сфере производства и эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин, Л.А. Бердников; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2014. - 158 с.

ОСОБЕННОСТИ НОВОЙ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКИ MERCEDES-BENZ И ИХ АНАЛИЗ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гидропневматическая подвеска Mercedes-Benz - E-Active Body Control была разработана концерном МВ в 2019 г., и доступна в настоящее время на моделях МВ GLE/GLS в самых дорогих комплектациях. За основу была взята уже ранее разработанная подвеска МВ "AIRMATIC".

Ключевыми особенностями предыдущей подвески AIRMATIC являются следующие ее возможности, а именно: клиренс (дорожный просвет) управляется и вручную, и в соответствии со скоростью автомобиля, а также электронный контроль клиренса позволяет поддерживать соответствие передней и задней оси в соответствии с условиями вождения и загрузки транспортного средства [1].



Рис.1. Панель управления дорожным просветом

Также есть активная система демпфирования - ADS (Active Damping System), которая позволяет регулировать (изменять) жесткость подвески согласно дорожным условиям, которые определяются при помощи датчиков вертикального ускорения, которые расположены непосредственно на кузове транспортного средства, и стилю вождения водителя. Горизонтальное ускорение определяется путем измерения скорости движения автомобиля и угла поворота [1].

Когда автомобиль находится в неподвижном состоянии, уровень клиренса восстанавливается, если разница по осям превышает +/- 10мм при открытии двери или крышки багажника. Во время движения уровень соответственно регулируется, если разница в клиренсе по осям достигает более чем +/- 20мм. В остальное время движения уровень регулируется до +/- 10 мм каждые 15 мин.

В 2019 г. Mercedes-Benz представляет свою новую подвеску - E-Active Body Control, основой которой являлась ранее разработанная подвеска МВ "AIRMATIC", как отмечалось ранее. Так в чем же ее преимущество?

В первую очередь, подвеска E-Active Body Control является опциональной системой, в состав которой входит видеочасть ROAD SURFACE SCAN, считывающая с расстояния 15 м неровности дороги, современная пневматическая подвеска Airmatic и мощная гидравлика. При помощи видеочасти и других датчиков, бортовой компьютер способен с точностью до 3 мм определять необходимую высоту кузова, чтобы компенсировать неровности. При этом уровень срабатывания системы можно выставить вручную [2].

Система E-Active Body Control также позволяет компенсировать продольные наклоны и приседания при торможениях, способна наклонять кузов машины для уменьшения центробежной силы в соответствии с поворотами на дороге. Во внедорожном режиме движения гидропневматическая подвеска может несколько раз быстро поднимать и опускать кузов ав-

томобиля, что существенно помогает при движении автомобиля по песку, снегу и т.д. Кроме того, с помощью дисплея мультимедийной системы можно задать высоту каждого из колес.

Самая главная особенность гидропневматической подвески – регулирование (изменение) высоты пневмостойки.



Рис.2. Дисплей мультимедийной системы с изображением регулировки высоты каждой пневматической стойки

В конструкцию подвески входят многокамерные пневматические стойки и мощные 48-вольтовые электропомпы, способные моментально накачивать гидравлическую жидкость в индивидуальные цилиндры. Такая технология позволяет контролировать все параметры сжатия и отбоя в режиме реального времени.



Рис.3. Конструкция гидропневматической подвески Mercedes-Benz – E-Active Body Control

Еще одна из особенностей данной подвески является система Curve Control, изначально разработанная только для автомобилей модели SL-Class. В поворотах она противодействует продольным и поперечным кренам. В релизе было указано, что так на пассажиров меньше воздействуют поперечные ускорения и повышается комфорт [3].

Но не все особенности E-Active Body Control положительны: гидромагистраль очень близко проложена к передним колесам автомобиля; управляемость автомобиля более стабильна при обычной пневматической подвеске AIRMATIC, на базе которого вышла новая гидропневматическая подвеска. Порой электроника в автомобиле настолько пытается уберечь его от заноса, что блокирует внешнее переднее колесо для сглаживания траектории, вследствие блокировки автомобиль начинает как будто скользить, что может привести к ДТП.

Исходя из представленных и изложенных возможностей новой гидропневматической подвески E-Active Body Control, можно сделать вывод, что данная «новинка» гораздо лучше будет выполнять свои функции не в условиях города, а в условиях бездорожья. Также управляемость автомобиля лучше при обычной подвеске MB. Поэтому прежде чем приобретать новый автомобиль, лучше изучить все плюсы и минусы добавленных «изюминок».

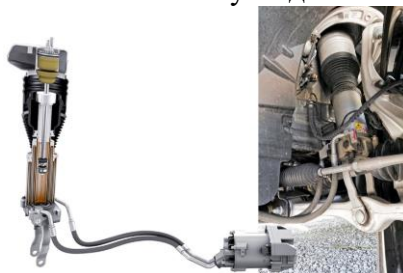


Рис.4. Пневматическая стойка

Библиографический список

1. Кузьмин, Н.А. Автомобильный справочник-энциклопедия: учебно-справочное пособие, изд. 2-е перераб. и доп. / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: ФОРУМ, 2014. – 288 с. (гриф УМО вузов РФ);
2. «Mercedes-Benz» - GLS внедорожник: безопасность [Электронный ресурс] <https://www.mercedes-benz.ru/passengercars/mercedes-benz-cars/models/gls/suv-x167/safety/highlights.module.html>
3. Е-подвеска: тест нового Mercedes-Benz GLS. Журнал «Популярная Механика» [Электронный ресурс] - <https://www.popmech.ru/vehicles/449942-e-podveska-test-novogo-mercedes-benz-gle/>

УДК 656.05

СКРЫЛЕВА В.А., АБРАМОВ А.Е., КОРЧАЖКИН М.Г.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСТАНОВОЧНОГО ПУНКТА «ТОННЕЛЬ МОСКОВСКОГО ВОКЗАЛА» НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Неотъемлемой частью для создания комфортной городской среды являются остановки общественного транспорта, которые находятся в начальной стадии развития. В настоящее время Нижний Новгород только начинает двигаться в направлении инноваций и усовершенствований не только остановочных пунктов (ОП), но и парков подвижного состава, а также технических средств транспорта и для этого существуют все необходимые предпосылки.

В плане организации остановок общественного транспорта город нуждается в коренных изменениях, связанных с реконструкцией остановочных пунктов, а также информатизацией и организации регулирования движения общественного транспорта.

Для обследования пропускной способности был выбран наиболее загруженный ОП «Тоннель Московского вокзала». Пропускная способность данного ОП не соответствует существующему транспортному потоку. Вследствие большого пассажиропотока, данный ОП можно отнести к опасным участкам.

Таблица 1. Фрагмент таблицы анализируемых данных

Время	Московский вокзал								
	№	Тип ТС	Время (с)					Пассажиры	
			Вр. приб	Вр. откр. дв.	Вр. простоя	Вр. закр. дв.	Вр. убытия	Вышло	Вошло
17:35:00-18:35:00									
17:35:04	1	ПАЗ	6	2	11	2	5	2	4
17:35:40	2	ПАЗ	5	2	20	2	7	11	4
17:36:11	3	ПАЗ	5	2	491	2	6	0	6
17:37:00	4	ПАЗ	4	2	24	2	4	1	4
17:37:08	5	ЛиАЗ	7	2	24	2	7	6	17
17:37:54	6	ПАЗ	6	2	17	2	6	10	6
17:38:08	7	ПАЗ	7	2	30	2	9	9	3
17:38:36	8	ЛиАЗ	5	2	22	2	7	12	6
17:39:11	9	ЛиАЗ	18	2	21	2	6	1	12
17:39:41	10	ЛиАЗ	17	2	14	2	5	9	2
17:39:51	11	Троллейбус	7	3	29	3	8	2	6

Для выработки рекомендации по повышению эффективности функционирования, данного ОП были проведены исследования. На данном участке регистрировались такие показатели, как: пассажиропоток, время прибытия общественного транспорта на ОП, время от-

крытия и закрытия дверей, время пребывания автобуса на ОП, время убытия транспортного средства с ОП. Данные показатели приведены в табл. 1.

Произведены расчеты по экономическим потерям от простоев по всем видам общественного транспорта, проезжающих через данный ОП. Представленная диаграмма показывает процентное соотношение элементов простоя общественного транспорта (рис.1).

Время, затрачиваемое на подъезд к остановочному пункту, время простоя после окончания посадки и высадки пассажиров, время простоя, затрачиваемое на ожидание освобождения проезда, являются непроизводительными и обязаны быть минимизированы.

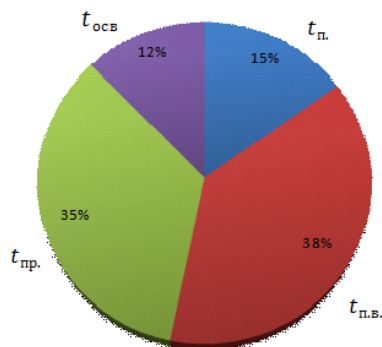


Рис.1. Процентное соотношение элементов простоя общественного транспорта:

- $t_{п.}$ – время, затрачиваемое на подъезд к остановочному пункту, с;
- $t_{п.в.}$ – время, затрачиваемое на посадку и высадку пассажиров, с;
- $t_{пр.}$ – время простоя после окончания посадки и высадки пассажиров, с;
- $t_{осв.}$ – время простоя, затрачиваемое на ожидание освобождения проезда, с

Из всех возможных вариантов реконструирования ОП, был выбран путь разброса автобусной остановки на три части, группируя общественный транспорт по направлениям дальнейшего следования.

По полученным данным смоделирован проект организации дорожного движения (ПОДД) в специальной программе – IndorTrafficPlan (рис.2).

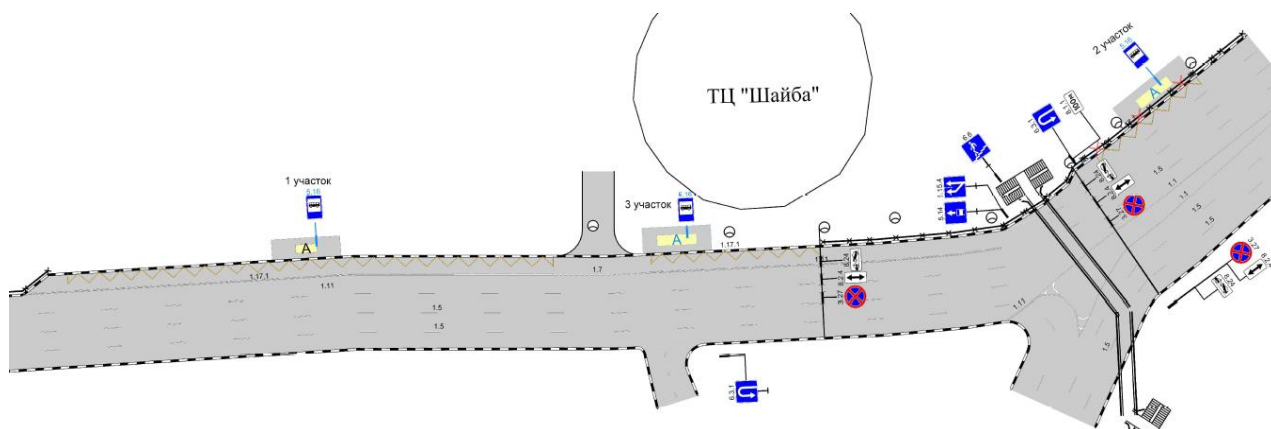


Рис. 2. Проект организации дорожного движения

На схеме дорожной сети указаны существующие, проектируемые и помеченные к демонтажу объекты. На участке 3 и 2 планируется строительство автопавильонов, на участке 2 необходимо произвести демонтаж ограждения и нанести разметку, также на месте всех участков планируется поставить знак автобусной остановки.

Такое решение приведет к четкому сформированному подъезду автобусов к ОП, тем самым повысится пропускная способность ОП, сократится время простоев, снизится риск возникновения ДТП.

Библиографический список

1. **Липенков, А.В.** Повышение эффективности функционирования городского пассажирского транспорта на основе управления пропускной способностью остановочных пунктов: дис. ... канд. технич. наук: 05.22.10 / Липенков Александр Владимирович. - Орел., 2015. - 154 с.
2. **Аземша, С.А.** Социально-экономическая оценка временных потерь пассажиров маршрутных транспортных средств в городском регулярном сообщении / С.А. Аземша, С.В. Скирковский, В.Н. Стукачев // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов». – Минск: БНТУ, 2010.
3. **Скрылева, В.А.** Проблема городских остановочных пунктов г. Н. Новгорода / В.А. Скрылева, А.В. Липенков // Сборник материалов XVIII Всероссийской молодежной научно-технической конференции, посвященной 90-летию Нижегородской научно-практической школы транспортного снеговедения “Будущее технической науки” - Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019 г. - С. 166-167.

УДК 621.432.2

СМОЛЬНИКОВ М.В., ПЛОТНИКОВ С.А., ЧЕРНОВ А.Н.

ВНЕДРЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Вятский государственный университет

Приоритет развития газомоторного топлива в России отметил в своей речи Президент РФ В.В. Путин: «Для нашей страны и для многих других стран мира первичным источником, гораздо более экологичным, является газ. Поэтому, если и говорить об улучшении экологической ситуации в этой сфере, то нам нужно переходить на газомоторное топливо и стимулировать развитие этого направления во всем мире. Видим тенденции, которые происходят в мировой экономике, в том числе и в автомобилестроении, имея в виду использование электромобилей. Но для нашей страны использование газомоторного топлива является даже более приоритетным».

В Кировской области предприятия, имеющие транспортные средства, постепенно переходят на альтернативное топливо (АТ), опираясь в том числе и на знания научной школы Вятского государственного университета. В ВятГУ длительное время проводятся исследования работы двигателей различного назначения на разных АТ [1...3].

Анализируя опыт внедрения КПП в качестве АТ для транспортных средств на одном из предприятий Кирова, можно сделать следующие выводы:

1. За 5 (пять) лет произведено переоборудование 42 ед. техники, использующих в качестве топлива КПП. Закупаемые вновь автомобили оснащены с завода газобаллонным оборудованием (ГБО).
2. Затраты на переоборудование одной ед. техники составляют 84463 руб.

Факторы, сдерживающие перевод транспортных средств на предприятиях Кировской области на КПП:

1. Отсутствие пунктов технического освидетельствования баллонов для КПП в Кировской области.
2. Трудности с оборудованием мест хранения транспортных средств, работающих на КПП.
3. Недостаточное количество АГНКС, сервисных центров по техническому обслуживанию и ремонту ГБО.
4. Увеличение веса транспортного средства, а также уменьшение места в багажном отсеке.

Подводя итог можно сделать вывод, что в целом использование газомоторного топлива увеличивается, как среди физических лиц, так и организации любой формы собственности. Данное направление стремительно развивается в Кировской области, уже действуют

около 30 автомобильно-газовых заправочных станций с различным ассортиментом газа. Основным ограничительным фактором применения данного вида топлива для населения является «боязнь нового» и сам факт применения «газа».

Библиографический список

1. **Карташевич, А.Н.** Расширение многотопливности автотракторного дизеля при использовании альтернативных топлив/ А.Н. Карташевич [и др.] //Известия МГТУ «МАМИ», 2019. - № 3(41). – С. 66-72.
2. **Плотников, С.А.** Расчёт стабильности этанола-топливной эмульсии для применения в дизелях/ С.А. Плотников, М.В. Смольников, Г.П. Шишкин //Двигателестроение, 2019. - № 1. – С. 24-27.
3. **Плотников, С.А.** О некоторых особенностях работы двигателя на генераторном газе/ С.А. Плотников, П.Я. Кантор, А.С. Зубакин, М.Н. Втюрина // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. № 2 (125). С. 192-196.

УДК 629.3.083

СТАРОСТИН М. Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРЕКТНОСТИ РЕГЛАМЕНТА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ LADA GRANTA NEW НА ПРИМЕРЕ РЕМНЯ ГРМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ремень ГРМ – это важная деталь в автомобиле, которая передаёт вращение от одних механизмов к другим. В легковых автомобилях ВАЗ зубчатый ремень ГРМ обеспечивает синхронизацию работы распределительного и коленчатого валов, а также приводит в движение насос охлаждающей жидкости.

Натяжение ремня обеспечивает натяжной ролик. Как правило, ременный привод сделан из прочной резины и нейлона, поэтому работу ремня не слышно, а также он не ржавеет, но из-за постоянного трения о шкивы часто происходит обрыв ремня ГРМ. При обрыве ремня происходит деформация деталей газораспределительного механизма, а также шатунно-поршневой группы.

Каждый автомобильный производитель устанавливает определенный пробег или время, при достижении которого необходимо заменить ремень на новый. Часто некоторые компании завышают пробег, при котором необходимо провести операцию замены ремня.

№ п/п	Наименование работ	Номера ТО/пробег, тыс. км										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		2,0-3,0	14,5-15,5	29,5-30,5	44,5-45,5	59,5-60,5	74,5-75,5	89,5-90,5	104,5-105,5	119,5-120,5	134,5-135,5	149,5-150,5
2.4	Заменить охлаждающую жидкость ³	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
2.5	Заменить тормозную жидкость в системе гидропривода тормозов ⁴	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
2.6	Заменить фильтрующий элемент системы вентиляции и отопления салона	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.7	Заменить свечи зажигания	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
	Заменить зубчатый ремень привода ГРМ и натяжитель двигателя 11189, 21129	через каждые 180 тыс. км										
	Заменить зубчатые шкивы коленчатого вала и распределительного вала двигателя 11189, 21129	через каждые 180 тыс. км										
2.8	Заменить зубчатый ремень привода ГРМ и ролики двигателя К4М	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Заменить масло в коробке передач	через каждые 180 тыс. км										
2.9	Заменить ремень привода вспомогательных агрегатов и ролики двигателя К4М	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
2.10	Заменить ремень привода вспомогательных агрегатов и ролики двигателя 11189, 21129	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Рис. 1. Вырезка из регламента по техническому обслуживанию автомобиля LADA GRANTA

Рассмотрим регламент технического обслуживания ремня ГРМ на примере автомобиля LADA GRANTA NEW с двигателями 11189 и 21129 (рис.1).

АвтоВАЗ указывает в регламенте технического обслуживания замену ремня газораспределительного механизма на пробеге 180 тыс. км.

Далее собираем статистику по пробегу данных автомобилей до возникновения данной неисправности.

Таблица 1. Пробег автомобилей до обрыва ремня ГРМ

Двигатель ВАЗ 21129	Двигатель ВАЗ 11189
59675 км.	63154 км.
71187 км.	72185 км.
71169 км.	76254 км.
59877 км.	66230 км.
68903 км.	69856 км.
75754 км.	80093 км.
77256 км.	78960 км.
75197 км.	96156 км.
65233 км.	83120 км.
61895 км.	58502 км.

Таким образом, можем сделать вывод, что средний пробег до отказа автомобилей с двигателем ВАЗ 21129 68614 км, а автомобилей с двигателем ВАЗ 11189 74451 км.

В результате анализа пробега можно сделать вывод, что при уменьшении регламентного пробега автомобиля есть возможность уменьшить количество гарантийных ремонтов двигателя, связанных с обрывом ремня ГРМ. Рассмотрев регламент технического обслуживания и добавив операцию по замене ремня ГРМ в ТО-4, уменьшаем количество автомобилей, которые сталкиваются с данной неисправностью. Кроме этого, уменьшаем затраты завода-изготовителя на запасные части и потерянное владельцами данных автомобилей время, затраченное на ожидание запасных частей и ремонта двигателя.

Библиографический список

1. **Кузьмин, Н.А.** Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – М.: Форум; НИЦ ИНФРА-М, 2011. – 224 с.
2. **Кузьмин, Н.А.** Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: ФОРУМ: ИНФРАМ, 2013. – 256 с.

УДК 629.345

СЫЧЕВ С.М., ГОГОНОВ А.Е., БЕРДНИКОВ Л.А.

КАРШЕРИНГ. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЗЕМНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Условия дорожного движения и перевозки пассажиров на сегодняшний день можно рассматривать как максимальная автомобилизация городской среды. Город становится максимально не комфортным для передвижения граждан без наличия транспортного средства. По данным аналитического агентства «Автостат» по состоянию на 1 июля 2019 г. в России насчитывается 44,1 млн легковых автомобилей. В городе Нижний Новгород на 1000 человек приходится порядка 360 автомобилей. Данные значения являются критическими. Адаптация городской среды под автомобиль, а именно расширение дорог и увеличение парковочных

мест лишь усугубят ситуацию и приведут к еще большим значениям автомобилизации городской среды.

Основной проблемой является перегруженность городской среды автомобилями. Затормозив на дорогах пагубно сказывается на эффективности транспортной системы, экологических показателях, мобильности граждан, а также приводят к потерям времени и нерациональным издержкам.

Средняя наработка легкового автомобиля за сутки, считая от момента запуска двигателя до момента прибытия к конечному пункту следования, составляет 1-2 ч. Данное значение составляет 4-8% суточной эффективности транспортного средства. Все остальное время автомобиль занимает лишь парковочное место, что так же пагубно сказывается на городской среде.

На сегодняшний день владение собственным автомобилем в условиях городской среды является нецелесообразным и в большей степени пагубным. Если владелец автомобиля не использует свое транспортное средство для заработка (такси, перевозки и т.д.), то кроме комфортного перемещения, автомобиль не несет в себе никакой экономической выгоды, а является постоянным источником затрат. Более дешевой альтернативой являются:

- общественный транспорт (социальные автобусы, маршрутное такси, трамваи, троллейбусы, метро, электрички, гондольный подъемник);
- такси;
- каршеринг.

У каждого вида транспорта есть свои преимущества и недостатки. Главным недостатком общественного транспорта является ограниченное время пользования. В ночное время использование общественного транспорта нецелесообразно, так как в ночное время пассажиропоток значительно ниже чем днем. На помощь в этой ситуации приходят услуги такси. Основным недостатком является квалификация и стиль вождения таксистов, что в дальнейшем также сказывается в оценке эффективности.

Каршеринг – вид краткосрочной аренды автомобиля с поминутной и почасовой оплатой, используемый на ограниченных участках в городских и пригородных поездках. Аренда автомобиля осуществляется через специализированное приложение на мобильном телефоне, что является большим преимуществом в сравнении с долгосрочной арендой автомобиля. При большом наличии каршеринговых автомобилей на территории городской среды, возможность воспользоваться этой услугой не представляет никаких проблем.

На сегодняшний день на территории Нижнего Новгорода функционируют порядка 100 каршеринговых автомобилей. Потенциальных клиентов порядка 120-130 тыс. человек. При общей площади города Нижний Новгород в 460 км², получается что на площадь в 4.6 км² приходится 1 автомобиль. На 1 км² приходится около 270 потенциальных клиентов. Если брать в учет, что на линии в определенный момент времени может находиться порядка 80 автомобилей (коэффициент технической готовности автопарка 0.8), то получается что значение площади приходится на один автомобиль увеличивается до значения в 5.75 км². Главным минусом каршеринга является ограниченная доступность. Физическая удаленность транспортного средства негативно сказывается на общем впечатлении от данного вида услуг. За дополнительную плату автомобиль могут подвезти к требуемому месту, но это не решает общего вопроса о повсеместной доступности, так как кроме дополнительных затрат это большие потери времени.

В перспективе развития научно-технического прогресса и увеличения спектра предоставляемых услуг в сфере каршеринга, выходом в данной ситуации являются беспилотные транспортные средства, курсирующие по заданному маршруту.

Беспилотный автомобиль – транспортное средство, оборудованное системой автоматического управления, способное к следованию по заданному маршруту без участия человека.

К основным функциям беспилотной системы относятся:

- автономное передвижение полностью самостоятельно из пункта А в пункт В, и выбор для этого оптимального маршрута, с учетом данных с карт и информации из интернета о пробках на дорогах;
- самостоятельное регулирование скоростного режима, притормаживание на поворотах и ускорение на прямых участках пути, а также нахождение свободного места для парковки и самостоятельное паркование;
- распознавание другие транспортных средств, четкая «видимость» сквозь туман, снег и дождь, считывание дорожных знаков и сигналов светофора.

На данный момент спектр функций беспилотной системы можно считать ограниченным, в дальнейшей перспективе развития стоит вопрос об усовершенствовании системы таким образом, чтобы беспилотный автомобиль мог молниеносно реагировать на изменяющиеся параметры на дорогах общего пользования и тем самым избегать дорожно-транспортных происшествий.

Уровни автономности беспилотного автомобиля:

0-й уровень: Отсутствие беспилотных систем, присутствие систем уведомления - сигнальные табло, звуки и т.д;

1-й уровень: Автомобиль управляется водителем, наличие некоторых автоматизированных систем: круиз-контроль, автоматическая парковка и система предупреждения о сходе с полосы;

2-й уровень: Наличие ограниченного автопилота, водитель должен брать управление на себя в случаях, когда система не может справиться самостоятельно – например, резкое перестроение или маневр следующего рядом автомобиля. Автопилот может быть в любой момент включен или выключен по желанию водителя и управляет рулением, скоростью автомобиля и торможением;

3-й уровень: Следование по маршруту практически без контроля пилота, особенно на дорогах с "предсказуемым" движением (например на шоссе, автостраде);

4-й уровень: То же самое, что 3-й уровень, но внимание пилота уже не требуется. 4 уровень - это практически полностью автономный автомобиль;

5-й уровень: Полностью автономный автомобиль. После запуска автопилота и определения пункта назначения, беспилотный автомобиль полностью самостоятельно следует по маршруту, без участия человека.

Принципы работы беспилотного автомобиля

Рассмотреть, как работает беспилотный автомобиль, можно на примере автомобиля Toyota Prius, который тестировали инженеры и программисты Google. Постоянное сканирование местности с помощью датчиков: лидаров (лазерных радаров), камер, радаров и высокоточные карты – обязательные условия автономного передвижения транспортного средства. Система беспилотного авто взаимодействует с сервисом Street View, который дает панорамный вид на улицы города с высоты 2,5 м.

Основные системы обеспечивающие автономное передвижение

Лидар – лазерный дальномер, устанавливаемый на крыше автомобиля и генерирующий 3D-карту пространства в радиусе до 100 м. Полученные данные управляющий компьютер объединяет с имеющимися картами, что позволяет избегать аварийных ситуаций и соблюдать правила дорожного движения.

Радар – система для обнаружения объектов окружающей среды. На беспилотном автомобиле устанавливается 4 шт. (по 2 шт. на бампер) . Данная система использует радиоволны для определения дальности объектов, траектории и скорость их движения. Радар излучает импульсы, которые в свою очередь отражаются от препятствий и передаются на принимающую антенну. Таким образом, радары становятся «глазами» авто и позволяют мгновенно реагировать на любые изменения ситуации.

Датчик положения – специальное устройство, которое определяет координаты автомобиля на карте. GPS приемник позволяет отследить местоположение машины и маршрут его следования.

Видеокамера – расположена возле зеркала заднего вида. Она обнаруживает цветочные сигналы светофоров, объекты, которые приближаются на потенциально опасное расстояние. На современных беспилотных автомобилях обычно устанавливается от 1 до 3 видеокамер.

Комплектация системы автопилота:

- управляющий компьютер;
- компьютер визуального интерфейса и модули датчиков;
- контроллер рулевого управления и привода;
- система коммуникации «машина-машина»;
- система голосового радиуправления.

Алгоритм работы беспилотного автомобиля:

1. С помощью лидара генерируется объемная карта местности, а управляющий компьютер соединяет ее с теми данными, которые содержатся в памяти.
2. На основе полученной информации от радаров, камеры и сенсоров специальный алгоритм оценивает ситуацию на дороге и учитывает поведение других участников движения.
3. Компьютер определяет траекторию движения беспилотного автомобиля, а также реагирует на ситуацию на дороге: движение других автомобилей, жесты полицейского, идущий впереди школьный автобус, пешеходы, гололед на трассе и множество других факторов

Автоматизированные машины учатся очень быстро благодаря тому, что вся полученная информация и практический опыт передаются в базу данных Google и пользоваться ею могут все автомобили. В базе данных есть огромное количество сценариев, которые встречаются в реальной жизни: неуправляемая инвалидная коляска на дороге, внезапно выскочивший на проезжую часть пешеход и т.д.

Но есть и нестандартные ситуации. Например, при тестировании беспилотного автомобиля Google на дороге девушка в кресле для инвалидов гонялась за птицей. Такого сценария в базе данных не было, но компьютер все равно затормозил. И не потому, что на дороге была птица – иначе машине пришлось бы тормозить при виде каждого голубя. Чтобы беспилотный автомобиль правильно реагировал на такие необычные ситуации, система управления требует постоянного усовершенствования.

Рассмотрим ситуацию с группой беспилотных автомобилей курсирующих по маршруту Площадь Сенная – торговый центр «Индиго Life». Протяженность маршрута 5,9 км в одну сторону. Маршрут - маятниковый. Самым рационально подходящим автомобилем будет поддержанная Skoda Octavia 2017 г., так как на данный модельный ряд уже экспериментально устанавливаются системы автоматического управления. Для экономии топлива установим на автомобиль газобаллонное оборудование 6-го поколения. В режиме городской езды со скоростью до 60 км/ч расход топлива составит 7-8 л на 100 км. Закладываем на всю протяженность маршрута 4 автомобиля: 2 в режиме ожидания в крайних точках маршрута и 2 курсирующих по маршруту. При запросе автомобиля с улицы Красная поляна, автомобиль находящийся в режиме ожидания на парковке торгового центра «Индиго Life» в автоматическом режиме добирается до клиента в течение трех минут в зависимости от загруженности трассы. При заказе автомобиля из торгового центра «Фантастика», автомобиль курсирующий по маршруту, добирается до клиента в течение 4-6 мин так же в зависимости от загруженности трассы. В зависимости от количества запросов будет выстраиваться и количество автомобилей, находящихся на линии. Отсюда возникает резонный вопрос: «Но ведь автомобиль с пассажирами в большей части случаев будет двигаться не по заданному в ее программе маршруту, как должна выстраиваться логика ее действий после прибытия в конечный путь следования?». В данной ситуации весь автопарк должен быть выстроен в интегральную систему, с полным взаимодействием и полной взаимозаменяемостью. Таких дифференцированных маршрутов в черте города может быть заложено огромное количество. В случаях перегруженности маршрута пустующими автомобилями, система должна производить рациональное распределение автомобилей по основным маршрутам, но это нужно сделать с мини-

мальными потерями по пути следования. Выходом в данной ситуации будет заполнение разгруженных маршрутов, но сделать это нужно таким образом, чтобы автомобиль не следовал через весь город ради встраивания в маршрут. Смещение должно происходить с задействованием промежуточных маршрутов, так же с дальнейшим перераспределением автомобилей.

Библиографический список

1. Кузьмин, Н.А. Автомобильный справочник/ Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум, 2011 .
2. Гудков, В.А. Безопасность транспортных средств/ В.А. Гудков. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010 .

УДК 629

ШЕКЛОВ В.В., КОРЧАЖКИН М.Г.

ГАЗ-22171. АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА КУЗОВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При повседневной эксплуатации автомобиля на лакокрасочное и антикоррозионное покрытие кузова воздействует агрессивная среда: против гололёдные реагенты (в зимний период времени), песок, мелкие камни, вибрация и перепады температуры, которые вызывают появление микротрещин в защитном покрытии кузова, через которые вода и кислород проникают к поверхности металла. В результате воздействия на кузов агрессивной среды начинается процесс окисления металла (коррозия), который приводит к потере им прочностных свойств, а наличие в воде большого количества солей и кислот только ускоряет процесс окисления.

Коррозии больше всего подвержены пустотелые профили кузова, днище, нижние части дверей и стоек, а также соединения деталей кузова, в том числе места точечной сварки.

Наиболее быстро коррозия развивается в скрытых полостях и нижних частях кузова при попадании влаги, грязи, солей, кислот. В связи с этим в процессе эксплуатации автомобиля для дополнительной защиты внутренних поверхностей и скрытых полостей кузова наносят специальный антикоррозионный состав, а в соединения деталей - уплотнительные мастики.

Антикоррозионный состав, которым обрабатывают внутренние полости кузова и днище, должен отвечать следующим требованиям:

- содержать ингибиторы коррозии;
- равномерно распределяться по всей обрабатываемой поверхности и создавать защитную пленку, стойкую к вибрации и перепаду температуры;
- иметь хорошую адгезию с элементами кузова или ранее нанесенными покрытиями;
- быть совместимым с нанесенными ранее лакокрасочными покрытиями и антикоррозионными составами;
- сохранять свои физические и химические свойства продолжительное время под воздействием внешних факторов;
- содержать материалы, которые при обработке автомобиля отвечают нормам пожарной и экологической безопасности.

Автоконсервант «Мовиль» или «Мовиль-2» используется для обработки скрытых полостей. Рекомендуется обрабатывать полости через каждые 1-1,5 года. Автоконсервант допускает обработку поверхностей, ранее покрытых нигролом или другими маслами, а также ржавых поверхностей.

Защитный смазочный материал НГМ-МЛ применяется для обработки скрытых полостей. Этим материалом обработаны скрытые полости новых автомобилей. Защитное пленочное покрытие НГ-216Б используется для покрытия частей автомобиля под кузовом.

Битумная противозащумная мастика БПМ-1 применяется для защиты днища кузова от коррозии и для уменьшения шума. Толщина покрытия 1,0-1,5 мм.

Пластизоль Д-11А рекомендуется для защиты днища кузова от коррозии, абразивного износа и для шумоизоляции. Толщина покрытия 1,0-1,2 мм. Пластизоль Д-4А предназначен для герметизации сварных швов. Невысыхающая мастика 51-Г-7 используется для герметизации сочленений кузова.

Во внутренние полости антикоррозионное вещество напыляют способом воздушного и безвоздушного распыления.

При воздушном распылении требуется сжатый воздух под давлением 0,5-0,8 МПа, пистолет-распылитель с бачком, шланги и удлинительные насадки для пистолета. Лучшее качество покрытия достигается при безвоздушном распылении под давлением 4-12 МПа, которое позволяет распылять материалы значительной вязкости.

Для механической защиты арок колес от мелких камней и песка, помимо штатной защиты арок, устанавливаемой на заводе-изготовителе, используют подкрылки из пластмассы, дополнительно установленные на автомобиль. Основные недостатки дополнительных подкрылков - сверление в крыле дополнительных отверстий для их крепления, ухудшение вентиляции колесных арок, скопление грязи и соли в местах выступания подкрылка над отбортовкой крыла. Для защиты лакокрасочного покрытия передней части капота и нижней части дверей применяют специальные антигравийные прозрачные самоклеящиеся пленки.

Подготовка к антикоррозийной обработке скрытых полостей кузова и необходимости высококачественного выполнения работ по обработке скрытых полостей рекомендуется выполнять только на станциях технического обслуживания автомобилей.

Порядок выполнения операций для защиты от коррозии скрытых полостей следующий:

- установите автомобиль на подъемник, снимите детали и обивку, препятствующие доступу в скрытые полости;
- промойте водой температурой 40-50 °С через технологические и дренажные отверстия скрытые полости и низ кузова до вытекания чистой воды. Опускные стекла дверей должны быть подняты;
- удалите влагу, попавшую в салон и багажник, продуйте сжатым воздухом все места нанесения антикоррозионных составов;
- перегоните автомобиль в камеру нанесения антикоррозионного состава и установите на подъемник. Нанесите распылением антикоррозионный состав;
- опустите автомобиль с подъемника, очистите от загрязнений наружные панели кузова ветошью, смоченной в уайт-спирите.

УДК 621

ШИШКОВ С.В., БЕРДНИКОВ Л.А.

АНАЛИЗ ПЕРИОДИЧНОСТИ ЗАМЕНЫ МАСЛА В АКПП

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Необходимость в периодической замене масла в автоматической коробке передач автомобиля часто игнорируется, особенно в тех регионах, где АКПП распространены не очень сильно. Большинство людей знают, что масло в двигателе надо менять регулярно. Но, когда дело доходит до трансмиссии, они могут не вмешиваться в её работу, пока не начнутся проблемы.

По правде говоря, существует много проблем, которые невозможно предотвратить простой заменой масла в АКПП. Но, учитывая затраты на ремонт (или, что еще хуже, заме-

ну) автоматической коробки передач, не стоит увеличивать вероятность появления проблем, которые может предотвратить замена масла.

Масло в автоматической коробке передач – это не просто смазка, обеспечивающая правильную работу движущихся элементов. Масло также отвечает за питание внутренней гидравлики коробки передач и охлаждение её компонентов

Простыми словами, жидкость под давлением перемещает компоненты в коробке передач. Это достигается путем направления масляного потока через специальные каналы внутри трансмиссии. Во время циркуляции масло проходит через фильтры, дозирующие клапаны и множество маленьких отверстий.

Во время работы в трансмиссионное масло попадают металлические остатки и грязь. Также инородные частицы попадают в масло в результате изнашивания движущихся компонентов, таких как подшипники, шестерни, а также диски сцепления (роботизированные коробки передач).

Трансмиссионное масло, заполненное металлической стружкой и грязью, проходит через узкие каналы, фильтры и отверстия постепенно «забивая» их. По мере накопления мусора он начнет препятствовать работе некоторых частей АКПП. Это может привести к заклиниванию клапанов, что тянет за собой замедленное или резкое переключение передач. Иногда клапаны могут вообще заблокироваться, что приведет к потере одной или нескольких передач.

Существует огромное разнообразие автоматических коробок передач, и все они имеют разный интервал обслуживания.

В первую очередь необходимо обращаться к официальным рекомендациям от производителя. В случае, если не удастся найти официальную рекомендацию, то можно воспользоваться рекомендациями специалистов, которые советуют менять масло в АКПП с периодичностью 40000-50000 км.

Другие типичные интервалы обслуживания – 100 000 км и 160 000 км. Некоторые производители заявляют, что их разработка может с легкостью преодолеть даже больше 160 тыс. км без обслуживания, но слепо верить такой информации не следует.

Некоторые специалисты предлагают две более-менее точные формулы расчета пробега до замены масла. Первый, подобный тому, что используют некоторые немецкие, американские и японские автопроизводители – исходя из моточасов. Второй – ориентируясь на расход топлива. Как правило, разница между их результатами не составляет более 1000 км, что вполне допустимо, учитывая указываемый производителем пробег.

Порядок расчета:

1. Рекомендованный производителем пробег разделить на среднюю скорость передвижения (в городских условиях и по трассе). Так Вы узнаете количество моточасов, которое должен отработать движок до замены масла.
2. Посчитать среднее значение между скоростью по трассе и в городе.
3. Взяв среднее количество моточасов работы, умножить их на полученную среднюю скорость. Так Вы получите искомое расстояние.

Имея усредненное число отработываемых двигателем часов, нетрудно понять, сможет ли заливаемое Вами масло служить тот период, который указал автопроизводитель, поскольку многие производители масел на упаковке указывают сколько часов оно гарантировано должно отработать. Как правило, тенденция такая:

- минералка — около 150;
- полусинтетика — не более 250;
- синтетическое с API SM/SN — до 350 ч.;
- масла LongLife — не менее 400 часов.

Дополнительный бонус к регулярной замене трансмиссионного масла – возможность получения точной информации о состоянии АКПП. Например, если масло почернело и пахнет горелым, это признак наличия внутренней проблемы. Это элементарный способ проверки состояния коробки, но сделать это можно лишь после получения образца масла.

Подводя итоги можно сделать вывод, что, не соблюдая периодичность или не меняя масло вовсе, можно получить серьезные проблемы с автоматической трансмиссией. Также не своевременная замена масла приводит к серьезному снижению ресурса автоматической трансмиссии, что в свою очередь, впоследствии, приводит к огромным финансовым затратам.

Автотракторные двигатели внутреннего сгорания

УДК 621.43.057

ПЛОТНИКОВ С.А., ГНЕВАШЕВ П.В.

БЕЗМОТОРНЫЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Наиболее важными показателями качества дизельных топлив, которые влияют на показатели двигателя, являются цетановое число и вязкость.

Цетановое число – важнейший показатель, характеризующий воспламеняемость дизельного топлива. Данный показатель даёт информацию о периоде задержки воспламенения топливной смеси. Цетановое число определяет быстроту запуска и тяговые параметры двигателя, жесткость рабочего процесса, расход топлива, полноту сгорания смеси и дымность отработавших газов.

Вязкость дизельного топлива характеризует его подвижность, величину внутреннего трения и силу взаимного сцепления молекул. Вязкость оказывает решающее влияние на первую стадию смесеобразования – распыливание в цилиндре двигателя, дальнобойность струи, чёткость начала и конца подачи топлива форсункой [1]. С увеличением вязкости топлива возрастает сопротивление топливной системы, уменьшается степень наполнения насоса. При предельном значении вязкости потери напора становятся настолько большими, что топливная струя разрывается, нарушается нормальная подача топлива к насосу, и он начинает работать с перебоями. Топливо с невысокой вязкостью хорошо распыливается, однако при слишком малой вязкости оно подтекает через распыливающие отверстия форсунок, что приводит к их закоксовыванию [2]. На вязкость влияет углеводородный состав топлива и температура окружающей среды. Топливо становится более вязким при снижении температуры и наоборот.

В настоящее время в качестве альтернативы товарного дизельного топлива применяются спирты и растительные масла [3, 4, 5].

Цель исследования – анализ существующих методов безмоторной оценки эксплуатационных свойств дизельных топлив.

Наряду с химическими и физико-химическими методами определения качества нефтепродуктов, используются современные физические методы. Однако ни один из современных методов не позволяет с исчерпывающей полнотой определить показатели качества топлива. Лишь комбинируя методы определенным образом, можно решить эту задачу. Перспективным направлением разработки приборов, с точки зрения оперативного контроля, является электромагнитная техника, объединяющая в себе электродинамику, оптоэлектронику, спектрометрию [6], а также акустику и магнитооптику, не применяющиеся в настоящее время при исследовании топлива.

При проектировании анализаторов и измерительных приборов используют корреляционные зависимости, которые связывают величину эксплуатационного свойства топлива с его физико-химическими характеристиками.

Рассмотрим метод оценки цетанового числа дизельных топлив по измерению показателя преломления n_D^{20} [7]. Соответствующие зависимости показаны на рис. 1.



Рис. 1. Зависимость между цетановым числом Z основных групп углеводородов и показателя преломления n_D^{20}

В соответствии с изложенным ранее, можно предположить, что существуют аналогичные корреляционные зависимости цетанового числа Z от диэлектрической проницаемости ϵ , от показателя угла преломления n_D^{20} , бензольного индекса VIN и др. для альтернативных топлив на базе смеси дизельного топлива с растительными маслами или спиртами.

Выводы

1. Эксплуатационные показатели ДВС напрямую зависят от моторных и физико-химических свойств применяемых топлив.
2. Перспективным исследованием в области применения альтернативных видов топлива является безмоторная оценка их эксплуатационных свойств с помощью физико-химических экспресс-методов.

Библиографический список

1. **Итинская, Н.И.** Топлива, масла и технические жидкости. Справочник/ Н.И. Итинская, Н.А. Кузнецов. - М.: Агропромиздат, 1989. - 303 с.
2. **Никифоров, А.Н.** Научные основы использования топлива и смазочных материалов в сельском хозяйстве/ А.Н. Никифоров. - М.: ВО Агропромиздат, 1987. - 248 с.
3. **Плотников, С.А.** Улучшение эксплуатационных показателей дизелей путем создания новых альтернативных топлив и совершенствования топливоподающей аппаратуры. // Автореф. дисс. докт. техн. наук. – Н-Новгород, 2011.
4. **Плотников, С.А.** Расширение многотопливности автотракторного дизеля при использовании альтернативных топлив/ Плотников С.А. [и др.] //Известия МГТУ «МАМИ», 2019. - № 3 (41). – С. 66-72.
5. **Плотников, С.А.** Проблемы и перспективы расширения многотопливности ДВС/ С.А. Плотников, П.Я. Кантор, М.Н. Втюрина //Инновационное развитие агропромышленного комплекса как фактор конкурентоспособности: проблемы, тенденции, перспективы: Коллективная монография: в 2 ч. - Ч. 1 / под общ. ред. д-ра пед. наук Е.С. Симбирских. – Киров, 2020. – С.327-336.
6. **Скворцов, Б. В.** Электрофизические устройства контроля качества углеводородных топлив/ Б. В. Скворцов. – Самара.: Изд-во Самарского гос. аэрокосм. ун-та им. акад. С. П. Королева. 2000.-264 с.
7. **Кутушев, И.Р.** Электромеханические и внутрикамерные процессы в энергетических установках, струйная акустика и диагностика, приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.: Сборник материалов XV Всероссийской межвузовской конференции. Часть II. – Казань: Михайловский военный артиллерийский университет 20 – 22 мая 2003 г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ
НА СМЕСЕВОМ ТОПЛИВЕ**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Альтернативные моторные топлива все чаще находят применение на транспорте и в других областях экономики [1]. Необходимость расширения использования альтернативных топлив обуславливается истощением мировых запасов нефти, нарастающим дефицитом нефтепродуктов и повышением цен на нефтяные моторные топлива. Ещё одна из причин интенсивных поисков альтернативных энергоносителей для автотракторной техники является постоянное увеличение требований к токсичности отработавших газов (ОГ) двигателей [2].

Среди альтернативных моторных топлив наиболее перспективными представляются топлива, получаемые из возобновляемых сырьевых ресурсов растительного происхождения. Переход от энергетики, базирующейся на ископаемых ресурсах, к энергетике, потребляющей возобновляемое сырьё, является одним из основных направлений развития современной экономики.

Снизить негативное воздействие ОГ тракторов на окружающую среду и уменьшить зависимость страны от минерального топлива можно, используя смесевое топливо на основе ДТ и сурепного масла (Сур.М).

В ходе исследований решалось несколько задач с целью создания новых составов топлив на основе ДТ и Сур.М, удовлетворяющих требованиям их применения в дизеле а также показатели его дымности и токсичности.

Сурепное масло по своему химическому строению представляет собой смесь триглицеридов с повышенной молекулярной массой и увеличенной длиной углеводородной цепи по сравнению с дизельным топливом. От группового состава углеводов и жирных кислот в этих видах топлива зависят все их свойства.

Свойства топлива играют определяющую роль при рассмотрении параметров рабочего процесса дизеля. Важнейшей характеристикой топлив является их групповой углеводородный состав.

Стендовые испытания дизеля 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) проводились в БГСХА на кафедре «Тракторы, автомобили и машины для природообустройства» в научно-исследовательской лаборатории «Испытание двигателей внутреннего сгорания».

Для выявления влияния смесевых видов топлива на основе Сур.М. на экологические показатели работы дизеля, определения его оптимальных регулировок были проведены экспериментальные исследования на нагрузочном стенде RAPIDO (Германия) мощностью 250 кВт. Стенд для проведения моторных испытаний был оборудован приборами, устройствами и приспособлениями для контроля основных показателей работы двигателя, все приборы прошли государственную поверку

Исследование экологических показателей работы дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) по нагрузочной характеристике на смесях ДТ с 90% ДТ + 10% Сур.М. и 80 % ДТ + 20 % Сур.М. при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т. [7].

По результатам данных исследований дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) следуют основные выводы: экологические показатели сопровождаются снижением выбросов с ОГ частиц сажи на 14,8 %, 25,3 %, 18,5 %, 32,1 %, оксидов азота на 1,9 %, 2,95 %, 3,2 %, 4,5 % и диоксида углерода на 0,95 %, 10 %, 3,8 % и 13,8 %, отметим незначительное увеличение оксидов углерода на 35,4 %, 47,5 %, 24,3 %, 37,4 % и углеводов на 7,3 %, 56,4 %, 5,4 % и 44,88 %.

Библиографический список

1. **Карташевич, А. Н.** Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А.Н. Карташевич, В. С. Товстыка, П.Ю. Малышкин [и др.] // Горки, БГСХА, 2013. – 376 с.
2. **Карташевич, А. Н.** Возобновляемые источники энергии: науч.-практ. пособие А. Н. Карташевич, В. С. Товстыка. Горки: БГСХА, 2008. – 261 с.
3. **Карташевич, А.Н.** Тракторы и автомобили. Газовое оборудование для автотракторной техники: курс лекций / А.Н. Карташевич, П.Ю. Малышкин, А.А. Сысоев – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. 86 с.
4. **Кульчицкий, А.Р.** Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие для высш. школы / А.Р. Кульчицкий. – 2-е изд. – М.: Академический Проект, 2004. – 400 с
5. **Карташевич, А.Н.** Определение рациональных регулировок дизеля 4ЧН 11,0/12,5 для работы на смесях дизельного топлива с биогазом / А.Н. Карташевич, В.А. Шаповров, С.А. Плотников // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.– 2019. – № 1. - С. 149–153.
6. **Плотников, С.А.** Разработка числовых методов определения свойств новых топлив. /Вестник машиностроения. / С.А. Плотников, А.Н. Карташевич - 2018. - № 3. - С. 7-10.
7. **Карташевич, А.Н.** Альтернативные топлива для автотракторной техники: курс лекций / А. Н. Карташевич, А. В. Гордеенко, В. С. Товстыка, П. Ю. Малышкин. – Горки: БГСХА, 2013. – 60с.
8. **Kartashevich, A.N.** Flammability of New Diesel Fuels/S.A. Plotnikov//Russian Engineering Research. 2018. Vol. 38. No. 6. pp. 424–427.
9. **Карташевич, А.Н.** Показатели работы тракторного дизеля на рапсовом масле / / А.Н. Карташевич, С.А. Плотников, В. С. Товстыка // Двигателестроение. 2011. - № 2. - С. 39–41.

УДК 621.432.2

КОЗЛОВ И.С., ПЛОТНИКОВ С.А., СМОЛЬНИКОВ М.В.

ЗАВИСИМОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ ОТ СРЕДНЕГО ЭФФЕКТИВНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ НА СОСТАВЕ ТОПЛИВА С РАПСОВЫМ МАСЛОМ ДО 55%

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Долгое время теоретические и экспериментальные исследования в двигателестроении были направлены на усовершенствование конструкции, а также рабочего процесса двигателей, работающих на традиционных видах топлива [1]. Но исчерпаемость ископаемых видов топлива и усложняющаяся экологическая ситуация вынудили искать замену ископаемым топливам. На первый план выступает применение топлив, получаемых прежде всего из растительного сырья [4].

В настоящее время одним из наиболее перспективных источников тепловой энергии, используемых в качестве топлива в дизелях, является применение всевозможных топливных смесей, в том числе, получаемых путём предварительного смешивания товарного дизельного топлива (ДТ) и растительного масла. Наиболее перспективными на сегодняшний день являются топливные смеси с добавками рапсового масла (РМ) [3].

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- проблема повышенной вязкости смеси ДТ и РМ до 55% может быть решена путём добавления цетаноповышающей присадки DIFRON H372 [2];

- при добавлении РМ до 55% в ДТ цикловая подача ТНВД снижается не значительно в пределах 8% [1];

- при работе дизеля на составе РМ с содержанием 55% происходит увеличение концентрации ОГ дизеля оксидов углерода СО в 2,0 раза, диоксидов углерода СО₂ на 3,5 %, суммарных оксидов азота NO_x на 14 % и частиц сажи на 29 %. Исходя из этого целесообразно применять устройства дожигания отработавших газов.

- Экономия товарного ДТ при работе дизеля в номинальном режиме на данном топливе составляет 51%.

Библиографический список

1. Бузиков Ш.В. Определение оптимальных параметров работы дизельной топливоподающей аппаратуры на топливах с добавками рапсового масла/ Ш.В. Бузиков, И.С. Козлов //Иновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / Горки, БГСХА, 2019. – Вып. 4. – С. 103-1095.
2. Бузиков Ш.В. Исследование кинематической вязкости смесового топлива. - В сб.: Тракторы, автомобили и машины для природообустройства/ Ш.В. Бузиков, И.С. Козлов, М.Н. Вторица // Мат. между. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию кафедры мелиоративных и строительных машин УО БГСХА. - Горки: Белорусская ГСХА, 2018. - С. 68-71.
3. Плотников С.А. Исследование моторных свойств рапсового масла. ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) [Электронный ресурс]: сб. статей: Всерос. ежегод. науч.-практ. конф., 1–29 апреля 2017 г. – Киров: [Науч. изд-во ВятГУ], 2017. – С. 1808-1816.
4. Смольников, М.В. Потенциал Кировской области в выборе альтернативного топлива/ М.В. Смольников // Иновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец [и др.]/Горки : БГСХА, 2020. – Вып. 5. – С. 31-35.

УДК 621.43.057

МОТОВИЛОВА М.В., ПЛОТНИКОВ С.А.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОДОГРЕВА ТОПЛИВА НА ИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЯ 4ЧН 11,0/12,5

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В связи с расширением использования парка автомобилей и тракторов к ДВС предъявляют повышенные требования: высокие эксплуатационные и экономические показатели, эффективность функционирования в составе трактора, а также минимальное отрицательное воздействие на человека и окружающую среду. Данная проблема решается за счет совершенствования конструкции двигателя, применения различных воздействий на ДТ и улучшением рабочего процесса дизельного двигателя. На протяжении многих лет ведутся исследования по улучшению рабочего процесса дизеля [1]. В ФГБОУ ВО «ВятГУ» так же проводятся исследования по данному направлению [2,3,4].

Применение активированного топлива приводит к изменению процесса смесеобразования за счет изменения диаметра капли топлива, геометрических параметров топливного факела, за счет фракционной однородности смеси.

Исследование показателей процесса сгорания при работе дизеля при различных температурах подогрева ДТ проводилось с помощью индицирования на номинальном скоростном режиме при частоте вращения коленчатого вала $n=1800 \text{ мин}^{-1}$.

При стендовых испытаниях использовался электротормозной стенд RAPIDO SAK N670 с балансирной маятниковой машиной. Применялся комплект измерительных приборов по определению индикаторных показателей и система вывода данных на монитор компьютера. Методика испытаний соответствовала ГОСТ 18509-88, ГОСТ 305-2013 [5,6]. Испытания проводились на ДТ без подогрева и с подогревом до $300 \text{ }^\circ\text{C}$. На рис. 1 представлены индикаторные диаграммы при работе дизельного двигателя на чистом ДТ и с подогревом топлива до температур 150°C и 300°C .

При использовании активированного топлива создаются условия для более однородного смесеобразования. Уменьшается время на испарение мелкодисперсного, активированного ДТ и увеличивается скорость диффузии паров углеводородного топлива в зону сгорания, что приводит к интенсификации процесса сгорания. Характер подъема линий индикаторной диаграммы при подогреве топлива до температур 150°C и 300°C более плавный, чем при чистом ДТ. Это приводит к уменьшению жесткости нарастания давления в цилиндрах дизеля и более мягкой работе цилиндропоршневой группы. Максимальное значение $P_z \text{ max}$ с повышением температуры ДТ до температур 150°C и 300°C понижается и составляет 10,7,

10.51 и 10.12 МПа соответственно. Из характера наклона линий индикаторных диаграмм после значений положения точки вМТ наблюдается уменьшение времени на процесс сгорания ДТ.

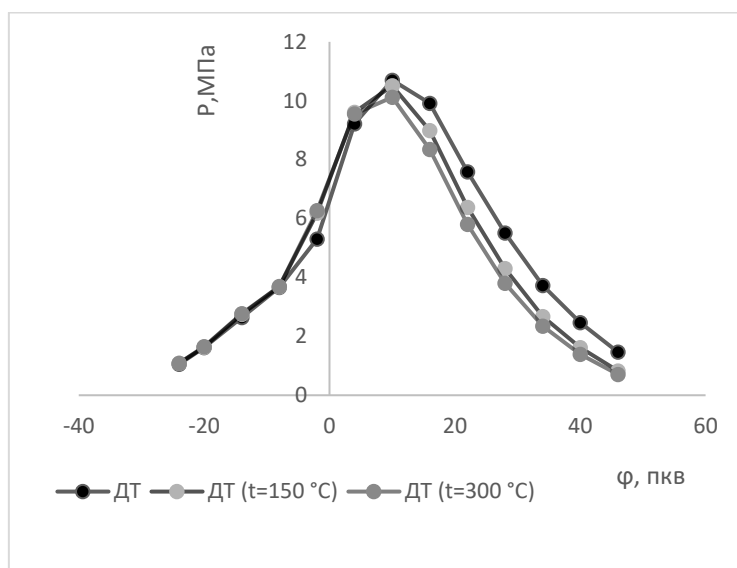


Рис. 1. Индикаторные диаграммы дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при частоте вращения $n=1800 \text{ мин}^{-1}$

Выводы

1. Стендовые испытания позволили сделать вывод о возможности работы дизеля на активированном топливе без ухудшения индикаторных показателей. При этом выявлены изменения индикаторных показателей от разных значений температуры подогрева топлива.
2. Использование активированного топлива до 300 °C позволяет уменьшить максимальное значение Pz_{max} на 5,42% по сравнению с ДТ без подогрева.
3. Полученные результаты индикаторных диаграмм позволяют сделать вывод об влиянии температуры подогрева топлива на интенсификацию процесса сгорания.

Библиографический список

1. **Ассад, М.С.** Продукты сгорания жидких и газообразных топлив: образование, расчет, эксперимент / М. С. Ассад, О.Г. Пенязьков. – Минск: Беларусь. Наука, 2010. – 305 с.
2. **Плотников, С. А.** Исследование показателей работы дизеля с термофорсированием / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, В. Ф. Атаманюк // Журнал Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – С. 39-43.
3. **Плотников, С. А.** Анализ процесса сгорания и тепловыделения тракторного дизеля с предварительной термической подготовкой топлива / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, А. Л. Бирюков // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – №3 (27). – С. 114-124.
4. **Плотников, С.А.** Исследование работы дизельной ТПА на высокоактивированном топливе / С. А. Плотников, Ш. В. Бузиков, М. В. Мотовилова // Транспортные системы/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2019. – С. 12-18.
5. ГОСТ 18509-88 Дизели тракторные и комбайновые методы стендовых испытаний: принят принят 24.03.1988; действ. 01.01.1990. М. Госстандарт России, 2001. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200010002> (дата обращения 22.01.2021)
6. ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия : принят 14.11.2013; действ. 01.01.2015. М. : ОАО "ВНИИ НП", 2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/842501075> (дата обращения 22.01.2021).

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПРИСАДКИ НА ПРОЦЕССЫ СГОРАНИЯ НОВЫХ
ТОПЛИВ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ**

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Все большее количество ученых разных стран мира обращаются к вопросу улучшения экологической обстановки земного шара. К этому, весьма важному вопросу, можно подойти с различных сторон.

Ряд ученых исследуют и улучшают системы выпуска отработавших газов, используя нейтрализатор. Другие исследуют конструктивные особенности самого двигателя внутреннего сгорания, с возможностью улучшения каких-либо узлов или элементов. Мы же исследуем возможность применения альтернативных топлив биологического происхождения, в виде добавки к нефтяному моторному дизельному топливу [1-2].

Исследовано значительное количество составов, объемов замещаемого этанолом дизельного топлива, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и других применяемых присадок [3]. При этом основной акцент делается на создание все более новых, более высококонцентрированных составов топливных эмульсий, с применением ранее неиспользованных добавок к топливу[4].

Ужесточаются требования к применяемым присадкам, на данном этапе недостаточно создать лишь устойчивую эмульсию, готовую к использованию, необходимо создать присадку комплексного действия, которая приблизит эксплуатационные параметры нового топлива к показателям базового нефтяного топлива, но экологическая составляющая будет улучшена. Важным аспектом исследований является процесс сгорания нового топлива в цилиндре двигателя.

Из проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Применение комплексной присадки направленного действия приводит процесс сгорания этанола-топливной эмульсии, с предельным содержанием этанола в смеси, к показателям горения базового топлива..
2. Применение новых топлив, с предельным содержанием этанола, позволяет снизить максимальную температуру цикла, тем самым снизить теплонапряженность деталей цилиндра-поршневой группы, повысить надежность и долговечность дизельного двигателя.
3. Результаты исследований процесса сгорания, с помощью индицирования, доказывают правильность использования присадки комплексного действия, при использовании высококонцентрированных этанола-топливных эмульсий.

Библиографический список

1. **Втюрина М.Н.** Исследование свойств этанола-топливных эмульсий с присадками / М.Н. Втюрина, А.В. Пляго. –Транспртные системы. 2017. №2(5). – С.51-54
2. **Плотников С.А.** Топливная эмульсия. – Пат. РФ № 2668225, МПК С10L 1/32. – 3с., 1 табл.
3. **Карташевич А.Н.** Исследование свойств новых топлив на основе этанола/ А.Н. Карташевич, С.А. Плотников, М.В. Смольников //Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. - № 1. - С. 114-117.
4. **Плотников С.А.** Применение этанолсодержащих топлив в дизеле/ С.А. Плотников, А.Н.Карташевич, Г.Н. Гурков. - Киров: Типография "Авангард", 2011. – 116 с.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИО- И ПРИРОДНОГО ГАЗА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Основная часть автотракторных двигателей работают на жидком топливе, которыми являются продукты перегонки нефти, в частности, бензин и дизельное топливо (ДТ). В свою очередь автотракторная техника является серьезным источником загрязнения окружающей среды и создает угрозу экологической безопасности. Рост выбросов вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) от автотракторной техники вызван не только увеличением их количества, так и ухудшением технического состояния, и низким уровнем технико-эксплуатационных показателей автомобилей, несоответствием требованиям стандартов, использованием низкокачественного моторного топлива. Поэтому тенденция роста выбросов вредных веществ с ОГ от автотракторной техники в ближайшие годы сохранится, но возможно и увеличится. Главным образом, наибольшее воздействие автотракторная техника оказывает на атмосферный воздух городов, в связи с чем эта проблема является одной из самых актуальных и серьезнейших для всех городов мира [1...3].

Загрязнение воздуха выбросами вредных веществ ОГ автотракторной техники, вызывает риск потери здоровья у населения, при этом наибольшую опасность представляют выбросы вредных веществ ОГ канцерогенных (сажи, бензола, свинца, 1,3-бутадиена) и опасных органических веществ (формальдегида, акролеина, толуола, ксилолов) [4].

Природный газ (ПГ) представляет собой смесь различных веществ, но основную часть природного газа составляет метан от 70 до 98%, в его состав также могут входить этан, бутан и другие газы, не являющиеся углеводородами (сероводород, диоксид углерода и др.). Качество и состав природного газа зависят от места добычи.

Биогаз (БГ) представляет собой смесь из 50...80% метана, 20...50% углекислого газа, до 1% сероводорода и незначительных следов азота, кислорода и водорода, а также продуктов метанового брожения органических веществ растительного и животного происхождения, осуществляемого специфическим природным биоценозом анаэробных бактерий различных физиологических групп [5,6].

Продолжительное время в УО «БГСХА» проводятся экспериментальные исследования по применению БГ и ПГ в качестве альтернативных видов топлив. Одним из таких является исследование экологических показателей работы дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) по внешней скоростной характеристике на смесях 85% ДТ + 15% БГ, 70% ДТ + 30% БГ, 85% ДТ + 15% ПГ и 70% ДТ + 30% ПГ при рациональном значении угла опережения впрыскивания топлива $\Theta_{оп.впр}=22^\circ$ до в.м.т. [7]. При проведении исследований ДТ замещалось БГ и ПГ в процентном отношении по величине суммарной вводимой в цилиндры дизеля теплоты, значение которой оставалось постоянным. Количество содержания БГ и ПГ, равное 15% и 30% было выбрано из условия наличия необходимого воздуха для обеспечения полноты процесса сгорания.

По результатам данных исследований дизельного двигателя 4ЧН 11,0/12,5 (Д-245.5S2) следуют основные выводы: экологические показатели сопровождаются снижением выбросов с ОГ частиц сажи на 15,9 %, 28,4 %, 21,6 %, 34,1 %, оксидов азота на 2,2 %, 3,63 %, 3,1 %, 5,5 % и диоксида углерода на 1,2 %, 11 %, 4,8 % и 15,2 %, а также незначительным увеличением оксидов углерода на 33,3 %, 46,4 %, 26,4 %, 38,5 % и углеводородов на 8,3 %, 66,4 %, 6,6 % и 48,92 %.

Библиографический список

1. **Карташевич, А.Н.** Применение этанолсодержащих топлив в дизеле: / Монография / А.Н. Карташевич, С.А. Плотников, Г.Н. Гурков – Киров: Типография "Авангард", 2011. Ч. I. – 116 с.: ил.
2. **Марков В. А.** Работа дизелей на нетрадиционных топливах: Учебное пособие/ В. А. Марков, А.И. Гайворонский, Л.В. Грехов, Н.А.Иващенко. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2008. – 464 с.
3. **Плотников С.А.** Система питания генераторным газом ДВС и установка для его осуществления/ С.А. Плотников, А.С. Зубакин, А.Н. Коротков//Проблемы эксплуатации автомобильного транспорта и пути их решения на основе современных информационно-коммуникационных технологий: сб. науч. тр. по мат. заоч. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2015. – С. 66-69.
4. **Карташевич А.Н.** Альтернативные виды топлива для двигателей: монография / А.Н. Карташевич, В.С. Товстьяка, П.Ю. Малышкин [и др.] // – Горки, БГСХА, 2013. – 376 с.
5. **Кавтарадзе, Р. З.** Теплофизические процессы в дизелях, конвертированных на природный газ и водород // **Р. З. Кавтарадзе;** Московский гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана. – М., 2011. – 238 с.
6. **Kartashevich, A.N.** Flammability of New Diesel Fuels./S.A. Plotnikov//Russian Engineering Research, 2018, Vol. 38, No. 6, pp. 424–427.
7. **Карташевич, А.Н.** Определение рациональных регулировок дизеля 4ЧН 11,0/12,5 для работы на смесях дизельного топлива с биогазом/ А.Н. Карташевич, В.А. Шапорев, С.А. Плотников //Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1. - С. 149–153.

УДК 621.43.057

ШИПИН А.И., ПЛОТНИКОВ С. А.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ НА МКБТ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В Вятском государственном университете (ВятГУ) в сотрудничестве с Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (БГСХА) проводятся исследования работы автотракторных дизелей на многокомпонентных составах, состоящих из дизельного топлива (ДТ), рапсового масла (РМ) и этанола (Э) [1]. Одним из направлений работы является исследование концентрации токсичных и вредных веществ в отработавших газах (ОГ) при работе дизеля [2].

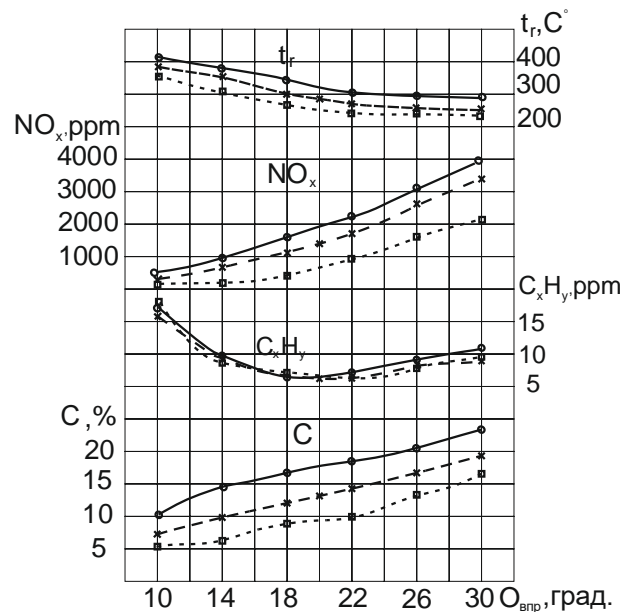


Рис.1. Регулировочные характеристики дизеля по установочному углу опережения впрыскивания топлива (экологические показатели, $n=1800 \text{ мин}^{-1}$):

○ — дизельное топливо; × — — × — 15 % этанола и 15% РМ в составе;
 □ - - - □ - 25 % этанола и 25% РМ в составе

Цель исследований – экспериментальное определение регулировочных показателей дизельного двигателя Д-245.5S2 при работе на многокомпонентных составах ДТ70%+РМ15%+Э15% (МКБТ15) и ДТ50%+РМ25%+Э25% (МКБТ25) и оценка их экологических показателей. Экспериментальные исследования производились на нагрузочном стенде RAPIDO (Германия) мощностью 250 кВт.

В результате испытаний установлено, что работа дизеля на МКБТ15 и МКБТ25 даёт возможность снизить дымность ОГ на 23,6% и 44,2%, содержание суммарных оксидов азота на 17,3% и 46,2% соответственно.

Применение многокомпонентного биотоплива положительно сказывается на его физико-химических свойствах и, в целом, на рабочем процессе дизеля за счет компенсации отрицательных свойств всех трёх составляющих: ДТ, этанол, РМ. Имеет место мягкая работа двигателя, что в свою очередь приводит к снижению теплонапряженности деталей и нагарообразования в прецизионных парах.

Библиографический список

1. **Плотников, С.А.** Исследование моторных свойств смесей дизельного топлива с рапсовым маслом/ **С.А. Плотников, П.Я. Кантор, И.С. Козлов, М.Н. Втюрина** //Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева: Нижний Новгород, 2018. - № 2 (121). – С. 169-174.
2. **Плотников С.А.**, Определение токсичности и дымности отработавших газов дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при работе на этанолсодержащем топливе/ **С.А. Плотников, М.В. Смольников, П.Ю. Малышкин** //Транспортные системы, 2018. - № 2. – С. 12

УДК 629.331

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММЫ “УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ”

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Для определения различных динамических показателей на разных режимах работы механической системы обычно требуется поставить большое число экспериментов, а также оснастить испытательную площадку сложным и обычно дорогим измерительным и регистрирующим оборудованием. Объем работ по подготовке к испытаниям, установке и настройке измерительного оборудования, обработке и изучению полученных результатов значителен, а стоимость работ высока. Не всегда возможно измерение всех интересующих динамических показателей, приходится преодолевать проблемы, связанные с погрешностями измерительных приборов, повторяемостью и воспроизводимостью результатов. Также испытания машин на предельных или нештатных режимах либо очень дороги, либо опасны

Компьютерное моделирование может устранить потребность в создании экспериментального образца и в оборудовании специальной площадки для проведения экспериментов.

Программный комплекс “Универсальный механизм” (УМ) предназначен для моделирования динамики и кинематики плоских и пространственных механических систем. Для создания механической системы в программе необходимо создать тела, ввести параметры шарниров, связей и сопряжений, а также характеристики других силовых элементов.

После численного моделирования программа может вывести следующие величины для дальнейшего:

- кинематические характеристики (траектории, координаты, скорости, ускорения любой точки любого тела, углы поворотов, угловые скорости и угловые ускорения тел, характеристики относительного движения тел);
- силы реакций в шарнирах;
- активные силы (например, силы в пружине, гасителе колебаний, листовой рессоре, гидроцилиндре);
- напряжения и деформации для упругих тел.

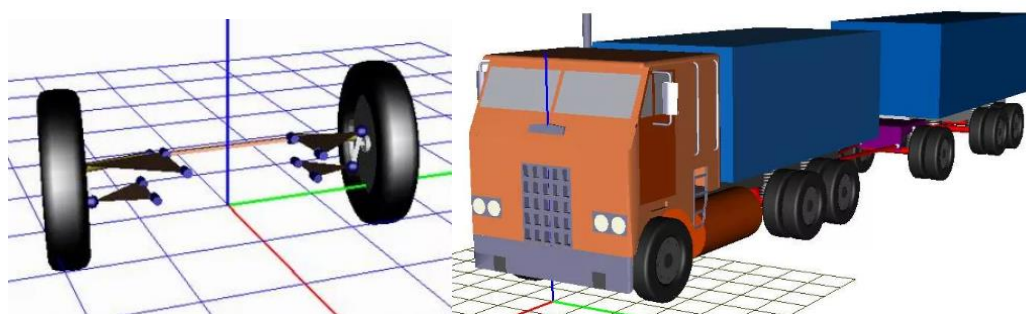


Рис. 1. Примеры моделей

1. Универсальный механизм – программный комплекс для моделирования динамики механических систем / Электронный ресурс / Режим доступа URL: <http://www.umlabor.ru/pages/index.php?id=1>

УДК 629.331

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С.

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МЕСТНОСТИ СО СМЕШАННЫМ ТИПОМ ОПОРНОГО ОСНОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Рассматривая вопрос подвижности транспортно-технологических машин, остается важным вопрос взаимодействия движителя (колесного или гусеничного) с грунтом. В большинстве исследований принимается, что грунт однороден, имеет строго определенные свойства на достаточно большой местности. Рассматриваются два типа взаимодействия движителя – с твердым ровным опорным основанием и с деформируемой опорной поверхностью [1].

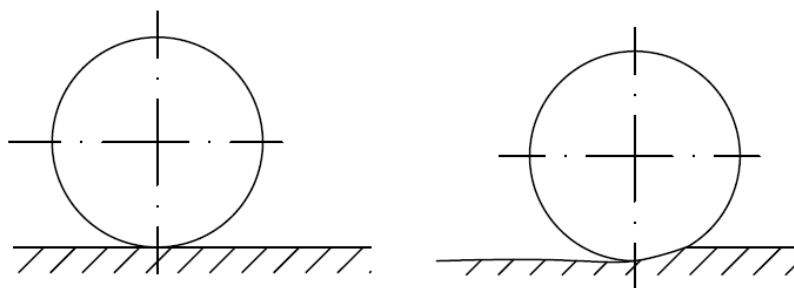


Рис. 1. Взаимодействие колеса с твердой и деформируемой опорной поверхностью

Также в некоторых исследованиях учитывается волнообразование при активном взаимодействии колеса с деформируемым основанием. Было выяснено, что волнообразование увеличивается с ростом нагрузки на колесо и коэффициента сопротивления качению. Также оно уменьшается с увеличением размеров колес, модуля деформации, сдвиговых характеристик деформируемого материала и коэффициента сцепления [2].

В моделях редко учитываются частные случаи – наличие какого-либо неспецифического для данной местности или данного типа грунта включений или иных неоднородностей. Эти включения будут влиять на возможность машины проехать по данной местности от варианта снижения скорости до случая полной невозможности преодоления препятствия.

Вопросы преодоления препятствий вездеходной техникой рассматриваются в моделях подвижности. Отдельно рассматриваются перпендикулярные кромки, выемки, угол въезда на препятствие. На показатели проходимости может повлиять то, из чего состоит препятствие – деформируемый мягкий грунт или твердые недеформируемые объекты. Влияние подобных объектов требует дополнительного изучения и возможно, приведет к коррекции некоторых моделей подвижности.

Библиографический список

1. Жилейкин, М.М. Проверка адекватности и точности математической модели взаимодействия эластичного колеса с деформируемым опорным основанием/ М.М. Жилейкин, А.Ю. Захаров, М.В. Паньшин / Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева № 4 (123). С. 206-214.
2. Захаренко, А.В. Взаимодействие автомобильного колеса с деформирующейся грунтовой поверхностью в условиях эксплуатации. Вестник Иркутского государственного технического университета, 2012. В. 1 (60). С. 98-103.

ПРЕПЯТСТВИЯ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ НА ПУТИ КОММУНАЛЬНЫХ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Для нормального функционирования современных городов огромную роль играют дорожно-эксплуатационные службы. Одной из главных функций, которые они выполняют, является уборка дорог и тротуаров. В современном мире все чаще для этих целей стали использовать различные механизированные устройства: уборочные, подметально-уборочные, поливмоечные, снегоуборочные, вакуумные и различные комбинированные машины.

Ввиду разнообразия городской инфраструктуры, в больших городах при уборке тротуаров часто на пути перечисленных машин встречаются препятствия, мешающие выполнению работ. При этом техника из-за габаритов самой машины или неподходящей формы рабочего органа не может произвести уборку всей поверхности тротуара. Места, оставшиеся не убранными механизированным способом, требуют уборки ручным способом, что приводит к снижению производительности. Этими препятствиями в городе Нижний Новгород чаще всего становятся: деревья и кусты, растущие посреди тротуаров, входы в подвалы жилых домов, торчащие колодцы канализаций и т. д. Примеры препятствий приведены на рис. 1.



Рис. 1. Препятствия, мешающие нормальному функционированию уборочной техники на улицах Нижнего Новгорода

Возможны два пути решения данной проблемы:

1. Проектирование и производство машин со специальным оборудованием для уборки в труднодоступных местах.
2. По возможности, удаление существующих препятствий, мешающих уборке механическим способом. Так же это стоит учитывать при проектировании новых и реконструкции существующих пешеходных дорожек и тротуаров.

Второй путь решения проблемы более предпочтителен, так как экономически нецелесообразно производить и содержать парк узкоспециализированных коммунальных машин.

Подсекция 5.1

Кораблестроение и авиационная техника

УДК 629.12


АББУД М., КНЯЗЬКОВ В.В.

ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОХОД ДЛЯ РЕЧНЫХ ПРОГУЛОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Речные круизы – это прекрасная возможность посвятить свой досуг увлекательному и полезному отдыху в кругу семьи и друзей, а также провести конференцию, торжество или другое мероприятие. Среди туристов большим спросом, кроме круизов, пользуется такой вид путешествия, как речные прогулки. К экскурсионным и прогулочным перевозкам относятся поездки экскурсантов продолжительностью не более 24 ч, совершаемые на речных судах с целью отдыха и ознакомления с памятными, историческими и другими достопримечательностями. Речные прогулки на теплоходах давно стали визитной карточкой Санкт-Петербурга, Москвы и других городов России. Полтора часовая речная прогулка в Нижнем Новгороде – это уникальная возможность увидеть основные архитектурные и природные достопримечательности, расположенные вдоль берегов Оки и Волги.

В качестве прогулочного судна могут использоваться катера, скоростные суда на подводных крыльях, небольшие моторные лодки, яхты, а также сверхскоростные суда с газотурбинным двигателем.

Целью данной выпускной квалификационной работы магистра является проектирование пассажирского теплохода для речных прогулок. Класс судна Российского Речного Регистра « Р 1,2».

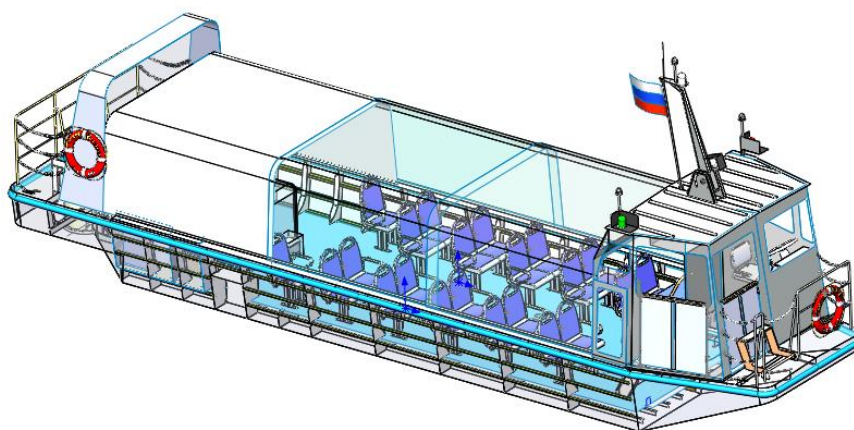


Рис. 1. Пассажирский теплоход для речных прогулок

Согласно заданию, на судне нужно было разместить 24 пассажира; экипаж 2 человека, автономность по запасам топлива 8 ч. В качестве судна-прототипа выбран мелкосидящий катер для переправ проект 2044 [1]. При проектировании использовался программный комплекс SolidWorks [2]. Внешний вид прогулочного теплохода приведен на рис. 1.

Тип судна: однокорпусный, стальной, открытый, пассажирский теплоход с кормовым расположением моторного отделения и носовым размещением рулевой рубки. Основные характеристики судна: водоизмещение $D=10,23$ т; габаритная длина $L=12,8$ м; габаритная ширина $B=3,25$ м; расчетная осадка $T=0,35$ м; высота борта $H=1,0$ м.

На судне применен водометный движитель, в качестве импеллера которого используется гребной винт диаметром $D=0,35$ м с числом лопастей $z=4$ и дисковым отношением $\theta=0,55$. Номинальная мощность установленного на судне двигателя 4ЧСП8,5/11 18,4 кВт (25 л.с.) с частотой вращения 1500 об/мин. Запуск двигателя осуществляется электростартером. Реверс-редуктор обеспечивает передаточные числа: на переднем ходу 1:1,57; на заднем ходу 1:1,37. Реверсивное устройство судна состоит из двух заслонок, связанных между собой тягой. Скорость движения судна составляет 10 км/ч.

Предусматривается санузел общего пользования с одним унитазом и умывальником. Судно оснащено сдвигаемой телескопической крышей, которая позволяет наслаждаться прогулкой на свежем воздухе в солнечный день, и спасает пассажиров от непогоды.

Нормы снабжения судна установлены, исходя из условия, что судно предназначено для эксплуатации в бассейне, разряд которого соответствует его классу.

Библиографический список

1. Справочник по серийным речным судам. Т. 7, ЦБНТИ Минречфлота, 1981. – 232 с.
2. **Князьков, В.В.** SolidWorks. Проектирование судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. – 228 с.

УДК 629.124.791

БОРМОТОВ А.Д.

МОРОЗИЛЬНЫЙ ТРАУЛЕР ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫБОЛОВСТВА В МОРЯХ СЕВЕРНОГО БАССЕЙНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По данным на 2010 г. основную массу (около 90 %) промыслового флота отрасли составляют суда, построенные по проектам 60-80-х годов прошлого столетия. По своим технико-эксплуатационным характеристикам они не могут полностью отвечать требованиям сегодняшнего дня. Возрастную структуру флота характеризуют следующие цифры. Суда возрастом до 5 лет составляют только 4,6 %, 6-10 лет – 16,9 %, 11-15 лет – 20,4 %, 16-20 лет – 20,2 % и более 20 лет – 37,9 %. Наиболее устаревший флот – обрабатывающий, 70,3 % его судов необходимо заменить, в том числе 51,5 % плавбаз, 85,4 % производственных рефрижераторов [1]. В составе вспомогательного флота более 60 % судов превысили нормативный срок службы. Наиболее "молодым" можно считать транспортный флот, но и здесь 45,7 % судов должны быть списаны [2]. Поэтому в настоящее время проектирование, постройка морозильных траулеров и обновления промыслового флота РФ является актуальной задачей.

Морозильный траулер класса КМ Arc4 AUT1-ICS (REF) Fishing vessel спроектирован для промышленного рыболовства в морях Северного бассейна: Баренцево, Норвежское, Гренландское. Предназначен для промысла рыбы донным тралом; переработки рыбы в охлажденную продукцию в разделанном и неразделанном виде; производства рыбной муки; хранения вырабатываемой продукции и транспортировки ее в порт.

Основные характеристики судна составили: $L \times B \times T \times H = 74,3 \times 14,3 \times 5,5 \times 8,5$ м; водоизмещение $D = 3978$ т. С использованием САПР SolidWorks была создана 3D-модель корпуса судна (рис. 1) и разработан теоретический чертёж судна. Разработана конструкция корпуса судна со схемой общего расположения (рис. 2).

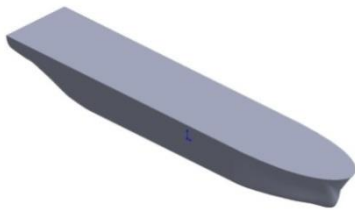


Рис. 1

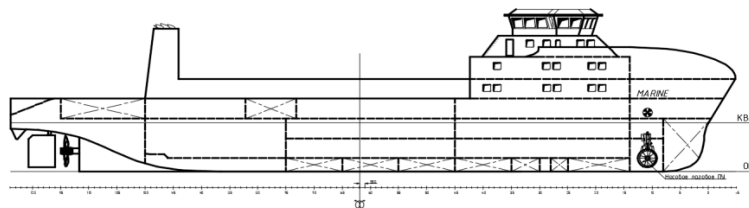


Рис. 2

Энергетическая установка судна Caterpillar C280-12 Tier 4 мощностью 4060 кВт, работающая на винт регулируемого шага диаметром 3,45 м.

На судне имеется следующее грузовое, промышленное оборудование и оборудование для хранения и переработки рыбы: грузовые краны и лифты, комплект оборудования для лова рыбы, автоматизированная линия переработки рыбы, воздушно-плиточный морозильный аппарат.

Морозильный траулер для промышленного рыболовства в морях Северного бассейна отвечает требованиям Российского морского Регистра, является остойчивым и непотопляемым при затоплении одного любого отсека.

Библиографический список

1. Куранов, Ю. Ф. Тенденция развития и обновления рыболовного флота на Северном бассейне. [Текст] // Вестник МГТУ. – 2017. - №4. – С. 734-741.
2. Наумов, Д. О. состоянии российского рыбопромыслового флота и промышленного судостроения // Fishnews – Дайджест. Владивосток, 2013. № 7. С. 10–13.

УДК 681.518.2

ВАЛЯЕВ А.В., КЛЮЧЕВ А.Г., ЛУКИНА Е.А.

ОСОБЕННОСТИ УЧЁТА СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЕСОВОЙ НАГРУЗКИ СУДНА ДЛЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Волжский государственный университет водного транспорта,
ООО "Научно-производственная фирма "Штурвал"

В рамках создания судовой автоматизированной системы поддержки принятия решения (СППР) об использовании средств спасения [1] возникла необходимость разработки методики составления нагрузки масс при выходе судна в рейс. Необходимость вызвана тем, что массово-центровочные характеристики судна служат исходными данными для расчёта диаграмм статической и динамической остойчивости. Диаграммы рассчитываются на борту судна с некоторой периодичностью, обоснованной достаточностью времени проведения спасательной операции в случае неблагоприятного прогноза. На основании анализа этих диаграмм посредством автоматизированных алгоритмов определяется интенсивность изменения пороговых значений остойчивости для конкретного судна [2].

Для решения поставленной задачи возникла необходимость добавления автоматизированного блока ввода информации по судну и дедвейту к программе расчёта характеристик диаграмм остойчивости судна. Статьи нагрузки масс, определяющие водоизмещение судна порожнём, не изменяются для конкретного судна. Они вносятся в блок расчёта нагрузки масс при масштабировании системы для конкретного судна. Дедвейт – переменные грузы на

судне – для речного пассажирского водоизмещающего судна представлен пассажирами, провизией и жидкостями в судовых цистернах.

В расчёте остойчивости, согласно п. 3.1 Ч.II Правил классификации и постройки судов Российского речного регистра [3], учитывается размещение пассажиров на своих посадочных местах. В СППР ввод данных весовой нагрузки по пассажирам производится вахтенным начальником согласно проданным на рейс билетам. Так как билеты продаются в каюты разных категорий комфортности, то в системе также предоставляется возможность ввода данных по количеству пассажиров в каютах определённой категории. Категории кают для каждого судна известны заранее и являются масштабируемым параметром системы.

Каюты каждой категории с учётом их расположения на судне в рамках масштабирования системы выделяются в укрупнённые блоки, для каждого из которых по чертежам общего расположения определяются координаты их центров тяжести X_i, Y_i, Z_i .

Вес пассажиров в каждом блоке P_i рассчитывается с учётом численности N_i согласно проданным билетам. Средняя масса одного пассажира с багажом принимается равной 100 кг. При расчёте статей нагрузки масс, связанных с жидкими грузами в цистернах, возникает необходимость перед выходом судна в рейс зафиксировать в них уровень жидкости. Уровень жидкости в цистернах в СППР предлагается определять по датчикам уровня с передачей указанной информации не только вахтенному начальнику для визуального контроля, но и в качестве параметров на вход алгоритма расчёта нагрузки масс. Объём V_j и координаты центра тяжести жидких грузов x_{Cj}, y_{Cj}, z_{Cj} в СППР предлагается определять с использованием алгоритма расчёта указанных характеристик по геометрии каждой цистерны, которая является масштабируемым параметром системы, и уровню жидкости, определённому по датчикам уровня.

Описанная методика определения массово-центровочных характеристик судна при выходе судна в рейс позволит учитывать не только заранее внесённые в систему СППР данные по проектным характеристикам судна, но и учесть его реальную загрузку переменными грузами в расчётах диаграмм остойчивости.

Работа выполнена при поддержке гранта Фонда содействия инновациям (договор 4009ГС1/65581от 29.03.2021).

Библиографический список

1. **Валяев, А.В.** Мониторинг остойчивости в системе поддержки принятия решений об использовании средств спасения при угрозе скоротечного затопления речного судна/ А.В. Валяев [и др.] // Морские интеллектуальные технологии. 2018. Т. 2. №4(42). С. 18-24.
2. **Ваганов, А.Б.** Анализ вычислительных моделей оценки посадки водоизмещающего судна для системы поддержки принятия решений при комплексном внешнем воздействии/ А.Б. Ваганов [и др.] // Информационные системы и технологии. 2020: [Электронный ресурс]: Сб. материалов XXVI Международной научно-технической конференции. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2020. – С. 670 - 676.
3. Российский Речной Регистр [Электронный ресурс] / Правила PPP // Режим доступа <https://www.rivreg.ru/assets/uploads/rules2019.pdf> (дата обращения: 02.02.2020).

УДК 629.12

КРИВЦОВ Л.М., КНЯЗЬКОВ В.В.

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДРУЛИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА БУКСИРНОГО СУДНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Подруливающим устройством (ПУ) называется средство управления судном, способное создавать полезный боковой упор и представляющее собой движитель (импеллер), расположенный в поперечном канале, идущем от борта до борта судна. Боковой упор создаётся

путем засасывания воды и выбрасывания её в перпендикулярном по отношению к ДП судна направлении [1]. ПУ чаще всего располагают в носовой части судна, где они более эффективны для управления судна. В настоящее время построены суда с ПУ с носовым и кормовым расположением.

Данная работа посвящена выбору основных элементов подруливающего устройства морского буксира мощностью 3000 кВт. Класс буксирного судна РМРС КМ ★ Arc 4 R2 AUT1 Tug. Судно предназначено для выполнения буксировочных операций с доками, а также судами, баржами и другими плавучими техническими средствами в порту и прибрежных районах и поэтому должно обладать необходимыми маневренными качествами.

Поставленная задача решалась поэтапно. В результате выполненного анализа существующих типов ПУ принято, что на буксире будет установлено носовое винтовое погружное ПУ с винтом фиксированного шага и электрическим двигателем, так как данное ПУ обладает достаточной эффективностью и имеет максимальную простоту в изготовлении, обслуживании и управлении.

После расчета вращающего момента и необходимого упора ПУ по каталогу фирмы «Vetus» [2], которая в настоящее время является одним из наиболее популярных фирм-производителей ПУ, было выбрано устройство, характеристики которого обеспечивают решение поставленной задачи (рис. 1, а). На следующем этапе в SolidWorks [3] была разработана модель подруливающего устройства и решена задача размещения устройства в корпусе судна (рис. 1, б).



Рис. 1. Моделирование подруливающего устройства в SolidWorks

Библиографический список

1. Гофман, А.Д. Двигательно-рулевой комплекс и маневрирование судна: справочник / А.Д. Гофман. – Л.: Судостроение, 1988. – 360 с.
2. <http://www.vetus-ms.ru/vetus/index.php?cat=8&scat=70>
3. Князьков, В.В. Компьютерные технологии в кораблестроении: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2015. – 130 с.

УДК 629.124.791

МЕЛКОЗЕРОВ А.М.

РАСЧЕТЫ ДЛИТЕЛЬНОСТИ АРКТИЧЕСКИХ РЕЙСОВ В ЗИМНИЙ И ЛЕТНИЙ ПЕРИОДЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Длительность Арктических рейсов существенно зависит от путевых ледовых условий. Ледовая обстановка Арктических морей характеризуется большим разнообразием льдов, их свойств и характеристик. В настоящее время сложились благоприятные условия для прогнозирования ледовой эксплуатации судов. Это эффективная ледовая разведка и способы расчета ледовой ходкости в основных типах ледовых условий. Таких как сплошной ледяной по-

кров [1, 4, 5], мелкобитый лед [1, 3], канал с битым льдом [1, 3], крупнобитый лед и ледяные поля [1, 2], торосистый лед [1, 4]. С учетом разрушенности, заснеженности, сплоченности, ледовых сжатий.

В расчетных методах сплошной ледяной покров характеризуется толщиной льда и некоторым набором физико-механических характеристик, которые обычно принимаются среднестатистическими. Сплошной лед также характеризуется степенями разрушенности (Р) и торосистости (Т) и толщиной снега (hсн), покрывающего ледяной покров. Таким образом, для описания ледовых условий необходимо указать их тип, толщину льда, для сплошного льда – степень разрушенности и торосистости (если имеются такие сведения) и толщину снежного покрова, для мелкобитого льда – сплоченность, а для канала с битым льдом – сплоченность и ширину канала.

Задание ледовых условий в районе предполагаемой эксплуатации можно сделать двумя способами.

В первом случае предполагается эксплуатация на конкретных ледовых трассах. В результате обобщения и систематизации материалов многолетних наблюдений за гидрологическим режимом и данных ледовой разведки можно определить протяженности участков трасс с различными ледовыми условиями.

Во втором случае структура ледовых условий может быть определена путем задания времени плавания в различных однородных ледовых условиях. Получить такую количественную информацию путем обработки материалов научных экспедиций и судовых наблюдений технически сложно, хотя такая возможность не исключается. Приблизительно ее может заменить соответствующая обработка экспертных оценок судоводителей.

Таблица 1. Расчет длительности арктических рейсов в зимний и летний периоды

	h_1	h_2	...	h_k
Сплошной лед				
X_1	$\overline{l_{11}}, \overline{t_{11}}$	$\overline{l_{12}}, \overline{t_{12}}$	...	$\overline{l_{1k}}, \overline{t_{1k}}$
X_2	$\overline{l_{21}}, \overline{t_{21}}$	$\overline{l_{22}}, \overline{t_{22}}$	...	$\overline{l_{2k}}, \overline{t_{2k}}$
...
X_n	$\overline{l_{n1}}, \overline{t_{n1}}$	$\overline{l_{n2}}, \overline{t_{n2}}$	...	$\overline{l_{nk}}, \overline{t_{nk}}$
Мелкобитый лед				
X_{n+1}	$\overline{l_{n+1,1}}, \overline{t_{n+1,1}}$	$\overline{l_{n+1,2}}, \overline{t_{n+1,2}}$	...	$\overline{l_{n+1,k}}, \overline{t_{n+1,k}}$
X_{n+2}	$\overline{l_{n+2,1}}, \overline{t_{n+2,1}}$	$\overline{l_{n+2,2}}, \overline{t_{n+2,2}}$	...	$\overline{l_{n+2,k}}, \overline{t_{n+2,k}}$
...
X_m	$\overline{l_{m1}}, \overline{t_{m1}}$	$\overline{l_{m2}}, \overline{t_{m2}}$	...	$\overline{l_{mk}}, \overline{t_{mk}}$
Канал с битым льдом				
X_{m+1}	$\overline{l_{m+1,1}}, \overline{t_{m+1,1}}$	$\overline{l_{m+1,2}}, \overline{t_{m+1,2}}$	...	$\overline{l_{m+1,k}}, \overline{t_{m+1,k}}$
X_{m+2}	$\overline{l_{m+2,1}}, \overline{t_{m+2,1}}$	$\overline{l_{m+2,2}}, \overline{t_{m+2,2}}$	...	$\overline{l_{m+2,k}}, \overline{t_{m+2,k}}$
...
X_p	$\overline{l_{p1}}, \overline{t_{p1}}$	$\overline{l_{p2}}, \overline{t_{p2}}$	...	$\overline{l_{pk}}, \overline{t_{pk}}$
Аналогично задаются и другие условия				
$\sum \sum \overline{l_{ij}} = 1, \sum \sum \overline{t_{ij}} = 1$				

Информацию о ледовых условиях в районе эксплуатации ледокола можно представить некоторой матрицей. В первом случае в таблице представляется информация об относи-

тельных протяженностях участков трасс с различными ледовыми условиями $\overline{t_{ij}}$. Под относительной протяженностью участка трассы понимается отношение длины участка с однородными ледовыми условиями l_{ij} к суммарной длине трассы $\sum \sum l_{ij}$. Во втором случае в таблице содержатся сведения об относительном времени плавания в различных ледовых условиях $\overline{t_{ij}}$. Под относительным временем плавания понимается отношение времени плавания в однородных ледовых условиях t_{ij} к суммарному времени эксплуатации $\sum \sum t_{ij}$. В таблице X – вектор, содержащий характеристики конкретного типа ледовых условий, за исключением толщины льда. Для сплошного льда $X = (h_{сн}, T, P)$, для мелкобитого льда $X = S$, для канала с битым льдом $X = (B_{к}, S)$.

При заданных основных элементах (водоизмещение, главные размерения, мощность [6]) и форме корпуса судна можно спрогнозировать длительность рейса в различное время года. Расчеты показывают, что продолжительность рейса Роттердам – Йокогама в зимний и летний периоды, может отличаться более чем в два раза.

Библиографический список

1. **Ионов, Б.П.** Ледовая ходкость судов/ Б.П. Ионов, Е.М.Грамузов.– СПб., 2013. 512 с.
2. **Сазонов, К.Е.** Ледовая ходкость крупнотоннажных судов/ К.Е. Сазонов, А.А. Добродеев. – СПб., 2017.
3. **Сандаков, М.Ю.** Определение сил сопротивления битого льда движению судна Морской вестник. 2014. № 3 (51). С. 102-104.
4. **Грамузов, Е.М.** Теоретическая модель движения ледокола в торосистых льдах / Е.М. Грамузов, Н.В. Калинина // IV Международный балтийский морской форум: 2016. С.150-155.
5. **Ионов, Б.П.** Выбор тактики движения судов в тяжелых льдах/ Б.П.Ионов, Н.В. Калинина // Морской вестник. 2013. № 1 (45). С. 106-108.
6. **Каневский, Г.И.**, Сазонов К.Е., Клубничкин А.М. Прогнозирование характеристик ходкости много-вальных судов/ Г.И. Каневский, К.Е. Сазонов, А.М. Клубничкин // Крыловский государственный научный центр.– СПб., 2019. 160 с.

Энергетические установки

УДК 621.59

ЗЕЛЕНОВ П.А., БОРОВКОВ М.Н., КОРОБОВ И.Б.

ПОГРУЖНЫЕ ДЕТАНДЕРЫ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА: ОПЫТ РАЗРАБОТКИ АО «ОКБМ АФРИКАНТОВ»

АО «ОКБМ Африкантов»

Замыкание цикла сжижения природного газа на современных заводах происходит посредством специальных устройств. В качестве таких устройств на производствах все чаще используются жидкостные детандеры, разрабатываемые и изготавливаемые исключительно зарубежными фирмами. Соответственно, жидкостные детандеры сжиженного природного газа (СПГ) как объект разработки в пределах России и стран ближнего зарубежья исследованы относительно слабо. Компании, владеющие технологией их производства, практически являются монополистами. В связи с развитием СПГ-индустрии в России, важным становится формирование технологической независимости в части создания данного вида оборудования.

Для разрешения соответствующей проблемы выполнена разработка жидкостного детандера СПГ. Его назначение – охлаждение СПГ и утилизация энергии среды. Рабочая среда на всем протяжении процесса – СПГ в жидкой фазе, со средней температурой около минус 155 °С. Детандер представляет собой установленный в герметичном корпусе турбогенератор вертикального исполнения, состоящий из асинхронного генератора и турбинной части на едином валу. Агрегат полностью погружен в СПГ, что обеспечивает взрывобезопасность, эффективное охлаждение подшипников и генератора. Подвижные уплотнения между СПГ и атмосферой отсутствуют. Также проведено предварительное проектирование соответствующих генератора и подшипников – элементов, не освоенных отечественной промышленностью.

В детандере происходит преобразование потенциальной энергии среды в рабочих ступенях в энергию вращения ротора генератора. СПГ поступает в детандер с параметрами, близкими к параметрам насыщения. Совершая работу, среда охлаждается и выходит из детандера с параметрами также близкими к точке насыщения, но при пониженном – относительно давления на входе – давлении. Часть среды с напора отбирается от основного потока для смазки подшипников, питания системы гидравлической разгрузки осевого усилия, охлаждения генератора.

Основные конструкционные материалы – алюминиевые сплавы и нержавеющие стали аустенитного класса. При разработке учтен опыт работы АО «ОКБМ Африкантов» над погружными криогенными насосами типа ЭНК. Проведенные расчеты подтвердили работоспособность агрегата. Стендовые испытания планируется провести в циркуляционной петле стенда для испытаний средне – и крупнотоннажного насосного и детандерного оборудования, создаваемого АО «Атомэнергомаш», а также на месте эксплуатации. Детандер имеет следующие характеристики:

Номинальный дифференциальный напор, м	1156
Расчетный расход в номинальных условиях, м ³ /ч	1638
Давление на входе/выходе расчетное, МПа	5,5 / 0,68
Частота вращения ротора синхронная, об/мин	3000
Номинальная мощность генератора, кВт	2500
Номинальное напряжение, кВ	6,6

Детандер соответствует мировому техническому уровню, при разработке созданы отдельные патентоспособные решения. Для создания детандера без применения импортных комплектующих запланированы НИОКР по созданию криогенных подшипников и электрических машин. Детандер не имеет прямых прототипов и аналогов на территории РФ.

Жидкостные детандеры СПГ могут быть использованы на регазификационных терминалах и объектах производства СПГ, как существующих, так и перспективных. Таким образом, погружные криогенные СПГ детандеры разработки АО «ОКБМ Африкантов» могут стать первыми изготовленными в России агрегатами такого типа и разрешить проблему их импортозамещения.

УДК 629

РОМАНОВ А.Д.

РАЗРАБОТКА МАЛОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА С ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ «ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ – МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАВУЧЕСТИ – ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР»

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время работы по созданию подводных глайдеров активно проводятся во многих странах. К настоящему времени за рубежом создано более 10 серийных проектов глайдеров. Из отечественных компаний наиболее известна ЗАО «НПП ПТ «Океанос», которая совместно с СПбГМТУ и другими предприятиями разрабатывают различные варианты глайдеров. По движительным системам глайдеры можно подразделить на пассивные (использующие для движения только механизм управления плавучестью) и гибридные (использующие для движения помимо механизма управления плавучестью дополнительные движительные системы – гребные винты, водометы и пр.). При этом одной из важнейших систем подводных глайдеров является механизм изменения плавучести (МИП), назначение которого состоит в изменении веса или объема аппарата, обеспечивая его погружение и всплытие. В настоящее время используется несколько различных типов, отличающихся принципом действия: электрические, термические, химические.

Схема преобразования тепловой энергии энергетической установки разрабатываемой установки приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема преобразования тепловой энергии

При этом большая часть тепловой энергии без преобразования поступает в механизм изменения плавучести, на основе изменения агрегатного состояния рабочего тела. Что позволяет значительно увеличить дальность и/или скорость движения подводного аппарата. При этом менее 10% от возможного тепловыделения используется для получения электрической энергии для питания бортовых устройств.

Глайдер оборудованный подобной установкой, по сути, ничем кроме дальности/скорости не отличается от классического глайдера оборудованного МИП на основе аккумуляторной батареи.

При этом для применения подо льдом вместо системы GPS глайдер оборудуется системой сенсоров, позволяющих через определенные промежутки времени определять свое местоположение по данным акустических станций, например, при пересечении подводного звукового канала.

Ожидается, что использование групп автономных измерительных систем – приемлемый вариант для сбора достаточного количества данных для понимания, мониторинга и прогнозирования процессов, которые продолжительны во времени и имеют значительный пространственный масштаб. При этом спутниковые и береговые системы накапливают значительный объем данных для понимания процесса, а автономные подводные аппараты позволяют детализировать локальные проявления.

Прочность, надежность и ресурс конструкции

УДК 621.039.53.25+621.039.5:539.4

ВОРОБЬЕВ Н.С., БЕСЧЕРОВ Д.Е., ЕРЕЕВ М.Н., МАРКОВ А.С., ПАНОВ В.А.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБОСНОВАНИЯ РЕСУРСА ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ РУ ПРИ КВАЗИСТАТИЧЕСКИХ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

АО «ОКБМ Африкантов»

При проектировании РУ транспортного назначения предъявляются требования по ограничению массогабаритных характеристик. Обеспечение этих требований приводит к повышению термосиловой нагруженности конструктивных элементов оборудования РУ, ответственных за их прочность и ресурс.

Одним из таких элементов является узел герметизации паровой полости корпуса ПГБ (тор), который является ресурсоопределяющим узлом, важным с точки зрения надежной и безопасной эксплуатации РУ. Узел герметизации испытывает значительные термоциклические воздействия из-за того, что подвержен прямому воздействию пара и, имея малую толщину по сравнению с другими элементами конструкции, быстро прогревается и испытывает стеснение температурных деформаций. Конструктивное исполнение данного узла не имеет аналогов, которые могли бы подтвердить его ресурсную надежность и безотказную работоспособность требуемых для современных РУ длительных сроков эксплуатации.

В связи с этим актуальной и важной инженерной задачей является обоснование и подтверждение усталостной долговечности тора в течение требуемого проектного срока эксплуатации новых РУ.

Математические модели, применяемые в методах оценки усталостной долговечности, базируются на использовании усталостных характеристик конструкционных материалов, полученных при простом напряженном состоянии. Экспериментальные данные об усталостных характеристиках материалов при термических напряжениях в литературе отсутствуют. В связи с этим, наибольший интерес представляют экспериментальные исследования кинетики накопления усталостных повреждений при максимально возможных градиентах температур теплоносителей, соответствующих штатным параметрам РУ. Для решения данной задачи АО «ОКБМ Африкантов» проведены исследования кинетики накопления усталостных повреждений в материале моделей в результате нагружения температурными пульсациями квазистатического характера, на уникальном, специально сконструированном стенде.

Для сравнения результатов эксперимента с результатами расчета была построена 2D осесимметричная модель экспериментального образца. Проведены теплогидравлические расчеты 2D модели, а по их результатам – расчеты НДС в условно-упругой и упругопластической постановках. По результатам расчетов НДС проведена оценка долговечности экспериментального образца при воздействии квазистатических термопульсаций.

Учитывая результаты расчетов и контроля кинетики накопления усталостных повреждений в материале экспериментальной модели, были проведены её металлографические исследования, которые подтвердили достоверность результатов расчетов долговечности.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ СОТ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ
ОБРАТНОГО КЛАПАНА**

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

Обратные клапаны широко применяются в насосных системах средств пожаротушения. Они предназначены для удерживания водяного напора в одном направлении и водозабора в противоположном. Удерживание напора осуществляется плотным соединением мембраны с сеткой в виде сот различной формы. Выбор размера ячеек сот и сечение их перемычек является взаимнопротивоположной задачей, поскольку в одном случае необходима достаточная прочность (недопустима пластическая деформация), а в другом низкое сопротивление сетки водяному напору. Таким образом, первый случай требует меньшего размера ячейки и большего сечения перемычки, а второй – наоборот. Кроме прочностных и жесткостных характеристик форм сот немаловажным вопросом является технологичность, что вкуче с указанными выше задачами составляет актуальность темы исследования.

При диаметре 150 мм, высоте ячейки 5-10 мм и толщине перемычки (стенки) 1 мм конструкция сетки в виде сотового заполнителя из легкого алюминия должна удовлетворять требованиям механической прочности при давлении 0.2 МПа в поперечном направлении. Давление, в свою очередь, воздействует на сетку сот через мембрану. В таком случае давление распределяется на всю площадь (17662.5 мм^2) сетки, а не только на перемычки ячеек.

Для определения и сравнения жесткостных характеристик сот различной формы проведено компьютерное моделирование по методике [1]. Рассматривается три формы сотового заполнителя: шестигранная, четырехгранная, круглая. Критерием одинакового сопротивления водяного напора является масса сетки, площадь и объем ячеек, которые идентичны для всех исполнений форм сот. В качестве инструмента анализа используется пакет прикладных программ Solid Works с САЕ модулем Simulation.

Сравнение результатов моделирования показывает, что напряжения в стенках сот значительно зависят от выбранной формы при одной и той же высоте. Это объясняется видом деформацией – изгиб, мерой сопротивления к которому выступает высота сечения, которая одинакова для каждой формы сот.

Величина прогиба (максимальные перемещения центральной части сетки) четырехгранной формы сот больше прогиба шестигранной формы на 2% при высоте стенки 5 мм, на 3% при высоте стенки 7 мм, на 5% при высоте стенки 10 мм.

Как оказалось, прогибы шестигранной формы сот выше прогибов сот цилиндрической формы на 3% при высоте стенки 5 мм, на 4% при высоте стенки 7 мм и на 6% при высоте стенки 10 мм.

Прогибы четырехгранной формы сот больше прогибов цилиндрической формы сот на 4% при высоте стенки 5 мм, на 6% при высоте стенки 7 мм и на 7% при высоте стенки 10 мм.

Принимая во внимание полученные результаты конечно-элементного моделирования, а также технологичность формы сот, наиболее оптимальной является цилиндрическая форма.

-
1. **Кобелев, В.Н.** Расчет трехслойных конструкций / В.Н. Кобелев, Л.М. Коварский, С.И. Тимофеев. – М.: Машиностроение, 1984. – 304 с.

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ В ЗАДАЧАХ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

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

Существуют детали и изделия, элементы форм которых, а также массово-габаритные характеристики регламентированы ГОСТом. В частности, к таким деталям относятся противопожарные средства, например соединительные пожарные головки. В настоящее время эксплуатация указанных головок испытывает серьезные трудности, заключающиеся в потере прочности зажимных клыков и спиральной плоскости. Причиной этому служат несоответствующие нагрузки в виде высокого гидравлического давления насосных устройств современных машин пожаротушения. Во время выхода ГОСТ Р 53279-2009 [1] (более 10 лет назад) насосная техника была не столь развита и мощная, как сейчас. В связи с этим, подавляющее большинство устройств пожаротушения требует усовершенствования конструкции в направлении увеличения прочности. Однако решение такой задачи усложняется необходимостью одновременного удовлетворению требованиям ГОСТа и соответствием всех необходимых параметров, указанных в нем (габаритов, массы и т.п.), что составляет актуальность и своевременность задачи.

Выход из указанной проблемы достигается использованием численных методов в системах автоматизированного проектирования. Пакеты прикладных расчетных программ имеют в своем составе модули оптимального проектирования, которые позволяют обеспечить равнопрочное распределение напряжения по детали, варьируя геометрическими размерами её сечений [2]. В таком случае проектирование равнопрочных деталей практически сводится к воспроизведению оптимальных форм, диктуемых условием равнопрочности, при всестороннем снижении влияния источников концентрации напряжений. Назначив ограничения по повышению габаритов и введя галтели, скосы, радиуса сопряжений можно добиться существенного выигрыша в массе без ущерба прочностным характеристикам.

Рассматривается использование методов топологической оптимизации для повышения прочности соединительной пожарной головки в программном комплексе Ansys. Исследования проведены по причине повышения эксплуатационных требований, а именно удвоенному давлению (6 МПа). Анализ трехклыкковой головки, выполненной из алюминиевого сплава показал, что имеется превышение предельных напряжений в области зажимных клыков. Поиск оптимального решения привел к увеличению числа клыков до пяти, что привело к росту массы. В связи с этим, в зонах меньшей концентрации напряжений уменьшены сечения, работающие на растяжение-сжатие. В результате получена оптимальная модель пятиклыкковой соединительной головки, массой и габаритами размерами, равных трехклыкковой.

Таким образом, применение топологической оптимизации при проектировании изделий легкого машиностроения, ее использование наряду с новыми производственными технологиями позволяет значительно улучшить удельные характеристики узлов и изделий в целом, уменьшить расход используемых для их создания материалов, тем самым повысить уровень проектных разработок, эффективность производства и конкурентоспособность предприятия.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53279-2009 Техника пожарная. Головки соединительные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний. – М., 2009.
2. **Оганесян, П.А.** Оптимизация топологии конструкций в пакете ABAQUS / П.А. Оганесян, С.Н. Шевцов // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2014. – Т. 16. – С. 543–549.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, МЕТАЛЛУРГИЯ И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 669-1

АБДУРАХМАНОВ М.Р., ЛЕУШИН И.О.

СТАБИЛИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК ИЗ СЕРОГО ЧУГУНА В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА ПАО «ГАЗ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день множество деталей и заготовок в машиностроении изготавливаются методом литья. Данный метод зарекомендовал себя с точки зрения получения сложных и фасонных заготовок, которые трудоемки в изготовлении другими методами. Основным методом в условиях многономенклатурного и массового производства остается литье в песчано-глинистые формы. Данный метод характеризуется низкой себестоимостью и удовлетворительным качеством поверхности.

Работа в рамках выпускной квалификационной работы проводилась в условиях действующего металлургического производства ПАО «ГАЗ». Литейный цех № 7 занимается выпуском отливок из серого и высокопрочного чугуна. Примеры продукции: коленчатый вал, картер маховика, распределительный вал, головки блоков цилиндров.

Предварительно было выяснено, что производство характеризуется нестабильным качеством отливок. В ходе исследования были получены данные по количеству и виду литейных дефектов. Лидирующие позиции занимают засоры и обвалы в количестве 23643 и 7998 соответственно. Следует отметить, что 80 % от общего брака в условиях массового производства отливок составляют обвалы, засоры, газовые и усадочные раковины.

Целью настоящей работы является стабилизация качества отливок в условиях литейного цеха № 7.

Детальный анализ работы литейного цеха показал ряд слабых звеньев, из-за которых может снижаться воспроизводимость качественных отливок:

1. Неэффективный процесс освежения отработанной формовочной смеси;
2. Нерациональный и неэффективный ввод освежающих и других компонентов в формовочную смесь;
3. Отсутствие процесса регенерации формовочной смеси;
4. Переменное количество жидкости, вводимое в смесь в процессе перемешивания;
5. Низкая периодичность контроля параметров формовочной смеси;
6. Нерациональное расположение контроля в технологической цепочке;
7. Посредственный анализ влажности смеси.

В качестве мероприятий по стабилизации качества отливок предлагается:

1. Заменить катковые смесители высокопроизводительными вихревыми. Вихревой смеситель по сравнению с Катковым обладает более высокой производительностью и обеспечивает повышение газопроницаемости, прочности, уплотняемости.

2. Для того чтобы обеспечить качественную подготовку ОС необходимо выполнить следующие рекомендации: 1. Температура ОС должна быть 25 – 30 °С; 2. Для обеспечения равномерного распределения глинистых оболочек на зернах песка необходимо предварительное вылеживание смеси в бункерах для набухания бентонита и усреднение влажности; 3. Необходимо проводить качественную очистку ОС для удаления металлических и стержневых включений.
 3. Встроить в действующую систему смесеприготовления автоматический пробоотборник Greensandcontrols. Данный пробоотборник хорошо зарекомендовал себя в условиях Семеновского литейно-механического завода. Преимущества: Равномерное воспроизводимое качество песка, не требуется оператор, улучшенные скорости формования, снижения брака, окупаемость 1 год.
 4. Автоматизировать подачу жидкости в формовочную смесь.
1. **Коровин, В. А.** Механизм образования и меры предотвращения дефектов чугуновых и стальных отливок : учеб. пособие / В.А. Коровин, И.О. Леушин.—М., 2019.—111 с.

УДК 621.74

АВВАКУМОВ И.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЛИТЫХ ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

Вопрос о влиянии скорости кристаллизации и послекристаллизационного охлаждения на структуру, а также ликвацию легирующих элементов в пределах зерна или дендритной ячейки важен с точки зрения выбора параметров охлаждения для обеспечения оптимальных свойств в процессе получения литых штампов методом направленной кристаллизации.

В работе исследовались отливки из стали 2Х5МНФСЛ. Сталь выплавлялась в индукционной печи, а затем отливались цилиндры, диаметром 40 мм и высотой 10 мм, а также призмы размером 40х30х60 мм. Отливки охлаждались по трем вариантам: в земляной форме, в медном кристаллизаторе и по комбинированному режиму: кристаллизация в песчано-глинистой форме, а затем охлаждение с $\approx 1000^{\circ}\text{C}$ в масле. [1]

Режимы кристаллизации и охлаждения сильно влияют на размеры дендритных ячеек в структуре, которые для указанных ранее вариантов характеризуются следующими величинами: $d_{яч} = 80,38,50$ мм.

Медленное охлаждение при кристаллизации приводит к повышенной пористости центральных частей отливки.

Микрорентгеноспектральные исследования, выполненные на установке «Самеха», позволили установить ранее не изученные особенности ликвации легирующих элементов Cr, Mo, Si, V и Ni в осях и междоосных участках дендритов. Показано, что форсированное охлаждение в медном кристаллизаторе стали 2Х5МНФСЛ обеспечивает практически полное подавление разделительной диффузии легирующих элементов (кроме Cr) и существенно замедляет их диффузию в твердой фазе. Ускоренное же охлаждение после кристаллизации в форме характеризуется наибольшей ликвацией легирующих элементов. Медленное охлаждение в форме приводит к выравниванию хим. состава. Так, например, разница в содержании хрома (ось-ячейка) снижается с 2/3 до 5/6, т.е. почти вдвое [2].

Полученные данные представляют не только научный, но и практический интерес.

Библиографический список

1. **Шапарев А.В.**, Савин И.А. Расчет совместной пластической деформации, необходимой для образования соединения металлов в холодном состоянии/ А.В. Шапарев , И.А. Савин //Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 10. С. 32-36..
2. **Gavariiev, R.V.** Research of the Mechanism of Destruction of Compression Molds for Casting under Pressure of Color Alloys/ R.V. Gavariiev, I.A. Savin // Solid State Phenomena. Vol. 284. pp. 326-331. 2018. DOI:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.284.326>

УДК 621.74

АВБАКУМОВ.И.И.

ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

Во времена СССР, на литейном заводе ПАО «КАМАЗ» было освоено производство сложных тонкостенных отливок из чугуна с вермикулярным графитом (ЧВГ). В связи с отсутствием в СССР опыта по производству ЧВГ вопросы качественного исправления дефектов отливок отечественными предприятиями не были решены сразу. Имеющиеся разработки рекомендуют применение электродуговой заварки проволокой на никелевой основе или газовой заварки чугунными прутками с последующим высокотемпературным отжигом отливок. Первый способ неприемлем ввиду своей дороговизны, второй - из-за отсутствия мощностей для проведения высокотемпературного отжига.

Разработан химический состав и технология производства присадочных прутков для исправления дефектов в отливках из ЧВГ газовой заваркой без последующего высокотемпературного отжига. При этом получают наплавки, отвечающие следующим требованиям:

1. Механические свойства наплавленного металла не ниже, чем у отливки из чугуна.
2. Твердость наплавки незначительно превышает твердость отливки и обработка ее не представляет проблем.
3. Количество примесей, влияющих на эксплуатационные свойства наплавки, не превышает рациональные пределы. [1]

Применение предложенного способа исправления дефектов позволяет использовать недефицитные материалы и имеющееся на заводе оборудование.

-
3. **Gavariiev, R.V.** Research of the Mechanism of Destruction of Compression Molds for Casting under Pressure of Color Alloys/ R.V. Gavariiev, I.A. Savin // Solid State Phenomena. Vol. 284. pp. 326-331. 2018. DOI:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.284.326>

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ
В ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

При изготовлении двухслойной формы для литой прессоснастки модель окунули в парафино-стеариновую смесь с целью образования на ней слоя толщиной 1-3 мм. Затем по увеличенной в размерах модели изготовили форму, сняли с модели парафино-стеариновую массу и в промежуток между моделью и формой залили жидкую огнеупорную суспензию под давлением воздуха.

В модель вставили металлокерамические фильтры, через которые до заливки суспензии пропустили с тыльной стороны подмодельной плиты и модели двуокись углерода. В результате увеличили скорость процесса отвердевания основного слоя формы из жидкостекляной смеси и сократили время затвердевания последней. После заливки жидкой суспензии форму снова продували через фильтры этим же газом в течение 2 мин. Это способствовало также ускорению отверждения суспензии оболочкового слоя, в которую добавили небольшую дозу жидкого стекла и гелеобразователя. В результате оболочковый слой не прилипал к поверхности модели и легко от нее отделялся, что позволило также использовать деревянные модели.

Без воздействия двуокиси углерода наблюдался отрыв оболочкового слоя от основного слоя формы в результате того, что между ними образуется вакуум, адгезиальные силы которого больше когезиальной силы, выраженной в прочности до конца еще не отвердевшей оболочки.

Металлокерамические фильтры изготовили из бронзового порошка фракции 0,1 - 0,2 мм. Спекали их в течение 90 мин в графитовых формах в контейнере с угольной засыпкой при 870 °С. Металлокерамические фильтры до установки в модели подвергли обжатию с удельным давлением 0,3 Па, что позволило получить гладкую рабочую поверхность, к которой не прилипает гелеонаполняющая суспензия [1].

В результате применения металлокерамических фильтров получили качественную двухслойную оболочковую форму для литья прессоснастки и отливки, полученные в таких формах с шероховатостью поверхности 160-180 единиц.

-
1. **Савин, И. А.** Теоретическая оценка трещиностойкости оболочковых форм точного литья, изготовленных с применением технологии низкотемпературного прокаливания/И. А. Савин, И. О. Леушин, В. А. Ульянов, Л. И. Леушина//Справочник. Инженерный журнал (с приложением). -2015. -№ 9 (222). -С. 3-5.

**ТШЭД-ОБРАБОТКА КАК ФАКТОР ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ
ВЫПЛАВКИ ЧУГУНА**

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

Синергетическая модель компактной графитизации дает теоретическую основу для развития нового направления в технологии получения высокопрочных чугунов с шаровидными и вермикулярным графитом, а также ковких чугунов. Она объясняет условия получения высококачественных чугунов за счет факторов внутripечной обработки.

Термошлаковая электродуговая / ТШЭД / обработка чугуна включает температурную, термовременную, термоскоростную и электродуговую обработки расплава чугуна как комплексное взаимодействие всех факторов этих видов внутripечной обработки в их системотехническом единстве. ТШЭД-обработка реализуется при плавке чугуна в дуговых электропечах, а также в индукционных электропечах с применением плазмотронов.

К числу параметров ТШЭД-обработки, наиболее эффективно влияющих на структурообразование, относятся: температура перегрева расплава, основность и окисленность шлака, время выдержки расплава под активным шлаком в области сверхкритических температур, мощность электрической дуги и т.д. Оптимизация параметров ТШЭД-обработки наиболее экономично достигается использованием математического планирования экспериментов.

Среди эффектов ТШЭД-обработки – изменение характера структурообразования чугуна в отливке. В частности, варьированием параметров ТШЭД-обработки можно сказать большое влияние на длину, форму и характер распределения графитовых включений в чугуне, в том числе при определенных условиях можно обеспечить компактную/шаровидную и вермикулярную/графитизацию, а также реализовать технологию получения ковкого чугуна без применения дорогостоящих модификаторов. [1]

Функционально-стоимостный анализ показывает, что ТШЭД-обработка – наиболее экономичный метод получения высококачественных чугунов для отливок.

-
1. **Шапарев А.В.** Расчет совместной пластической деформации, необходимой для образования соединения металлов в холодном состоянии/ А.В. Шапарев, И.А. Савин //Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 10. С. 32-36.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
СПЛАВА 08X18N10T, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО
ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных задач развития современного машиностроения является задача увеличения срока службы изделий. Высокий уровень свойств и увеличенный ресурс работы могут быть достигнуты с использованием современных методов порошковой металлургии. Одним из таких методов является метод горячего изостатического прессования (ГИП), сущность которого состоит во всестороннем сжатии порошков специальными жидкостями или

газами при высоких температурах. Анализ и обобщение достигнутых за рубежом результатов позволяют считать, что ГИП является эффективным и перспективным технологическим процессом порошковой металлургии для производства изделий из высоколегированных металлических сплавов, в частности, сплава 08X18H10T. Детали, полученные методом ГИП, обладают повышенной усталостной прочностью, высоким сопротивлением коррозии, низким уровнем остаточных напряжений, а также они имеют повышенный ресурс работы [1].

Сталь 08X18H10T широко применяется во многих отраслях промышленности при изготовлении деталей и узлов, эксплуатируемых в условиях повышенных температур и агрессивных сред [2].

Цель настоящей работы – исследование влияния температуры процесса ГИП на структуру физико-механические свойства стали 08X18H10T.

В ходе проведенных исследований были получены микроструктуры и значения плотностей стали 08X18H10T, полученной при различных температурах ГИП (рис. 1). Определены пределы текучести сплава при сжатии образцов в диапазоне температур 670 – 1150 °С.

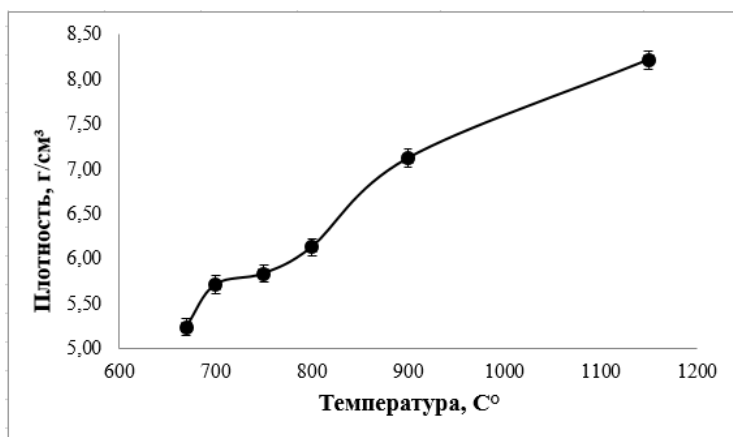


Рис. 1. Зависимость плотности образцов из стали 08X18H10T от температуры ГИПа

Библиографический список

1. Агеев, С. В. Горячее изостатическое прессование в порошковой металлургии/ С.В. Агеев, В.Л. Гиршов // Металлообработка. - 2015. - № 4. - С. 56-60.
2. Карзов, Г.П. Проблемы и перспективы применения конструкционных материалов для горизонтальных парогенераторов // Теплоэнергетика. 2011. № 3. С. 22-26.

УДК 620.186

ВАСЯНКИН Д. И., ХЛЫБОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СПЛАВА INCONEL 718, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Горячее изостатическое прессование (ГИП) — это сложный технологический процесс обработки изделий высоким газовым давлением при повышенных температурах [1]. При ГИП происходит механическое уплотнение массы порошка. Уплотнение массы порошка при ГИП требует герметизации порошка в оболочке [2]. Также следует отметить, что при данном методе уменьшение объема порошка достигает 30-35%. Преимуществом ГИП является возможность получения с помощью данного процесса изделий различных геометрических форм. Технология ГИП позволяет повысить качество изделий. В настоящее время удаление

дефектов методом ГИП используется в промышленных масштабах для таких материалов, как аустенитные стали, титановые, алюминиевые и никелевые сплавы.

Inconel 718 это жаропрочный сплав на основе никеля. Данный материал применяется в реактивных двигателях, компрессорах, химических аппаратах, а также в аэрокосмической промышленности для деталей горячих секциях двигателя.

Цель настоящей работы – исследовать микроструктуру и свойства сплава Inconel 718 при различных температурах ГИПа.

На рис. 1 показаны микроструктуры сплава Inconel 718 при различных температурах ГИПа.

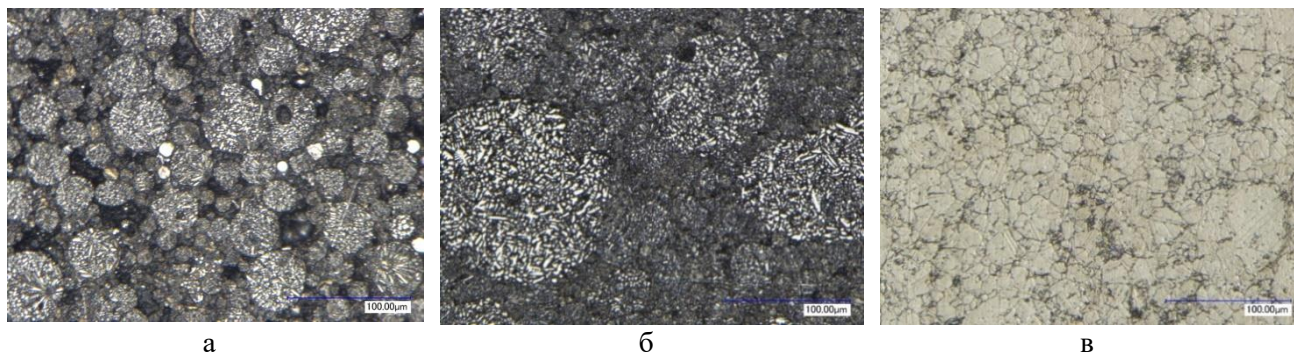


Рис. 1. Микроструктура сплава Inconel 718 при различных температурах ГИПа, x1000:
а-800 °С; б-900 °С; в-1150 °С

Библиографический список

1. Агеев, С.В., Гиршов В.Л. Горячее изостатическое прессование в порошковой металлургии/ С.В. Агеев, В.Л. Гиршов // Металлообработка, №4. С. 56-60.
2. Джеймс, П.ДЖ. Процессы изостатического прессования/ П.ДЖ. Джеймс. – М.: Металлургия, 1990. 192 с.

УДК 621.74

ГАЗИЗОВ.И.И.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

Повышение надежности и долговечности современных машин и оборудования является важнейшей задачей машиностроения. Для получения качественных покрытий необходимо использовать порошки определенной формы частиц. Частицы порошков, используемых для нанесения покрытий на детали автомобилей, должны иметь сферическую или комкообразную форму.

Недостатком существующих способов и устройств получения металлического порошка электролизом из растворов является низкая производительность.

Целью данной работы является повышение производительности получения металлического порошка. Поставленная цель достигается с помощью низкотемпературной плазмы электрических разрядов. Разряд зажигают между жидким электродом – электролитом и твердым электродом. Твердый электрод, электролитическая ванна с электролитом и токоподвод установлены в вакуумную камеру межэлектродным расстоянием и подключены соответственно по входам источника переменного однофазного тока.

Процесс получения металлического порошка зависит от L – межэлектродного расстояния, p – давления в камере, I – силы тока электрического разряда, концентрации и химического состава электролита.

Проведенные исследования с помощью микроскопа типа МБС-9 показали, что мелкие частицы порошка имеют форму сферы, дисперсность от 2 до 300 мкм.

В зависимости от режима и условий можно получить металлический порошок только определенной дисперсности. Например, в насыщенном растворе NaCl при материале твердого электрода (Ст.3) с диаметром 4 мм получают порошки дисперсностью 2 мкм.

Предлагаемым способом увеличивается производительность получения металлического порошка во много раз по сравнению с известным способом [1].

Таким образом, можно сделать вывод, что с помощью низкотемпературных плазм электрических разрядов повышается производительность получения металлического порошка.

1. **Гавариев Р.В.** Анализ влияния теплового баланса на показатель эксплуатационной стойкости пресс-форм для литья под давлением/ Р.В. Гавариев, И.О. Леушин, И.А. Савин // Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 1. С. 7-9.

УДК 621.74

ГАЗИЗОВ И.И.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ЛИТЕЙНОГО СПЛАВА В МНОГОСЛОЙНОЙ ФОРМЕ

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

В основу математической модели процесса затвердевания литейного сплава положено решение системы алгебраических уравнений типа:

$$C = \frac{\vartheta i^n - \vartheta i^{n-1}}{\Delta\tau} \lambda \left(\frac{\vartheta_{i+1} - 2\vartheta_i + \vartheta_{i-1}}{\Delta\tau} + \frac{\beta}{i \cdot \Delta r^2} \cdot \frac{\vartheta_{i+1} - \vartheta_{i-1}}{2\Delta r} \right),$$

являющихся уравнениями теплопроводности для «макроточки» и записанных в разностной форме, где C – объемная теплоемкость; ϑ – температура, отсчитываемая от начальной температуры формы; $\Delta\tau$ – шаг времени; Δr – шаг по пространственной координате; λ – теплопроводность; β – коэффициент, определяющий конфигурацию отливки; n – число шагов по времени; i – число шагов по координате. В систему, кроме указанных ранее уравнений, для отливки и всех слоев формы входят также уравнения, отражающие начальные и граничные условия, причем последние изменяются во времени в зависимости от условий теплоотвода. Решение системы уравнений позволяет последовательно на 1,2,3... n шаге по времени получить распределение температуры по сечению отливки и формы [1].

В математической модели предусмотрено использование функции Гаусса, описывающей кинетику затвердевания сплава в отдельном элементе отливки. Ширина распределения Гаусса вычисляется из уравнения затвердевания, основанного на законе квадратного корня. Коэффициент затвердевания меняется во времени в зависимости от характера теплоотвода. Им же производится учет влияния конфигурации, наличия зазора между отливкой и формой на протекание процесса затвердевания.

В предложенной модели учитываются также ликвационные процессы, приводящие к изменению температуры ликвидуса [2].

Таким образом, данная модель позволяет произвести анализ процесса затвердевания литейного сплава во времени, выявить механизм затвердевания /последовательный или объемный/ в зависимости от свойств сплава и формы, ее конструктивных особенностей и условий охлаждения.

Библиографический список

1. **Савин, И. А.** Теоретическая оценка трещиностойкости оболочковых форм точного литья, изготовленных с применением технологии низкотемпературного прокаливания/И. А. Савин, И. О. Леушин, В. А. Ульянов, Л. И. Леушина//Справочник. Инженерный журнал (с приложением). -2015. -№ 9 (222). -С. 3-5.
2. **Шапарев, А.В.** Расчет совместной пластической деформации, необходимой для образования соединения металлов в холодном состоянии/ А.В. Шапарев , И.А. Савин //Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 10. С. 32-36.

УДК 621.785

ГЕВОРГЯН Г.А., ПАЧУРИН Г.В., ВОРОБЬЕВ Р.А.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ОБРАЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРБИДОВ В СТАЛИ 4Х5МФ1С

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие многочисленных отраслей новой техники связано с использованием высоко-температурных материалов [1], основой которых все чаще являются тугоплавкие карбиды металлов, обладающие высокой температурой плавления, твердостью и комплексом важных электрофизических характеристик [2]. Несмотря на большое число исследований стали 4Х5МФ1С [3,4], до сих пор недостаточно изучены карбидные реакции, и часто наблюдаются большие расхождения между экспериментальными данными разных работ. Кроме того, эти сведения рассеяны по многочисленным источникам, что затрудняет возможность подробного ознакомления с ними [5]. Поэтому комплексные исследования влияния термической обработки (ТО) на образование специальных карбидов в стали 4Х5МФ1С представляет не только практический, но и научный интерес.

Выводы по исследованиям

1. Качественный рентгеноструктурный анализ позволил определить последовательность выделения карбидов. Было установлено, что во всех режимах ТО в стали 4Х5МФ1С присутствует первичный карбид, что может быть связано низким ускорением при пластической деформации
2. При температуре закалки от 1070 °С и отпуске в интервале температур 550-750 °С, большая часть специальных легирующих элементов остается в виде первичных карбидов, а оставшийся часть идет на создание простых и сложных вторичных карбидов типа Me_2C и $Me_{23}C_6$
3. Из всех четырех карбидов Cr_3C_2 , $(Fe,Cr)_3C$, Mo_2C и V_2C самыми чувствительными к температурным изменениям являются два последних. Повышение температуры закалки до 1070 °С приводит к их значительному растворению. Именно указанные карбиды способствуют торможению роста зерна аустенита.
4. Нагрев и выдержка стали 4Х5МФ1С при 550 °С соответствует первым двум стадиям отпуска и началу третьей стадии. Именно затрудненное выделение карбидов Mo_2C позволяет сохранить постоянную и высокую твердость на уровне 53.0 HRC. Дальнейшее повышение температуры от 600 до 750 °С приводит к ускорению 3 и 4 стадий отпуска и монотонному снижению твердости от 47.2 до 24.3 HRC. При этом начинают активно выделяться и коагулировать карбиды Cr_3C_2 , Mo_2C и $(Fe,Cr)_3C$.

Библиографический список

1. **Геворгян, Г.А.** Выбор стали и оптимизация термической обработки оправки для прошивки бесшовных труб/ Г.А. Геворгян [и др.] // Черные металлы – 2020. - №4. – С. 36-41.
2. **Самсонов, Г. В.** Карбиды и сплавы на их основе [Текст] / Ред. коллегия: Г.В. Самсонов [и др.]; АН УССР. Ин-т проблем материаловедения. - Киев: Наукова думка, 1976. - 265 с.
3. **Пачурин, Г.В** Оптимизация механических свойств оправки для получения бесшовных труб; монография/ Г.В Пачурин, Г.А. Геворгян, Р.А.Воробьев. - Издатель LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Germany. 2019. - 105 с.
4. **Геворгян, Г.А.** Выбор стали оправки и режима термической обработки для изготовления бесшовных труб/ Г.А. Геворгян, Р.А. Воробьев, А.А. Филиппов // Главный механик. – 2020. - №2 (198). – С. 40-46.
5. **Геллер, Ю.А.** Инструментальные стали / Ю.А. Геллер. – М.: Металлургия, 1983. – 527 с.

УДК 621.029

ГЕНЕРАЛОВ А.А.¹, ГАВРИЛОВ Г.Н.²

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОГО ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ХН58МБЮ (ВЖ159) ПРИ ПОЛНОМ ЦИКЛЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПОКОВОК

ПАО «РУСПОЛИМЕТ»¹,

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Повышение коэффициента полезного действия изделий авиакосмического назначения требует постоянного увеличения рабочей температуры продуктов сгорания, а, следовательно, жаропрочности никелевых сплавов, из которых изготавливаются наиболее ответственные детали.

Получение комплекса механических свойств и структуры изделий из сплава ХН58МБЮ (ВЖ159) зависит от всех операций изготовления, начиная с выплавки слитка, параметрами проведения горячей пластической деформации и заканчивая проведением термической обработки. Поэтому ключевыми в общей проблеме стабильности физико-механических свойств изделий являются вопросы получения однородной микроструктуры сплава [1].

Сплав ВЖ159 в литом состоянии характеризуется значительной микросегрегацией Nb и наличием фаз Лавеса. Для растворения фаз Лавеса и уменьшения степени сегрегации Nb необходимо выполнение гомогенизации слитков [2]. Равномерное распределение Nb в слитке жаропрочного сплава ВЖ159 оказывает большое влияние на микроструктуру ковальной заготовки и это обстоятельство должно учитываться в технологии, для обеспечения высоких свойств сплава.

В результате проведения исследований образцов из жаропрочного сплава на никелевой основе ВЖ159 были выявлены интерметаллидные и карбидные выделения как внутри зерна, так и по их границам. Скопления примесей в приграничных объемах, ослабляющих прочность связей между кристаллами при высоких температурах, могут служить причиной снижения жаропрочности.

Следовательно, от характера выделения и распределения интерметаллидных частиц, их типа и количества могут существенно меняться свойства материала. На качество сплава оказывают значительное влияние возможные изменения концентрации легирующих элементов в приграничном слое при диффузии легирующих компонентов, или, которые способствуют образованию новых фаз, приводящие к понижению жаропрочности и пластичности сплавов после полного цикла термической обработки.

Необходимая микроструктура жаропрочного никелевого сплава ХН58МБЮ (ВЖ159) достигается при определенных условиях горячей пластической деформации с дальнейшим проведением термической обработки. С целью определения влияния термомодеформационного

воздействия на исследуемый материал, проведена работа по нагреву и осадке образцов с дальнейшим построением диаграмм рекристаллизации 2 и 3 рода.

Диаграммы позволяют определить оптимальный интервал температур нагрева и относительной степени деформации для формирования равновесной микроструктуры сплава, которая в свою очередь обеспечит необходимые свойства при проведении испытаний на растяжение, длительной прочности и ударной вязкости.

Библиографический список

1. **Теплухин, Г.Н.** Металловедение и термическая обработка: учеб. пособие / Г.Н. Теплухин, А.В. Гропянов; СПбГТУ РП. – Санкт-Петербург. – 2011. – 169с.
2. **Шлямнев, А.П.** Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: справочник. [Текст] / А.П. Шлямнев. – М.: Интермет Инжиниринг. – 2000. – 219 с.

УДК 621.74

ГРИШИН Д.А.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КАРТЕРНЫХ ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»(НЧФ КНИТУ-КАИ)

Увеличение прочностных свойств материала для картерных отливок и отливки «блок цилиндров» автомобиля – важнейшая народнохозяйственная задача, решение которой позволит существенно увеличить моторесурс двигателя, а также снизить брак отливок.

Используемая большинством иностранным фирм технология модифицирования чугуна, содержащего 0,03 – 0,05 % серы.

Разрабатывались технологические варианты получения ЧВГ с использованием сфероидизирующей обработки ТИ и другие.

Наиболее технологичным оказался способ обработки низкосернистого чугуна модификатором с определенным пониженным содержанием Mg, Ca, Ba, PЗМ. При этом получают следующие свойства чугуна:

- предел прочности на разрыв (σ_g), 360-390 МПа;
- относительное удлинение (σ), 1 – 3 %;
- твердость, 150-190 НВ.

Содержание перлита в микроструктуре до 30%. Степень сфероидизации графита 55-65% [1].

Данный способ внедрен в производство.

-
1. **Gavariiev, R.V.** Research of the Mechanism of Destruction of Compression Molds for Casting under Pressure of Color Alloys/ R.V. Gavariiev, I.A. Savin // Solid State Phenomena. 2018. Vol. 284. pp. 326-331. DOI:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.284.326>

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА РАСПЛАВЫ МАРГАНЦОВИСТЫХ СТАЛЕЙ В ПРОЦЕССЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГАЗОВЫХ ДЕФЕКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

При получении отливок из марганцовистых сталей литьем в одноразовые формы, изготовленные по alpha-set процессу, нередко образуются газовые дефекты различной природы, выявляемые на этапе механической обработки. Необходимость получения отливок высокого качества заставляет искать пути решения указанной ранее проблемы, одним из которых является наложение внешнего воздействия на расплав марганцовистой стали в процессе затвердевания.

Известные методы внешнего воздействия на расплав можно разделить на физические и химические [1]. Химические методы подразумевают под собой воздействие на расплав путем ввода дополнительных компонентов. Физические методы включают воздействия, осуществляемые за счет энергетического взаимодействия системы (сплавов) с окружающей средой без изменения химического состава сплава. Данные методы воздействия в зависимости от вида энергоносителя можно разделить на следующие группы: тепловые, барометрические, гравитационные, механические, электромагнитные, высокоэнергетические (корпускулярные).

Особый интерес представляют электромагнитные и высокоэнергетические методы внешнего физического воздействия.

В работе [2] приведены результаты экспериментов по воздействию наносекундного электромагнитного импульса (НЭМИ) на затвердевающий расплав стали 150ХНМ внутри литейной формы. Подача НЭМИ осуществляется с помощью графитовых стержней и продолжается до полной кристаллизации металла в форме. Результатами данного воздействия являются повышение твердости и прочности (на 17%), а также износостойкости (на 27%) исследуемой стали.

В работе [3] воздействие НЭМИ было совмещено с влиянием высокотемпературной обработки сплава, являющейся одним из способов теплового воздействия на металл. Данный способ заключается в нагреве металла до определенной температуры, выдержке при этой температуре в течение определенного времени, а затем охлаждении до температуры разливки или же выдержки металла вблизи температур разливки. Показано, что высокотемпературная обработка способствует снижению твердости стали и повышению ее пластичности. Наносекундный электромагнитный импульс способствует упорядочиванию и измельчению структуры стали, частично повышая ее твердость с 45 ед. до 51 ед. НРС.

В обзоре [4] приведен пример технологии магнитно-импульсной обработки изделий из стали Гадфильда. Согласно представленным данным наблюдается увеличение предела прочности с 820 до 1100 МПа.

В работах [5,6] рассмотрено воздействие электрических полей на расплав марганцовистых сталей в процессе кристаллизации с целью предотвращения дефектов усадочного характера. В результатах экспериментов зафиксировано снижение усадки на 40 – 45%, исключение дефектов, а также возрастание показателя твердости на 8%. Полученные результаты авторы объясняют тем, что электрический ток разогревает локальные области и микрообъемы материала, обеспечивает стабилизацию температурного поля по объему отливки, а также значительно уменьшается дендритная ликвация, что способствует получению однородной структуры отливки.

В литературных источниках недостаточно полно представлена информация о влиянии внешних электрофизического и электромагнитного воздействий на процессы образования

газовых дефектов в отливках из марганцовистых сталей, что делает данное направление исследований интересным как с практической, так и с теоретической сторон.

Библиографический список

1. **Шабурова, Н.А.** Теория и практика использования внешних воздействий для обработки расплавов // Вестник ЮУрГУ. Серия металлургия. – 2013. – №1. – С. 85-90.
2. **Ефимов, А.В.** Влияние внешних воздействий на структуру и свойства отливок из стали 150ХНМ/ А.В. Ефимов, В.П. Чернов // Теория и технология металлургического производства. – 2020. – №2. – С. 34-40.
3. **Давлеткильдина, Л.З.**, Влияние высокотемпературной обработки и наносекундного электромагнитного импульса на структуру и свойства стальных отливок / Л.З. Давлеткильдина, А.В. Ефимов, В.П. Чернов // Теория и технология металлургического производства. – 2017. – №2. – С.11-14
4. **Синицкий, Е.В.** Обзор результатов исследований, направленных на улучшение свойств отливок из высокомарганцевой стали / Е.В. Синицкий [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2016. – №2. – С. 45-47.
5. **Жбанова, Е.Н.** Улучшение качества отливок из стали 35ГЛ при электроимпульсном воздействии на расплав в процессе его кристаллизации / Жбанова Е.Н. [и др.] // Металлургия. - 2017. – №1. – С. 54-58.
6. **Ткач, В.В.** Влияние электровоздействия в процессе кристаллизации на свойства стали 110Г13Л / В.В. Ткач, Е.Н. Кищенко // Электрометаллургия. – 2015. – №7. – С. 101-102

УДК 666.65

ГУСЕВ Д.С., ЯРОВАЯ Е.И., ГУСЕВ Г.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА СПЕКАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ НАГРЕВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное производство электронных устройств, работающих в ВЧ и СВЧ диапазонах, нуждается в керамических изделиях, характеризующихся низкой температурой спекания 750 – 1000 °С, механической устойчивостью, стабильностью размеров (низкий линейный коэффициент термического расширения), низкие диэлектрические потери (в пределах 0,001 – 0,006) в СВЧ диапазоне.

Таковыми свойствами обладает керамика на основе α - Al_2O_3 системы А6 из нанокристаллических материалов (Al_2O_3 – 53,2 %, SiO_2 – 18-21 % и др.) [1].

Создание керамики с нанокристаллическими зёрнами позволяет получать изделия с уникальными свойствами.

Основной проблемой зарубежных (LTCC, NTCC, MLCC и др.) и отечественных технологий получения нанокристаллической керамики является высокая скорость рекристаллизационного процесса, которая приводит к увеличению в разы размеров зёрна и колебанию физических характеристик. Этот процесс протекает в период спекания и повлиять на скорость, возможно, за счет уменьшения температуры, времени и увеличения давления на материал. Наиболее просто это требование выполняется при спекании в мощных высокочастотных или сверхвысокочастотных полях [2], которые дают скорость нагрева до 10 – 15 °С/с [3]. Новые ВЧ и СВЧ технологии спекания низкотемпературных нанокристаллических керамик обеспечивают равномерный скоростной нагрев по всему объему, являются эффективным методом получения керамики с улучшенными свойствами. Считается, что спекание в ВЧ и СВЧ-полях стимулирует твердофазные реакции, ускоряет термодиффузионный массоперенос в порошковых компактах, ускоряет распределение примесных и поровых фаз [4].

Фазовые и структурные превращения при быстром и медленном нагревах сильно различаются. Так, при быстром нагреве и малом времени выдержки превращения α и β фаз Al_2O_3 незначительны, наличие давления наоборот ускоряет процесс превращения. Наличие высокого давления, превышающего σ_T (текучесть материала при данной температуре), спо-

способствует образованию деформационных трещин, которые залечиваются при нагреве за счет перекристаллизации.

Анализируя физическую модель спекания, которая может быть представлена в виде припекающихся сферических гранул или многогранников, на формирование качественного соединения между ними влияет большое количество факторов: равномерность по всему объему изделия температуры и давления, последнее необходимо согласовать с непредсказуемой скоростью усадки, различной даже по направлениям, которая может достигать у систем А6-М – 15,4; 14,9 и 7,9%; А6-S – 15,7; 13,2; 4,3 % [5].

Давление во всех технологиях ЛТСС, НТСС и др. участвует в механизме растворения пор и повышения плотности. При нагреве в однокамерной установке используется двухосная система сжатия заготовки. Влияние давления при высоких скоростях нагрева в пределах 20 – 200 °С/мин при давлении 1 ГПа и времени выдержки 30 мин для заготовок диаметром 20 – 30 мм обеспечивает плотность 0,96 от теоретической, а при 500 – 1000 С/мин при том же давлении и размерах при 20 мин выдержке - 0,98.

Изменение структуры α - Al_2O_3 при размерах структурных единиц порошка порядка 100 нм со скоростями нагрева 100 °С/мин под давлением 100 МПа дает размер зерна 200 – 300 нм, плотность близка к теоретической (99,18 %), повышение температуры и снижение давления до 30 МПа увеличивает размер зерна до 400 – 500 нм, снижает плотность до 98,3 %.

Увеличение давления способствует снижению температуры спекания и повышению плотности структуры за счет ориентации наночастиц и повышения скорости термодиффузионных процессов.

Повышение температуры и давления в пределах σ_T уменьшает технологическое время изготовления и улучшает свойства готового изделия.

Библиографический список

1. **Ребров, С.И.**, Приоритетные направления развития электронной СВЧ-техники// Электронная техника, Сер. 1, СВЧ-Техника. 2009. Вып. 1(500).
2. **Анненков, Ю.М.** Физическая модель спекания и модифицирования керамики в высокочастотных и сверхвысокочастотных полях/ Ю.М. Анненков, А.С. Ивашутенко // Известия Томского политехнического университета, Т. - 308, №7. С. 30 – 34.
3. **Бердов, Г.И.**, Полев С.А., Шустов З.С. Интенсификация твердофазных реакций синтеза пьезокерамики действием электрического поля высокой частоты/ Г.И. Бердов, С.А. Полев, З.С. Шустов // IV Всес. Совещ. по химии твердого тела: тезисы докл. – Ч. 2. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. – С. 45.
4. **Гегузин, Я.Е.** Физика спекания/ Я.Е. Гегузин. – М.: Наука, 1967. – 360 с.
5. Низкотемпературная совместно обжигаемая керамика (ЛТСС). Преимущества. Технология. Материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ostec-materials.ru/tech_lib/publications_otm/

УДК 621.74

ДЬЯЧЕНКО К.В.

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛИТЫХ И КОВАННЫХ ШТАМПОВ

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»(НЧФ КНИТУ-КАИ)

Работоспособность тяжелонагруженных штампов для горячего деформирования определяется его способностью противостоять интенсивным нагрузкам, приводящим к расколу, смятию элементов гравюры и появлению разгарных трещин. В работе рассмотрены вопросы влияния особенностейковки заготовок для штампов (с перепутыванием волокна и без): скорости охлаждения заготовок с температур концаковки: вида режима отжига. (1 и 2

рода) и параметров окончательной термообработки на стойкость тяжело нагруженных штампов для горячего деформирования.

Показано, что с изменением особенностейковки и скорости охлаждения поковок должны меняться температура закалки штампов и температура отпуска. Предлагается ряд альтернативных режимов обработки, приводящих к повышению стойкости штампов.

Применительно к массивным тяжело нагруженным штампам для штамповки деталей разработана технологическая цепь термообработки, которая включает:

- форсированный отжиг (производительность его выше в 2-4 раза существующих режимов);
- формированный нагрев под закалку;
- подбор температуры закалки из условия достижения повышенной теплостойкости поверхности и вязкой сердцевины;
- проведение ускоренного отпуска с повышенной долей сорбита отпуска вместо сорбита закалки. [1]

Производительность новой технологии в 3 раза выше существующей.

-
4. **Gavariyev, R.V.** Research of the Mechanism of Destruction of Compression Molds for Casting under Pressure of Color Alloys/ R.V. Gavariyev, I.A. Savin // Solid State Phenomena. Vol. 284. pp. 326-331. 2018. DOI:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.284.326>

УДК 620.18

КОЗИНОВ Д.Ю.

КАЧЕСТВО ПРОКАТА ПОД ХОЛОДНУЮ ВЫСАДКУ АВТОМОБИЛЬНЫХ МЕТИЗОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Распространенным и производительным способом получения готовых метизов с высокими структурно-механическими свойствами является их холодная высадка из стального проката [1]. Качество проката определяется требуемой пластичностью, однородными по всей длине структурой и параметрами технологических свойств, а также отсутствием поверхностных дефектов [2]. Для улучшения качества готовых металлоизделий предприятия вынуждены изыскивать резервы на всех этапах преобразования исходного металлического проката до конечного продукта [3]. При этом наибольший эффект может быть достигнут за счет исключения энергоемкого и трудозатратного отжига в печах с защитной атмосферой и борьбой с дефектами поверхности травлением или механическим способом [4].

Широко распространенный перед высадкой отжиг проката в колпаковых печах на зернистый перлит не всегда обеспечивает однородность свойств по длине мотка, а в структуре проката часто встречаются следы нежелательного пластинчатого перлита. При этом поверхностные дефекты горячекатаного проката, как, например, обезуглероженный слой, риски задиры и т.п. [5], удаляются дорогостоящей операцией обточки или вредной операцией травления, что, в свою очередь, приводит к удорожанию готовых изделий.

Так как в ответственных автомобильных метизных изделиях не должно быть поверхностных дефектов (обезуглероженный слой, риски задиры и т.п.) [6], с этой целью производится обточка проката, в результате которой в стружку уходит более 55 кг с каждой тонны металла. В случае их удаления травлением необходимо дополнительное время, появляются экологически вредные остаточные травильные растворы, требующие дорогостоящей утилизации.

В работе предложена экономичная и ресурсосберегающая технология структурно-механического обеспечения качества проката для высадки металлоизделий. Отжиг предлага-

ется проводить с помощью индукторов ТВЧ, что по сравнению с отжигом в колпаковых печах обеспечивает повышение дисперсности структуры и отсутствие обезуглероженного слоя, повышение производительности, экономичности и автоматизацию процесса, а также исключить вредные выбросы в атмосферу. Незначительный слой окислов устранялся в травильных ваннах в течение нескольких секунд. Такой прокат позволяет уменьшить количество переходов в процессе холодной высадки металлоизделий и увеличить долговечность инструмента.

Библиографический список

1. **Filippov, A.A.** Low-Cost Treatment of Rolled Products Used to Make Long High-Strength Bolts/ A.A. Filippov [et al.]// Metallurgist. - 2016. - Vol. 59. - Nos. 9-10. January. - S. 810-815.
2. **Филиппов, А.А.** Опыт подготовки качественной структуры и свойств поверхности стального проката к холодной высадке / А.А. Филиппов [и др.]// Металловедение и термическая обработка металлов. - 2019. - № 8 (770). - С. 58-61.
3. **Pachurin, G.V.** Mechanical properties of sheet structural steels at operating temperatures / G.V. Pachurin, V.A. Vlasov // Metal Science and Heat Treatment. - 2014. - Т. 56. - № 3-4. - S. 219-223.
4. **Pachurin, G.V.** Economical preparation of 40X steel for cold upsetting of bolts/ G.V. Pachurin, A.A. Filippov // Russian Engineering Research. - 2008. - Т. 28. - № 7. - S. 670-673.
5. **Pachurin, G.V.** Rational reduction of hot-rolled 40X steel before cold upsetting/ G.V. Pachurin, A.A. Filippov // Steel in Translation. - 2008. - Т. 38. - № 7. - С. 522-524.
6. **Филиппов, А.А.** Снижение опасных и вредных факторов при очистке поверхности сортового проката/ **А.А. Филиппов, Г.В. Пачурин, Н.А. Кузьмин** // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2-1. – С. 38-43.

УДК 621.745

КОНСТАНТИНОВ И.В., ЧЕБЕРЯК О.И.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНОЙ ФОРМОЙ ГРАФИТА В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ПАО «ГАЗ» г. Н. НОВГОРОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева

Одной из актуальных проблем литейного производства является получение литых заготовок из чугуна с вермикулярной формой графита (ЧВГ), имеющих стабильную структуру по сечению отливки и свойства.

В условиях предприятия ПАО «ГАЗ» г. Н. Новгорода литые заготовки из ЧВГ изготавливают путём использования магнийсодержащего модификатора, который после дозирования вручную, располагают в реакционной камере литниковой системы литейной формы, т.е. так называемое «внутриформенное модифицирование», или «Inmold»-процесс. По данным предприятия, используемый способ модифицирования расплава не дает стабильного получения оптимальной литой структуры в отливках приводя либо к увеличению доли шаровидного графита, либо к катастрофическому росту доли пластинчатого графита[3]. Отклонение от оптимального инокулирования ухудшает равномерность распределения графита, снижая однородность структуры.

Существующая практика изготовления отливок из ЧВГ показывает, что на точность концентрационного содержания в расплаве магния и, как следствие, на структуру отливок влияют:

- условия модифицирования (температура расплава, метод модифицирования, размер и конструкция ковша (при ковшевом модифицировании), элементный, фазовый и фракционный состав сфероидизирующих и графитизирующих модификаторов);
- условия кристаллизации (материал и масса формы, конструкция литниковопитающей системы, характеристические сечения каналов, разностенность и длинномерность отливок)[2].

Помимо этих металлургических факторов при серийном и особенно массовом производстве отливок из ЧВГ есть много переменных, вносящих погрешности в литейный процесс, таких как: флуктуации наследственного структурного состояния расплава перед модифицированием; вес и место введения модификаторов, их состав и свойства; вес металла в ковше (металлоёмкость формы); температуры металла; температуры ковша и скорость его заполнения; время разливки ковша и др.

Используемый на предприятии метод введения модификатора не всегда отвечает предъявляемым требованиям к литой структуре в отливках, так как не всегда получается учесть все параметры, описанные выше, что не редко приводит не только к снижению качества отливок, но и к браку литья. Необходимо отметить, что дефекты структуры не всегда можно обнаружить при проведении проверки качества изделия.

В соответствии с изложенным, можно сформулировать следующие задачи исследования:

- анализ структуры изделий из ЧВГ, получаемых в условиях ПАО «ГАЗ»;
- влияние методов модифицирования на стабильность получаемой структуры и качество получаемых литых заготовок;
- анализ возможных путей повышения качества отливок из ЧВГ, получаемых на ПАО «ГАЗ»;

В результате проведенного анализа, для повышения качества литейной продукции, предлагается заменить используемый состав модификатора на содержащий в своем составе редкоземельные металлы (РЗМ). Использование нового состава модификатора позволило получить отливки со стабильной вермикулярной структурой графита, что подтверждает равномерное распределение модифицирующих компонентов. При этом, показания твердости по сечению литой заготовки отличались на 5 – 10 единиц [1].

Библиографический список

1. Детали машиностроения из чугуна с вермикулярным графитом: свойства, технология, контроль: тезисы докладов МНТК, (Набережные Челны, 17–18 октября 2017 г.) / под ред. А.Г. Панова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. – 97 с
2. **Гуртовой, Д.А.** Формирование вермикулярного графита в чугуне при переменном содержании серы в расплаве/ Д.А. Гуртовой, А.Г. Панов, Э.С. Закиров // М: Литейное производство, 2016, №5. – С. 2-3
3. **Панов, А.Г.** Стабильное модифицирование высокопрочных чугунов. Метод, модификаторы, технологии // LAP LAMBERT Academic Publishing. – Saarbrücken, Deutschland, 2013. – 342 с

УДК 621.74

КУЗНЕЦОВ Н.А.

ВЛИЯНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ НА УПРОЧНЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

Ионная имплантация как метод управления поверхностными свойствами интенсивно изучается в последние годы. Этот метод предоставляет собой введение элементов в поверхностный слой твердой подложки путем бомбардировки ее ионами с энергией $10^3 - 10^7$ электронвольт.

Исследования проводились на образцах из сталей I2X2H4AШ, ШХ15 после имплантации ионами азота и углерода с дозами $10^{16} - 10^{18} \frac{\text{ион}}{\text{см}^2}$.

Установлено, что ионная имплантация повышает износостойкость указанных сталей в 2 - 10 раз. Оптимальным режимом, обеспечивающим максимальное повышение износостойкости, является имплантация ионами азота с энергией 40 КэВ и дозой $10^{17} \frac{\text{ион}}{\text{см}^2}$.

Результаты проведенных исследований морфологии поверхности после испытаний на износ показали, что оптимальный режим обеспечивает хорошее качество поверхности после износа.

С помощью микрорентгеноспектрального анализа установлено перераспределение элементов сталей у поверхности после ионной имплантации, что связано с химическим взаимодействием имплантированных элементов с компонентами подложки.

Данные микродюрметрического анализа показали, что имплантация в исследованных условиях сопровождается повышением микротвердости поверхности. Характерным является распространение упрочнения на значительную глубину от поверхности (300 мкм) при собственнo-имплантированном слое, что связано с образованием радиационных дефектов. [1]

Результаты работы рекомендованы для упрочнения деталей агрегатов трансмиссий тяжелых автомобилей.

-
5. **Gavariyev, R.V.** Research of the Mechanism of Destruction of Compression Molds for Casting under Pressure of Color Alloys/ R.V. Gavariyev, I.A. Savin // Solid State Phenomena. Vol. 284. pp. 326-331. 2018. DOI:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.284.326>

УДК 621.74

КУЗНЕЦОВ Н.А.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОКИЛЬНЫХ МАШИН

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

В условиях массового производства особо важное значение имеет повышение производительности литейного оборудования. Производительность многопозиционных кокильных машин при изготовлении алюминиевых отливок в значительной степени ограничивается временем, необходимым для полного затвердевания металла в кокиле и достижения металлом уровня прочности, обеспечивающего извлечение отливки из кокиля без повреждений. Известно, что скорость отвода теплоты прямо пропорциональна разности температур на поверхности отливки и кокиля. Снижая температуру кокиля, можно уменьшить время затвердевания отливки, повысить темп работы кокиля и производительность кокильной машины.

При изготовлении отливки "головка цилиндра" в условиях литейного завода ПАО «КАМАЗ» на восьмипозиционных кокильных машинах приходится снижать возможный при существующих условиях темп работы, поскольку кокиль не успевает охладиться до оптимальной начальной температуры и в последующих циклах отливка не успевает затвердеть. Введение верхнего водовоздушного охлаждения с помощью форсунки не обеспечивает достаточно интенсивного теплоотвода. Изменение конструкции кокиля, а именно применение полых водоохлаждаемых боковых вставок с замкнутой системой охлаждения, позволит снизить температуру кокиля, улучшить условия труда литейщиков, снизить интенсивность коррозии и структурных превращений металла оснастки. Как показали опытные заливки, снижение начальной температуры кокиля невозможно осуществить без пересмотра литниковой системы. При существующей литниковой системе из-за большой протяженности литниковых каналов снижение температуры повышает брак по недоливкам. Поэтому была предложена

сифонная литниковая система с меньшей длиной каналов. Оценка кинетики разогрева различных частей кокиля в зависимости от темпа работы и условий охлаждения позволила установить снижение термических напряжений в кокиле при новой литниковой системе [1].

Повышение интенсивности теплоотвода в два раза сокращает время пребывания отливки в кокиле и способствует повышению производительности кокильных машин.

1. **Гавариев Р.В.** Анализ влияния теплового баланса на показатель эксплуатационной стойкости пресс-форм для литья под давлением/ Р.В. Гавариев, И.О. Леушин, И.А. Савин // Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 1. С. 7-9.

УДК 621.74

КУРКИН А.Ю.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ЧУГУНОВ НА ОСНОВЕ Fe – C – Al

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

Исследовались структура и свойства чугунов на основе Fe – C – Al в зависимости от химического состава и технологии их получения.

В отличие от классических чугунов на основе Fe – C – Si, они при одинаковом содержании углерода обладают меньшей твёрдостью, большей компактностью графитовых включений, большей их изолированностью, большей дисперсностью эвтектики металлической матрицы. В структуре чугунов Fe – C – Al может фиксироваться двойной карбид Fe_3AlC_x , распад которого приводит к образованию компактных форм графита (шаровидной и вермикулярной), а также к «залечиванию» дефектов решётки, образующихся при деформации, знакопеременных температурных нагрузках и т.д. Это свойство системы Fe – C – Al может быть использовано для разработки технологии получения высокопрочных и ковких чугунов на основе Fe – C – Al без применения дорогостоящих модификаторов, а также для разработки композиций новых чугунов с повышенными эксплуатационными свойствами. [1]

Трудная сторона технологии получения чугунов Fe – C – Al связана с наличием в их структуре неметаллических включений на основе Al_2O_3 , если при выплавке не приняты специальные меры по их исключению. Радикальной мерой, снижающей загрязнённость сплавов Fe – C – Al неметаллическими включениями, является ранний (1350...1400°C) ввод алюминия в расплав и последующая обработка расплава хлоросодержащими флюсами.

Чугуны на основе Fe – C – Al имеют при одинаковом содержании углерода прочностные характеристики на 40%, термостойкость в 2...3 раза, ростоустойчивость в 1,5...2 раза, износостойкость в 0,8...1,2 раза большую, чем традиционные чугуны на основе Fe – C – Si. Удельный вес чугунов на основе Fe – C – Al на 5...7% меньше, чем у чугунов Fe – C – Si.

Чугуны на основе Fe – C – Al могут быть рекомендованы в качестве материалов тормозных барабанов, деталей турбонаддува, поршневых колец, выхлопных коллекторов, износостойких, жаропрочных и термостойких деталей оснастки и оборудования. [2]

Таким образом, можно сделать вывод, что в отличие от Fe – C – Si, свойство системы Fe – C – Al может быть использовано для разработки технологии получения высокопрочных и ковких чугунов на основе Fe – C – Al без применения дорогостоящих модификаторов, а также для разработки композиций новых чугунов с повышенными эксплуатационными свойствами.

Библиографический список

1. **Гавариев Р.В.** Анализ влияния теплового баланса на показатель эксплуатационной стойкости прессформ для литья под давлением/ Р.В. Гавариев, И.О. Леушин, И.А. Савин // Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 1. С. 7-9.
2. **Савин, И. А.** Теоретическая оценка трещиностойкости оболочковых форм точного литья, изготовленных с применением технологии низкотемпературного прокаливания/И. А. Савин, И. О. Леушин, В. А. Ульянов, Л. И. Леушина//Справочник. Инженерный журнал (с приложением). -2015. -№ 9 (222). -С. 3-5.

УДК 621/74

КУРКИН А.Ю.

СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОМПАКТНОЙ ГРАФИТИЗАЦИИ В ЧУГУНАХ

Набережночелнинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ» (НЧФ КНИТУ-КАИ)

Из множества существующих теорий, гипотез и моделей компактной (шаровидной вермикулярной) графитизации в чугунах ни одна не объясняет всех случаев компактной графитизации, наблюдаемых в практике. Причина видится в неправомерности представления о графитизации, как о процессе в простой детерминированной системе.

Предлагается рассматривать графитизацию, как вероятностный статистический процесс в сложной технической системе и для его описания использовать синергетическую модель.

Основные положения синергетической модели включают следующие представления:

1. Процесс графитизации рассматривается как самоорганизация в сложной, термодинамически необратимой, сильно неравновесной системе.
2. Процесс графитизации представляется как синергетическое взаимодействие трех вероятностных механизмов – термодинамического, кинетического, кристаллохимического.
3. Компактная графитизация в полной (сферической) или частичной (вермикулярной) форме реализуется в зависимости от когерентности и полноты "срабатывания" трех вышеназванных механизмов. В частности, сферическая графитизация реализуется, если в расплаве созданы условия для срабатывания термодинамического механизма, включающего образование и выживание метастабильных виртуальных упорядочений (флуктуаций), и их фиксация в переохлажденном состоянии; срабатывания кинетического механизма, заключавшегося в одновременном и противоположно направленном действии диффузионных потоков железа и углерода и своевременном окончании кристаллохимических процессов, определяющихся приобретением углеродом в наружном слое нейтральной Sp^3 конфигурации [1].

Модель рассматривает модифицирование как каталитическую, рафинирующую, но не обязательную во всех случаях компоненту процесса графитизации. Модель объясняет эффекты получения чугунов с шаровидной формой графита без применения сфероидизирующих модификаторов и открывает возможность создания дешёвых промышленных технологий получения высокопрочных чугунов с шаровидным и вермикулярным графитом.

-
1. **Савин, И. А.** Теоретическая оценка трещиностойкости оболочковых форм точного литья, изготовленных с применением технологии низкотемпературного прокаливания/И. А. Савин, И. О. Леушин, В. А. Ульянов, Л. И. Леушина//Справочник. Инженерный журнал (с приложением). -2015. -№ 9 (222). -С. 3-5.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЕЧНОГО ХОЗЯЙСТВА ЦЕХА
ООО «ЛИТЕЙНЫЙ ЗАВОД «РОСАЛИТ»»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Россия находится на втором месте в мире (3580 тонн в год) по производству алюминия, уступая лишь Китаю, а по экспорту занимает лидирующую позицию. Качество алюминиевой продукции России считается одним из лучших. Около 65% всей алюминиевой продукции относится к отрасли машиностроения.

Эта область постоянно развивается и требования к качеству алюминиевых отливок также ужесточаются. На старом оборудовании становится сложнее и экономически не выгодно получать продукцию нужного качества. В связи с чем предлагается проводить модернизацию или переоснащение печного хозяйства завода.

Литейный цех ООО «РосаЛит» специализируется на производстве отливок из алюминиевых сплавов. Масса отливок по номенклатуре от 10,00 до 50,00 кг .

Номенклатура состоит из различных отливок ,включая крышки, корпуса, блоки цилиндров, картеры.

На предприятии имеется ряд электрических плавильных печей ИАТ-2,5. Всего таких 6 установок. Предлагается заменить их на новые газовые плавильные печи марки PWSPg-10/200 в количестве трех штук.

Нынешнее оборудование завода можно считать устаревшим. По сравнению с современными установками, потребляющими такое же количество энергии или меньше, производительность у них ниже.

Электроэнергия является дорогостоящим ресурсом, в связи с чем использование её не всегда выгодно. Затраты на производство продукции почти на половину состоят из затрат на электроэнергию. В то же время газ, как ресурс, довольно дешёвый. Его стоимость в несколько раз меньше, чем стоимость электроэнергии.

Производительность печей: ИАТ-2,5 около 0,8 Т/час. У PWSPg-10/200 – до 1,6 Т/час.

Затраты на производство 1 тонны литья: ИАТ- 800-900 кВтч/т (2,8 тыс. рублей за тонну), PWSPg-10/200 – 65-72 Нм³/т (434 рублей за тонну).

Закключение: замена нынешних установок на новые PWSPg-10/200 резко сократит затраты на энергию, что положительно скажется на прибыли предприятия.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ОСНОВА
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Необходимость модернизации или перевооружения литейных цехов является актуальной задачей, стоящей перед предприятиями не только Российской Федерации, но всего постсоветского пространства [1]. Физический и моральный износ основных производственных фондов в ведущей отрасли промышленности – станкостроении, которое, как известно, невозможно без литейного производства, на сегодняшний день представляется критическим. Модернизация необходима как для плавильных печей цветных металлов, так и для печей

термообработки. Термообработка алюминиевых сплавов несёт важную роль в технологическом процессе и заключается в закалке, отжиге и старении отливок.

Одним из направлений повышения эффективности производства является сокращение длительности технологического процесса, которое может быть обеспечено использованием современной футеровкой на действующих тепловых агрегатах. Замена футеровки на более теплостойкую позволяет увеличивать рабочую температуру печи. Соответственно при наличии большого сортамента на производстве и частой смене режимов термообработки, это позволяет использовать одну и ту же печь в разных режимах. Например, печь для старения может быть использована и для режима закалки, при верно подобранной футеровке [2]. Это решение экономически очень выгодно, так как закупки нового оборудования, которое значительно влияет на бюджет, можно расширять список производимых деталей с наименьшими затратами. Так же, если использовать заменяемые элементы отечественного производства, это положительно скажется на российских производителях во времена применения санкционных списков.

В настоящей работе рассматривалась модернизация печного оборудования литейного цеха ООО Литейного завода «РосАЛит» г.Заволжье для термической обработки алюминиевых сплавов с целью повышения эффективности производства, путем расширения номенклатуры производства. Для термической обработки алюминиевых сплавов в настоящее время используются электрические толкательные проходные печи. Эти печи предназначены для термической обработки изделий из алюминия при температурах не более 550 °С и обеспечивают выполнение следующих технологических операций: нагрев алюминиевых заготовок и последующая закалка.

В качестве мер, направленных на повышение технико-экономических показателей работы толкательной проходной печи, была предложена замена футеровки на изоляционную минераловатную плиту ПТ 125. Предложенным решением данной проблемы является расширение спектра возможности печи, а именно замена в конструкции печи элементов. Это позволит уменьшить тепловые потери и как следствие снизит энергопотребление, а также укрепит сотрудничество с российскими производителями поставщиками минераловатного материала.

Библиографический список

1. **Витязь, П.А.** Научное обеспечение металлургической и других энергоёмких отраслей – одна из важнейших задач науки страны / П.А. Витязь, А.А. Шипко // *Литьё и металлургия* – 2009. - №2. – С.45 – 60.
2. **Сезоненко, А.Ю.** Модернизация цветно-литейных цехов: современное оборудование, материалы, технологии / А.Ю. Сезоненко, Ю.Д. Сезоненко, А.Б. Сезоненко // *Литьё и металлургия*. – 2006. - № 2. – С.68-71.

УДК 669.2/.8

МЕДВЕДЕВ Д.Л., ГУЩИН В.Н.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ «РУСАЛ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Рост потребности алюминия на международном и Российском рынке со временем только растёт, но с увеличением роста объёмов продукции, растут и требования на его качество. Поскольку, часто алюминий выступает в роле базового материала для строительства воздушных и космических судов. Существует необходимость в повышении количе-

ства и качества продукции. Увеличение производства часто ведёт к затратам на энергоносители разного вида, необходимые для работы печей.

Целью работы является снижение расхода топлива, необходимое для работы печи, и рациональное использование отходящего тепла. Главной задачей выступает модернизация отражательной печи.

На сегодняшний день существуют ряд методов для достижения поставленных цели и задачи. Для решения данной задачи опирались на исследования J. Wüning, Л. Эдвин Раух и Gregory M. Gitman о методах экономии топлива с помощью рекуператоров.

В 2017 г. предприятие ООО «ВКМ» разработало систему регенеративных горелок и создало на их основе систему нагрева промышленных печей. “Опытные нагревы показали высокую эффективность примененной системы отопления. Расход топлива снизился на 45%. Также отмечено повышение степени равномерности прогрева, что привело к снижению расхода электроэнергии при прокатке на 12%. Применение газоплотной системы подачи воздуха на горение позволило отрегулировать процесс горения топлива, что ранее не представлялось возможным, при этом отмечено значительное уменьшение окалинообразования.”

Научно-исследовательская работа, показала, что использование регенеративной системы и оптимальных режимов, позволит увеличить КПД использования энергии и, как следствие, сокращение выбросов CO₂, уменьшить объем выбросов NO_x и CO и уменьшить колебания температуры в процессе работы печи.

Усовершенствование имеющейся технологии и модернизация непосредственно самой системы плавки, основанная на результатах расчета, покажет экономическую выгоду для предприятия. Заключительным этапом служит расчет капитальных затрат на реализацию предложенного проекта, экономическая эффективность от модернизированной системы и сравнение выбросов в окружающую среду, влияющих на экологию.

Основным показателем эффективности реализованного проекта выступает показатель расхода газа и время нагрева металла до заданной температуры. В ходе работы был проведён расчёт экономии топлива за счёт рекуперации тепла отходящих газов, внутри пространства горелки смогли обеспечить экономию около 30-35% энергии по сравнению с системой, использующей холодный воздух горения.

Библиографический список

1. **Дистергефт, И. М.**, Дружинин Г. М., Савельев В. А. и др. Регенеративная система отопления для нагревательных и термических печей прокатного и кузнечного производства/ И. М. Дистергефт [и др.] // *Металлургическая теплотехника* : сб. науч. трудов // Национальная металлургическая академия Украины. Т. 5. — Днепропетровск : НМетАУ, 2002. С. 44 – 57.
2. Математическое и физическое моделирование теплофизических процессов в металлургии/ В.Н. Гуцин, В.А. Ульянов, В.А. Васильев; Нижегород. гос. техн. ун-т. Н. Новгород. 2014. – 141 с.
3. **Wüning, J.** Новые рекуперативные горелки с низким выбросом NO₂ // *Gaswärmeinternational*, №34(1985). С. 98-101
4. **Scholz, R.** Принцип рекуперативных горелок и основы для расчета // *Industriefeuerung*. № 35. С.12-20

ИНТЕНСИВНЫЙ ПУТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ СТЕРЖНЕВОГО УЧАСТКА ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА ПАО «ГАЗ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проведённый анализ современных процессов изготовления стержней показал, что в литейной технологии используют широкую гамму связующих композиций, различающихся по типу материалов, и организационно-технических решений, направленных на технологические свойства смеси, экономические и экологические факторы.

Одним из путей решения указанных проблем является использование металлофосфатных связующих, наличие которых в составе холоднотвердеющих смесей обеспечивает им высокую термостойкость, прочность, низкую газотворность, легкую выбиваемость, а также улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

С целью расширения производства или повышения эффективности деятельности стержневого участка литейного цеха необходимо произвести его модернизацию.

Модернизация современного производства может осуществляться экстенсивным и интенсивным путём.

К экстенсивным методам модернизации относят увеличение количества участков, работников и оборудования в цехе. При этом сохраняется прежняя технология производства продукции, и речь не идет о внедрении инноваций в технологический процесс. К интенсивным путям модернизации относят улучшение технологического процесса за счёт внедрения новых технологий и методов работы, а также изменения структуры предприятия.

Для модернизации стержневого участка литейного цеха в работе предлагается использовать интенсивный путь модернизации, который будет включать в себя:

1. Совершенствование технологии производства, выпуск более качественной и востребованной на рынке продукции. В основу данного направления заложено изготовление серийной продукции детали «Коллектор выпускной».
2. Автоматизацию производства. Установка нового оборудования, позволяющего минимизировать ручной труд (исключить влияние человеческого фактора), а также повысить качество и производительность труда.
3. Механизацию оборудования. В этом случае улучшается ресурс работы оборудования и сокращается время его простоев, снижаются расходы на ремонт. Такой результат достигается благодаря покупке и внедрению более производительного и качественного оборудования.

Внедрение процесса изготовления стержней из металлофосфатных смесей (МФС-процесс) позволит достичь не только улучшения условий труда в литейном цехе, но и снижения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости среди работников базового предприятия. В основу концепции технического перевооружения стержневого участка была положена задача перевода всей номенклатуры производимых стержней на МФС-процесс.

Высокая конкурентоспособность предприятий, использующих методы бережливого производства, объясняется, прежде всего, экономией ресурсов, добиться которой позволяет уменьшение либо полная ликвидация потерь.

Таким образом, предлагаемые мероприятия по модернизации стержневого участка, предполагающие применение принципов «бережливого производства», его автоматизации и механизации, по мнению авторов, будут обеспечивать получение продукции высокого качества с использованием ресурсосберегающих технологий.

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ЛЕГИРОВАНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из актуальных проблем энергетического машиностроения является разработка эффективных технологий обработки, позволяющих обеспечить деталям требуемые свойства рабочих поверхностей. Применение лазерных технологий способствует улучшению износостойкости, коррозионной стойкости, снижению времени длительности химико-термической обработки и других технологических характеристик, которые позволяют повысить качество, долговечность и эффективность работы деталей.

Известно, что при лазерном легировании происходит проникновение легирующих элементов во внутренние слои с поверхности металла [1, 2]. При этом необходимым является перемешивание легирующего вещества с основным металлом.

Исследования проводились на образцах из стали феррито-перлитного класса 38Х2МЮА. Сталь предназначена для изготовления деталей турбино- и моторостроения, штоков клапанов паровых турбин, гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания, шестерней, валов и различных деталей сложной конфигурации. Сравнивались, строение, величина и свойства зон лазерного легирования стали марки 38Х2МЮА смесью порошков Cr, Mo, Al и $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ и смесью порошков Al и $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.

Проведенные исследования микроструктуры и свойств слоев указанной стали, обработанной и легированной с помощью лазерного излучения, показали следующее:

В стали 38Х2МЮА после лазерной термообработки сформировался упрочненный слой с твердостью 61 HRC, т.е. в ~ 2 раза выше, чем твердость основного металла. Износостойкость после обработки по оптимальным режимам повысилась на $\sim 10\%$, при отклонении же от оптимальных режимов снижение износостойкости происходило до 26%. Самые высокие показатели твердости и износостойкости получились при обработке с плотностью мощности энергии лазерного излучения 1.6×10^4 Вт/см².

Лазерное легирование стали 38Х2МЮА смесью порошков Cr-MoAl- $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, приводит к повышению микротвердости и сопротивлению износа. Твердость по сравнению с основным металлом повысилась в 2.8 - 2.7 раза и составляет 58 – 59 HRC. Износостойкость легированного слоя увеличивалась в 3.5 – 4.0 раз.

После лазерного легирования стали 38Х2МЮА смесью порошков Al- $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ образуется легированный слой со значением твердости 57.5 - 61.5 HRC, что составляет повышение твердости в 2.7 - 3.1 раз по сравнению с исходным состоянием данной стали. Сопротивление износу выросло в 2.1 - 2.6 раза.

Таким образом, по результатам исследований установлено, что использование технологии лазерного легирования позволяет создать на поверхности изделия структуру материала, обеспечивающую повышение эксплуатационной стойкости.

Библиографический список

1. **Григорьянц, А.Г.** Технологические процессы лазерной обработки: учеб.пособие для вузов / А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов, А.И. Мисюров; под ред. А.Г. Григорьянц. - 2-е изд., стереотип. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 664 с.
2. **Рэди, Дж. Ф.** Действие мощного лазерного излучения / Дж. Ф. Рэди. - М.: Мир, 1974. - 470 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ P6M5

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В большинстве случаев разрушение металлообрабатывающего инструмента происходит в результате износа поверхностного слоя. Для снижения затрат используется модификация участков, подверженных износу.

Наиболее производительным методом поверхностного упрочнения является лазерная обработка (ЛО).

В настоящей работе проведено исследование, целью которого было установление механизмов упрочнения при ЛО.

Анализируя существующие режимы ЛО, было установлено, что упрочнение предварительно закалённых на мартенсит быстрорежущих сталей возможно лишь при нагреве их выше температуры аустенитизации с последующим быстрым охлаждением.

Различают два возможных механизма повышения механических характеристик при лазерной обработке быстрорежущих сталей:

- деформационное мартенситное превращение (ДМП);
- выделение из аустенита высокодисперсных износостойких карбидов.

В результате ДМП происходит не только образование более прочной и износостойкой мартенситной фазы, но также повышается вязкость и трещиностойкость [1]. Однако было выяснено, что для протекания этого процесса необходимы два условия:

- достаточно высокий уровень механических напряжений в обрабатываемой поверхности изделия, порядка 400 МПа;
- температура обрабатываемой поверхности при механическом воздействии не должна превышать возможность разогрева до критической температуры соответствующей началу ДМП T_d .

Для упрочнения же по второму механизму требуется лишь насыщение аустенитной фазы и последующее её быстрое охлаждение, в результате чего выделяются высокодисперсные карбиды [2].

Сверхвысокие скорости нагрева и охлаждения при ЛО значительно влияют на диффузионные процессы, в результате чего фазовый состав после классической и лазерной обработки сильно различаются. В результате ЛО возрастает количество остаточного аустенита, что ведёт к более интенсивному ДМП на поверхности образца, в результате чего сильно повышается абразивная износостойкость.

Таким образом, использование технологии лазерной обработки позволяет произвести термическое упрочнение поверхности быстрорежущих сталей, обеспечивающее повышение ее износостойкости.

Библиографический список

1. **Вострецов, Г.Н.** Деформационная способность наплавленного теплостойкого металла типа P2M8 при мартенситном превращении// Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2012. - №1 – С. 7-10.
2. **Vilar, R.** Laser Surface Treatment for Wear Resistance/ R. Vilar, A. Almeida //Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Técnica de Lisboa, Department of Materials Engineering, Instituto Superior Técnico and ICEMS. – 2007. – P.11-13.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА ВТ-6, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Метод горячего изостатического прессования (ГИП) основан на порошковой металлургии и сочетает в себе преимущества технологии литья иковки. В настоящее время, используя технологию ГИП, получают изделия с повышенными физико-механическими свойствами, которые нельзя достичь другими методами. Технология ГИП представляет собой универсальный способ уплотнения пористых структур при высоких температурах (ниже температуры плавления) и давлениях. Чаще всего для ГИП применяют распыленные порошки сферической формы разнообразных металлических сплавов. За счет этого можно получать детали сложной конфигурации, что позволяет снизить металлоемкость заготовок и число последующих операций механической обработки [1]. Применяется метод ГИП для получения деталей готовой формы, а именно: изготовление вентиля и клапанов; производство лопаток для турбин в аэрокосмической отрасли; в медицине для получения заготовок имплантантов [2].

Применение метода ГИП при производстве изделий из титановых сплавов позволяет добиться снижения стоимости (до 50%) и времени изготовления изделий. Титановый порошковый сплав ВТ-6, полученный ГИП, обладает таким же уровнем механических свойств, что и деформируемый сплав после отжига. Закаленному и состаренному деформируемому сплаву ВТ-6 порошковый сплав уступает в прочности, но превосходит в пластичности. Поэтому данный материал незаменим в авиамоделировании, крупногабаритных сборных конструкциях и медицине [3].

Цель настоящей работы – изучить микроструктуру сплава ВТ-6 и его физико-механические свойства при реализации метода ГИП.

На основании проведенного исследования было установлено, что температура процесса ГИП оказывает существенное влияние на значения плотности и предела текучести сплава (рис. 1).

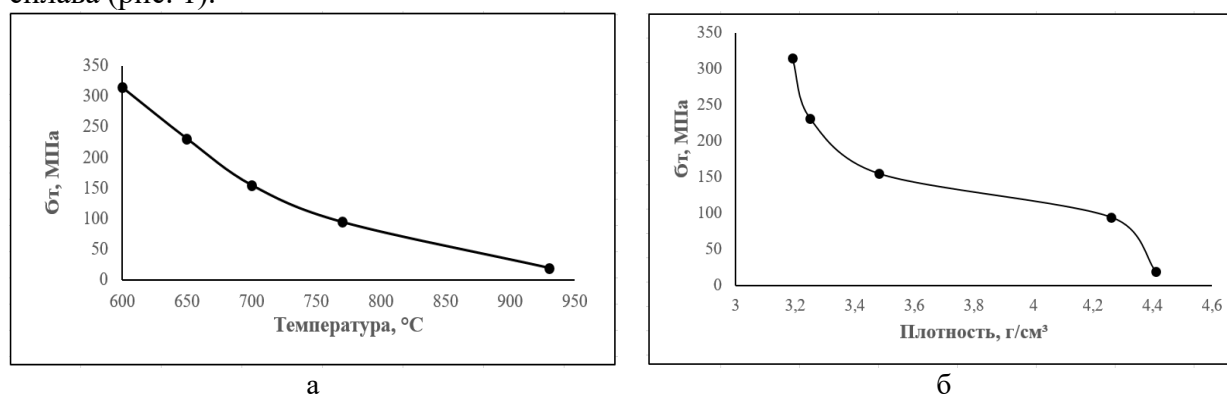


Рис 1. Зависимость значения предела текучести:

а – Зависимость значения предела текучести от температуры ГИП;

б – Зависимость значения предела текучести от плотности сплава ВТ-6

Библиографический список

1. Агеев, С. В. Горячее изостатическое прессование в порошковой металлургии/ С.В. Агеев, В.Л. Гиршов // Металлообработка. - 2015. - № 4. - С. 56-60.

2. **Жеманюк. П. Д.** Структура и свойства литых лопаток авиационных двигателей из жаропрочного никелевого сплава ЖС26-ВИ после горячего изостатического прессования / П. Д. Жеманюк [и др.]// Вестник двигателестроения. 2015. №1. С.139-145.
3. **Чечулин, Б. Б.** Титановые сплавы в машиностроении/ Б. Б. Чечулин. – 1977. – 248 с.

УДК 621.762

СУРЯЕВ А.В. КОЛОСОВА Т.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОТРЕЗНЫХ КРУГОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

Среди технических материалов одной из разновидностей являются материалы, полученные методами порошковой металлургии. Они применяются во многих производственных областях, благодаря возможности создать необходимую по своим свойствам композицию. Посредством порошковой технологии, в частности, производят отрезные круги-абразивный инструмент для резки разных видов поверхностей. Ключевым моментом в их изготовлении является применение алмаза, а также грамотный подбор состава связки для увеличения эффективности его работы. Важным аспектом является применение математических методов планирования экспериментов. Их используют для достижения оптимальных режимов термической обработки, химического состава, условий обработки и т.п.

С целью проведения оптимизации состава связок алмазосодержащего материала проводилось исследование по плану первого порядка, где факторами являлись содержание Sn, Cr и Ni, а параметром оптимизации – твердость HRA. Матрица планирования в натуральном и кодовом масштабе представлена в табл. 1.

Таблица 1. Матрица планирования эксперимента

№ образца	Значение факторов						Значение твердости, HRA
	Cr		Ni		Sn		
	Натуральное, %	Кодовое	Натуральное, %	Кодовое	Натуральное, %	Кодовое	
1	10	+1	6	+1	15	+1	62
2	4	-1	6	+1	15	+1	59
3	10	+1	2	-1	15	+1	60
4	4	-1	2	-1	15	+1	55
5	10	+1	6	+1	11	-1	58
6	4	-1	6	+1	11	-1	55
7	10	+1	2	-1	11	-1	54
8	4	-1	2	-1	11	-1	51
9	7	0	4	0	13	0	57
10	7	0	4	0	13	0	57
11	7	0	4	0	13	0	56
12	7	0	4	0	13	0	56

Получена адекватная при уровне значимости 0,05 математическая модель вида:
 $Y=56,6+1,6X_1+1,8X_2+2,1X_3$.

Анализ модели показал следующее:

1. Все факторы оказались статистически значимыми;

2. Для достижения максимальной твердости факторы следует выбирать на верхнем уровне;
3. Наибольшее влияние на твердость оказывает содержание Sn.

Заключение: полученная модель будет использована для оптимизации химического состава связки алмазосодержащего материала для производства отрезных кругов.

УДК 669.621

УГЛОВ Н.С., БАЖЕНОВ Е.О., РАЖЕВА К.В.

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ВЫСОКОТВЕРДОГО КОМПОНЕНТА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Детали механизмов и машин подвергаются агрессивному воздействию различного характера при эксплуатации в широком диапазоне условий. Одними из таких условий является абразивное воздействие [1].

В данном исследовании проводилось изучение зависимости толщины слоя композиционного материала и степени износостойкости неупрочнённых деталей и деталей с нанесённым слоем композиционного материала на основе высокотвёрдого компонента. В качестве исследуемого композиционного материала был применён металлический порошок на основе карбида вольфрама. Матрицей композиционного порошка служит порошок стального сплава [2].

Экспериментальные изделия – «Лапы стрелчатые» подвергались процессу газопламенного напыления композиционного материала с последующим оплавлением, на газовой горелке Castolin. Исследовались следующие толщины композиционного материала: 0,5 мм, 1 мм, 1,5 мм, 2 мм. Обработанные изделия тестировались на машине трения по методике ASTM G65. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты испытаний прототипов деталей, упрочнённых композиционным материалом на основе карбида вольфрама

Толщина слоя, мм	Относительная износостойкость
Без слоя	1
0,5	2,84
1	20,43
1,5	35,96
2	50,15

Результаты показывают, что увеличение толщины слоя композиционного материала прямо пропорционально увеличению износостойкости детали. Отсюда следует вывод, что для определённых условий эксплуатации возможно подобрать оптимальную толщину наплавляемого слоя, необходимую для защиты деталей от износа.

Работа выполнена по договору от 28 февраля 2017 г. № 14.Z50.31.0036 о выделении гранта Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих учёных в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях и государственных научных центрах Российской Федерации.

Библиографический список

1. Гуляев, А.П. Материаловедение: учебник для вузов/ А.П. Гуляев. - 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. - 544с.
2. Хасуи, А. Наплавка и напыление / А. Хасуи, О. Моригаки. – М.: Издательство «Лань», 1985. – 238 с.

УДК 621.762.06

УШАКОВ Ю.А., КОРОВИН В.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВОГО МЕТАЛЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Порошковая металлургия — один из самых быстрорастущих секторов отрасли во всем мире. Так, ежегодное потребление металлических порошков в разных отраслях промышленности увеличивается на 30%. Спрос на такие изделия год от года растет и в России. При этом почти 100% порошков отечественные предприятия закупали за рубежом. Таким образом, открытый цех по производству металлического порошка, после освоения технологии, может снизить долю импорта на российском рынке. Но для удовлетворения потребностей в мелкодисперсном порошке необходимо модернизировать имеющееся оборудование.

Для данного проекта целью было выбрано разработать метод получения мелкодисперсного металлического порошка при сохранении объемов производства. Задача при этом была поставлена модернизировать оборудование, используя минимальный бюджет, но с максимальной отдачей.

На данный момент существуют ряд различных технологий по получению порошкового металла. На предприятии используются две технологии: газовая и вакуумная атомизации. Для подробного изучения данных методов можно обратиться к трудам С.В. Елифанова, С.А. Спекторук [1].

При этом научно-исследовательской работой выдвигается гипотеза о том, что при воздействии на расплав ультразвуковыми волнами, непосредственно перед распылением, в металле появятся дополнительные «напряжения» и во время распыления (теоретически возможно в обоих случаях, но с различной эффективностью) это будет стимулировать дополнительное расщепление – позволит увеличить дисперсность в несколько раз.

Для достижения данной цели предлагается использовать ультразвуковое устройство для гомогенизации расплава композиционного материала, содержащее электроакустический преобразователь с рабочей частотой 23-25 кГц, соединенный резьбовой шпилькой с цилиндрическим волноводом, изготовленным с расширением в виде диска на рабочем торце, отличающееся тем, что соотношение диаметра диска на рабочем торце к диаметру волновода составляет 2, а соотношение высоты диска к его диаметру составляет 0,1. Данное устройство будет создавать вибрационное воздействие на расплав благодаря явлению магнитострикции.

Магнитострикционный преобразователь ПМС-4-180С (с обратной связью) предназначен для ультразвуковой обработки расплавов металлов, оснащен дополнительным пакетом для передачи параметров амплитуды смещения торца и реализации функции поддержания амплитуды колебаний в установке.

Новое техническое решение позволит достичь не только улучшения качества получаемого порошка, но также позволит выйти на мировой рынок с конкурентоспособным продуктом. Так же получение высокодисперсного порошка позволит продвинуть отечественную промышленность за счет получения высококачественной продукции.

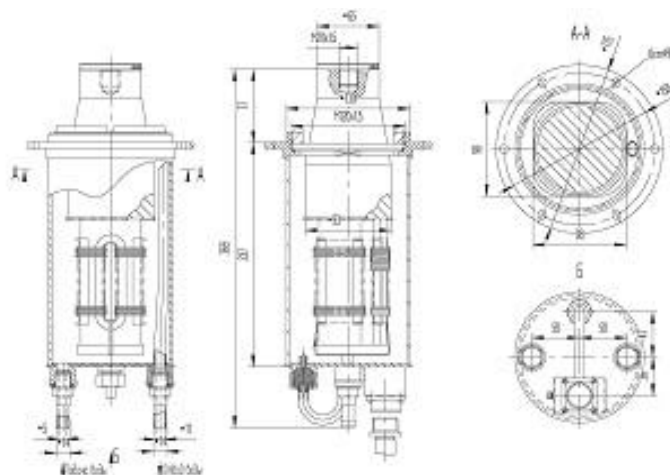


Рис.1. ПМС-4-180С оснащен системой волноводов: промежуточный титановый волновод и расходный погружной волновод из сплава ниобия

Библиографический список

1. Сыркин, Л.Н. Пьезомагнитная керамика / Л.Н. Сыркин. - Ленинград : Энергия. Ленингр. отд-ние, 1972. - 160 с.
2. Голямина, И.П. Магнитострикционные ферриты как материал для электроакустических преобразователей / И.П. Голямина // Акустический журнал. - 1960. - Том 6. - Вып. 3. - С. 311—320.
3. Гутин, Л.Я. Магнитострикционные излучатели приемники / Л.Я. Гутин // Журнал технической физики. - 1945. - Т. 15. - Вып. 12. - С. 924-941.
4. Бозорт, Р.М. Ферромагнетизм: [пер. с англ.] / Р.М. Бозорт; под ред. Е.И. Кондорского и Б.Г. Лившица. - М. : Изд-во иностр. лит., 1956. - 784 с.
5. Негров, Д.А. Ультразвуковые колебательные системы для синтеза полимерных композиционных материалов: монография / Д.А. Негров, Е.Н. Еремин, А.А. Новиков, Л.А. Шестель. - Омск: изд-во ОмГТУ, 2012. - 128с.

УДК 669.621

ФОМИЧЕВ А.С.¹, ГАВРИЛОВ Г.Н.²

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ δ -ФЕРРИТА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ МАРТЕНСИТНО-ФЕРРИТНОЙ СТАЛИ 14X17H2

ПАО «Русполимет»¹,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева²

Широкое применение стали 14X17H2 в промышленности обусловлено хорошим сочетанием комплекта физико-механических свойств, а также высоким сопротивлением стали к развитию межкристаллитной коррозии от воздействия коррозионно-активной внешней среды.

При производстве крупногабаритных поковок возникают следующие проблемы:

- образование поверхностных дефектов при горячей пластической деформации;
- образование трещин напряжения после выполнения предварительной термической обработки (низкотемпературный отжиг с двумя переохлаждениями);
- несоответствующий уровень ударной вязкости при комнатной и отрицательной температуре;

Следует отметить, что 14X17H2 может иметь в своей структуре различное (иногда и достаточно высокое) содержание высокотемпературной фазы δ -феррита, что обусловлено

спецификой легирования стали, технологии выплавки её, последующей горячей пластической деформацией и параметрами окончательной тепловой обработки[1,2].

На содержание структурно-свободного δ -феррита, а также на состояние структурной матричной основы стали (феррито-карбидной смеси) на различных этапах технологического передела стали 14X17H2 может оказывать существенное влияние соотношение фактического содержания в стали легирующих элементов и примесей. Кроме того, большое значение имеют термо-временные параметры процесса формирования структуры слитка, вид и степень деформации при ковке, температурно-временные варианты нагрева и выдержки, как непосредственно при горячей пластической деформации, так и при промежуточном отжиге и окончательной термической обработки[3].

В результате проведенных исследований установлено, что повышение температуры нагрева под закалку и повышение температуры начала пластической деформации обеспечивает более глубокую структурную проработку в части обеспечения более высокой химической однородности, гомогенности входящих фаз, что приводит к повышению устойчивости фаз к последующим диффузионным процессам при термической обработке, особенно при длительных операциях отпуска.

Таким образом, изучение процессов формирования структуры и свойств позволяет определить методы научного обоснования для расширения резерва технологических возможностей обработки стали 14X17H2 в условиях ПАО «РУСПОЛИМЕТ» с целью повышения эффективности производства и качества конечного продукта.

Библиографический список

1. **Гуляев, А.П.** Материаловедение: учебник для вузов/ А.П. Гуляев. - 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. - 544с.
2. **Химушин, Ф.Ф.** Нержавеющие стали / Ф.Ф. Химушин. - изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1967. - 800 с.
3. **Потак, Я.М.** Высокопрочные стали/ Я.М. Потак. – М.: Металлургия, 1972, - 208 с

УДК 621.74

ШИРШИН Г.А., ЛЕУШИНА Л.И.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ТАРЕЛКИ ДЛЯ УДАРНОГО МУЗЫКАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ударно-музыкальные тарелки – древнейшие инструменты звукоизвлечения, которые представляют собой вогнутые круглые пластины из особого сплава. Тарелки характеризуются не просто округлой плоской поверхностью, их формы разнообразны, сложны и изготавливаются из различных сплавов, что естественно отражается не только на качестве их звучания, но и на их долговечности.

Звучание всей ударной установки определяется ударными тарелками. Разнообразие тарелок ударного музыкального инструмента создают барабанщикам сложности при выборе оптимального варианта. Сложности связаны с тем, что необходимо брать в расчет собственный вкус, музыкальный стиль и место исполнения музыки. Звучание музыкальных тарелок, в первую очередь, определяется сплавом, из которого они изготовлены.

Чаще всего металлические тарелки для ударного музыкального инструмента производят из сплавов на основе меди: колокольная бронза, ковкая бронза, латунь и нейзильбер (сплав меди, цинка и никеля).

Масса – важнейший фактор для определения возможностей тарелок в воспроизведении звуков и их громкости. Такие термины, как «Heavy», «Power», «Rock» или «Metal» соответствуют тяжелым моделям, а «Medium», «Medium-Thin», «Thin» или «Jazz» – соответственно легким. Звучание тяжелых тарелок более громкое и металлическое, нежели у легких той же конструкции. В то же время их отклик медленнее, а резонанс более длительный. Поэтому тяжелые тарелки подходят для более энергичных барабанщиков, играющих в динамичных стилях музыки.

Традиционно для изготовления металлических тарелок высокого качества используют колокольную бронзу, известную как «колокольный металл». Сплав характеризуется малым коэффициентом усадки (1,538%), что позволяет отливать высоко художественные изделия. При этом колокольная бронза имеет самый низкий коэффициент затухания звука, что делает ее незаменимой при изготовлении таких ударных инструментов с самозвучающим телом, как колокола.

Однако есть и отрицательные качества – низкая морозостойкость (при 20-250°С сплав становится очень хрупким, что может привести к расколу колокола). При малой пластичности колокольная бронза характеризуется высоким коэффициентом температурного расширения, что при местном нагреве может привести к большим напряжениям вплоть до растрескивания. Кроме того, как и все сплавы, она подвержена «старению», вследствие которого она становится рыхлой и ее звуковые качества изменяются (звук становится более низким и время затухания уменьшается). Недостатками колокольной бронзы являются ограниченность тембрового звучания, большой вес литых элементов ударных музыкальных инструментов, а также дефицит олова и его высокая стоимость. Для устранения названных недостатков исследователи предлагают вносить в состав сплава различные добавки, например, сурьму и др.

Шихтовым материалом для изделия «музыкальный инструмент – тарелка» является чистая катодная медь, отличающаяся высокой стоимостью. Поскольку мировые запасы меди со временем исчерпают себя, представители металлургического сообщества обращают серьезное внимание на решение проблемы ресурсосбережения, а именно – вторичное использование исходного материала – медного лома.

УДК 669.2/8

ШПИЛЕВ Д.А., ГУЩИН В.Н.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ НАГРЕВА УСТАНОВКИ ФИЛЬТР-БОКС С ДВОЙНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ «РУСАЛ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Установки фильтр - бокс предназначены для фильтрации большого объема жидкого металла от неметаллических включений. Фильтрация осуществляется путем прохождения расплава металла через пенокерамический фильтр (ПКФ). В фильтр-боксах возможна установка ПКФ различной пористости и массогабаритных размеров, в зависимости от того, какой по качеству и назначению требуется получить металл. Неотъемлемой частью фильтр-боксов, помимо ПКФ, выступают системы предварительного нагрева. Система предварительного нагрева необходима для нагрева ПКФ до температур, при которых не будет наблюдаться кристаллизация расплава внутри пор фильтра. Особенно остро проблема систем нагрева ПКФ стоит при использовании фильтр-боксов с двойной фильтрацией. Эксплуатация фильтр-бокса без системы предварительного нагрева не представляется возможной.

Целью работы является обеспечить эффективный нагрев установки фильтр-бокс с двойной фильтрацией, а главной задачей выступает модернизация системы предварительного нагрева.

В рамках научно-исследовательской работы были установлены основные недостатки имеющейся комбинированной системы предварительного нагрева, используемой на производственных площадках компании «РУСАЛ». Прежде всего система имеет малую номинальную мощность и в целом не подходит для использования с фильтр-боксами двойной фильтрации, поскольку генерируемый тепловой поток не способен нагреть нижний ПКФ. Также был определен основной путь модернизации – это замена имеющейся комбинированной системы нагрева на систему нагрева с источником генерации тепла в виде высокоскоростной газовой горелки модели «ВИХРЬ». Горелка укомплектована перфорированным насадкам, который был специально разработан для систем предварительного нагрева инженерно-производственным центром промышленного газоиспользования «Волгатерм».

Также на основе исследований и методик расчета профессоров А.В. Курдюмова и Э.Б. Тена были рассчитаны минимальные температуры нагрева ПКФ в зависимости от размера пор фильтров и типа фильтруемого расплава. По пособию Б.С. Мاستрюкова [1] был составлен тепловой баланс установки фильтр-бокс с двойной фильтрацией и как следствие определено необходимое количество энергии для его нагрева. Благодаря использованию программного комплекса «ANSYS Fluent», были установлены температуры и площади нагрева ПКФ при применении модернизированной системы. В программном комплексе «SolidWorks Flow Simulation» удалось визуализировать распространение теплового потока и определить его скорости.

На данном этапе научно-исследовательской работы осуществляется расчет экономического эффекта от модернизации системы предварительного нагрева. Предварительно можно сделать вывод, что данная система по себестоимости примерно в два раза ниже, чем существующая. Помимо этого, идет анализ и обработка результатов практических испытаний модернизированной системы нагрева.

-
1. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей: в 2 т. Т. 2: Расчеты металлургических печей / Б.С. Мاستрюков. – М.: Металлургия, 1978. – 272 с.

СЕКЦИЯ 7

ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВОК

Подсекция 7.1

Ядерная энергетика

УДК 621.039

БЛОХИН А.А., САМОЙЛОВ А.М., САТАЕВ А.А.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНТУРА ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ SIMNINTECH

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Математическое моделирование различных физических процессов с помощью программной среды SimnInTech открывает широкий спектр возможностей перед инженерами и проектантами в области исследования аварийных ситуаций и нестационарных процессов, которые могут произойти во время работы ядерной энергетической установки (ЯЭУ).

Каждый год возрастают требования к безопасности проектируемых ЯЭУ, что в свою очередь затрудняет работу специалистов. Чтобы соответствовать повышенным условиям эксплуатации, необходимо уметь прогнозировать и знать, как поведет себя установка в различных аварийных ситуациях. Для получения таких данных проводят эксперименты, которые воссоздают аналогичные по условиям возникновения и протекания процессы, но зачастую такое невозможно по причине опасности и трудности в их проведении. В свою очередь, математическое моделирование в программной среде SimnInTech не вызывает таких сложностей и позволяет спрогнозировать, что произойдет в случае изменения каких-либо свойств и характеристик, и как то, что изменилось, повлияет на его функционирование.

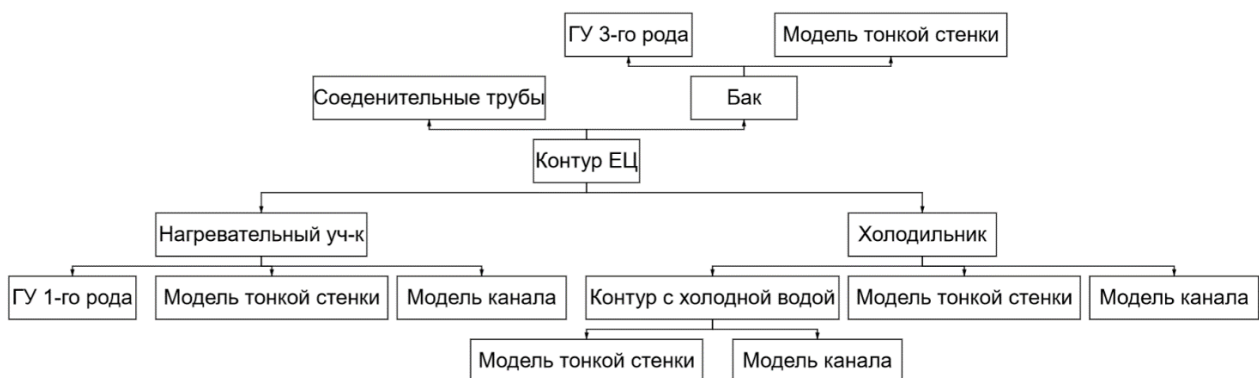


Рис. Декомпозиция модели

Объектом моделирования был выбран контур естественной циркуляции (ЕЦ), который был сконструирован с целью проведения эксперимента, направленного на изучение нестационарных процессов при ЕЦ в ЯЭУ. При построении модели была произведена ее декомпозиция на более простые субмодели (см. рисунок), которые были реализованы в программе с помощью блоков теплогидравлики SimnInTech. Также, проведя заранее эксперимент в стационарном режиме работы установки, были полученные необходимые данные изменения температуры во времени в контрольных точках для верификации полученной математической модели.

Библиографический список

1. **Амосов, А.А.** Вычислительные методы инженеров: учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. - М.: Высшая школа., 1994.- 554 с.
2. **Митенков, Ф.М.** О гидродинамической устойчивости естественной циркуляции в ЯЭУ с подкипанием теплоносителя / Ф.М. Митенков [и др.] // Атомная энергия: науч. Журнал. 1982. [Т.52]. С. 227-230. URL: http://elibr.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_t52-4_1982/go,4/ (дата обращения: 13.02.2021).

УДК 621.039

ГЕРМАН Н.В.¹, ЕРМОЛЕНКО Е.Д.¹, АНДРЕЕВ В.В.¹, МОРИН Д.А.²

УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹,
Частное образовательное учреждение ЧОУРО «НЕРПЦ (МП) Нижегородская православная гимназия им. Преподобного Сергия Радонежского»²

Управляющие системы безопасности (УСБ) предназначены для автоматического и дистанционного приведения в действие защитных, локализирующих и обеспечивающих систем, управления ими в процессе выполнения заданных функций и осуществления контроля [1].

При проектировании УСБ предъявляются следующие требования к обеспечению необходимой надежности и эффективности данных систем:

- 1) начавшееся защитное действие по сигналу УСБ должно быть доведено до конца. Оператор последовательными действиями выполняет возврат УСБ в исходное состояние;
- 2) в случае потери способности выполнения функций какой-либо части УСБ на пульт управления должна поступить информация об этом;
- 3) реализация возможности автоматического и дистанционного приведения в действие систем безопасности. Дистанционному включению не должен препятствовать повреждение или выход из строя какого-либо элемента в цепи автоматического включения;
- 4) обеспечение устойчивости систем безопасности в случае нештатных причин и катаклизмов (пожар, землетрясение и т.п.)
- 5) сведение к минимуму ошибок или их влияния на работу УСБ со стороны эксплуатационного и обслуживающего персонала;
- 6) блокирование опасных сигналов из систем управления;
- 7) организация защиты от несанкционированного доступа к системам.

Разделить УСБ по виду управляющей среды можно на электрические, гидравлические, пневматические и комбинированные. Наибольшее распространение на АЭС в настоящее время получили электрические и комбинированные системы, они обладают высокой точностью, высоким быстродействием, имеют развитые логические и вычислительные функции. Помимо прочего, комбинированные обладают повышенной надежностью, так как могут использовать несколько видов вспомогательной энергии [2].

При построении УСБ используются принципы, которые смогут обеспечить высокий уровень надежности данных систем. Данные принципы схожи при построении любой другой системы безопасности АЭС. Для УСБ отдельно можно рассмотреть следующие:

- 1) резервирование УСБ. Главным условием является удовлетворение принципу единичного отказа. УСБ должна быть защищена и от функциональных отказов (непрохождение аварийного сигнала), и от ложных срабатываний. Осуществляется это использованием мажоритированных элементов и формирование сигналов по принципу «2 из 3» или «2 из 4»;
- 2) независимость. Резервирование элементов может быть эффективно только, если указанные элементы независимы друг от друга;
- 3) разнообразие. Защита от отказов вследствие общности конструкции и одинаковых ошибок проектирования достигается разнообразием каналов УСБ.

Библиографический список

1. **Самойлов, О.Б.** и др. Безопасность ядерных энергетических установок / О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин, А.М. Бахметьев. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 280 с.
2. **Бахметьев, А.М.** Основы безопасности ядерных энергетических установок: учеб. пособие / А.М. Бахметьев; под ред. С.М. Дмитриева. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород. 2006. – 174 с.

УДК 621.039

герман Н.В., Ермоленко Е.Д., Новиков Д.И., Андреев В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ В ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ НА ПРОЦЕСС ТЕПЛООБМЕНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Главными требованиями к современным ядерным энергетическим установкам являются безопасность, надежность, а также высокая экономичность. Для транспортных установок помимо перечисленных требований определяющими являются массогабаритные характеристики.

Одной из причин понижения надежности и скорейшего истощения ресурса трубопроводов и основного оборудования первого контура может являться газовыделение в теплоносителе первого контура. Также повышенное удельное газосодержание и различие условий растворимости газа в теплоносителе, на отдельных участках контура при разных режимах работы может привести к выделению газа из раствора и нарушению нормальной работы оборудования первого контура [1].

Интерес в рамках данного исследования представляет влияние процесса газовыделения на теплообмен, так как надежность теплоотвода от активной зоны ядерного реактора является одним из главных требований к надежности установки в целом. Наибольшее влияние на процесс теплообмена будет оказывать газ, растворенный в теплоносителе первого контура. Выделение его пузырьков в потоке напрямую связано с температурой и давлением [2].

Целью данной работы является исследование влияния выделенного растворенного газа на процесс теплообмена. Для проведения эксперимента был сконструирован стенд, представляющий собой коаксиальный канал с теплоизоляцией, которая необходима для получения наиболее объективных результатов, за счет уменьшения потерь тепла. Так же стоит отметить, что стенд имеет возможность находиться как в вертикальном положении, так и в горизонтальном, в данной работе он был расположен вертикально. Движение теплоносителя было организовано в центральном канале, а потока, получающего тепло, – в межтрубном кольцевом пространстве. Для измерения температуры сред использовались терморезистивные датчики, установленные на входе и выходе каждого из каналов. Газовыделение было со-

здано на входе холодной петли с помощью сужающего сопла, позволяющего получить пузырьки газа небольшого размера. Равновесная концентрация растворенного газа в воде описывается законом Генри – Дальтона и зависит от давления.

Методика расчета была основана на уравнении Ньютона-Рихмана, уравнении теплопередачи и уравнении теплового баланса. Были рассчитаны коэффициент теплоотдачи между поверхностью внутренней трубы и теплоносителем, а также коэффициент теплопередачи теплообменника.

В результате было получено, что газовыделение в охлаждающей воде положительно сказалось на процессе теплообмена, расчётные коэффициенты увеличились на 12%.

Библиографический список

1. **Филимонов, А.Ф.** Газовыделение и газоперенос в оборудовании первого контура реакторной установки с газовой системой компенсации давления. / А.Ф. Филимонов, В.И. Полуничев, А.Е. Помысухина // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2019. - №3(126). – С. 101-110.
2. **Бараненко, В.И.** Термодинамика и теплообмен в ЯЭУ с газонасыщенным теплоносителем / В.И. Бараненко, В.Г. Асмолов, В.С. Киров. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 272 с.

УДК 621.039

ДЕМКИНА Т.Д., ДОБРОВ А.А., ДОРОНКОВ Д.В., ДОРОНКОВА Д.С.,
ПРОНИН А.Н., РЯЗАНОВ А.В., ХРОБОСТОВ А.Е.

ГИДРОДИНАМИКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКЕ КАССЕТНОЙ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА ТИПА РИТМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В 2020 году первая отечественная плавучая атомная теплоэлектростанция и универсальный атомный ледокол «Арктика» были введены в промышленную эксплуатацию. Основным компонентом станции является плавучий энергоблок «Академик Ломоносов», в состав которого входят две блочные реакторные установки КЛТ-40С с кассетными активными зонами. На атомном ледоколе установлены две реакторные установки интегрального типа РИТМ-200 также с кассетными активными зонами. Два ледокола этой серии находятся в стадии строительства. Обе реакторные установки разработаны АО «ОКБМ Африкантов».

Следующим этапом развития судовых реакторных технологий является разрабатываемый в настоящее время проект АЭС малой мощности плавучего исполнения на базе установок типа РИТМ. В новых реакторах типа РИТМ применяется модернизированная кассетная активная зона, имеющая ряд существенных отличий от активной зоны базовой конструкции, используемой в реакторе КЛТ-40С, таких как: измененная геометрия твэльного пучка, иная форма центрального вытеснителя, а также иная конструкция дистанционирующих решеток. Данные конструктивные новшества могут привести к значительным изменениям как полей аксиальных и поперечных скоростей потока, так и к интенсивному перераспределению осевого расхода теплоносителя, что в свою очередь может сказаться на теплотехнических характеристиках всей активной зоны. Особенности конструкции новой кассетной активной зоны энергоустановок типа РИТМ обусловили необходимость исследования гидродинамических процессов в теплоносителе активной зоны, влияющих на ее теплотехническую надежность.

Таким образом, особенности конструкции новой кассетной активной зоны и условия ее работы требуют дополнительных исследований, в том числе экспериментального изучения процесса течения теплоносителя в твэльном пучке с установленными пластинчатыми дистанционирующими решетками, что является актуальной задачей,

решение которой внесет существенный вклад в обоснование ее теплотехнической надежности.

В докладе приведены результаты исследований течения теплоносителя в твэльном пучке кассетной тепловыделяющей сборки ректора типа РИТМ атомной станции малой мощности. Целью работы является исследование перераспределения поля аксиальной и поперечной скоростей потока, а также осевого расхода теплоносителя за пластинчатой дистанционирующей решеткой топливной кассеты.

Для достижения поставленной цели проведен ряд экспериментов на аэродинамическом исследовательском стенде на масштабной модели твэльного пучка тепловыделяющей кассеты с пластинчатыми дистанционирующими решетками. В качестве исследуемой была выбрана область, охватывающая третью часть всего поперечного сечения модели и включающая все типовые регулярные ячейки, и ячейки, прилежащие к чехлу, уголку жесткости и трубе центрального вытеснителя.

Картина течения теплоносителя представлена картограммами распределения поперечных и аксиальных скоростей, а также графическими зависимостями распределения аксиальных скоростей и расходов потока теплоносителя через характерные типы ячеек.

Результаты экспериментов могут быть использованы при инженерном обосновании конструктивных решений при проектировании активных зон реакторов типа РИТМ.

УДК 621.039

ЕРМОЛЕНКО Е.Д., НОВИКОВ Д.И., ГЕРМАН Н.В., АНДРЕЕВ В.В.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ГАЗА В ПОТОК ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение КПД паропроизводящих установок путем повышения начальных параметров пара, улучшения условий работы турбины или совершенствования тепловой схемы практически исчерпаны. Альтернативным способом повышения характеристик ЯЭУ является повышение КПД теплообменного оборудования за счет интенсификации теплообмена. Интенсификация теплообмена позволяет улучшить режим работы теплообменного оборудования, снизить температурный напор между теплопередающей поверхностью и теплоносителем, уменьшить габариты теплообменника или увеличить теплопроизводительность аппарата и повысить КПД установки в целом.

При движении в каналах однофазных сред или при внешнем обтекании ими тел около поверхности теплообмена формируется пограничный слой, который является основным термическим сопротивлением для теплового потока. Увеличить интенсивность теплоотдачи можно путем уменьшения толщины пограничного слоя или полного его разрушения, а также за счет обеспечения турбулентного режима течения теплоносителя. Интенсифицировать теплообмен в жидкостях можно введением в поток теплоносителя пузырьков газа, которые турбулизируют и частично разрушают пограничный слой [1].

Для изучения влияния пузырьков газа на теплообмен, изготовлен исследовательский стенд: коаксиальные каналы типа «труба в трубе». Введение газа в поток охлаждающего теплоносителя осуществлялось за счет установки эжектора. Расход газа регулировался при помощи ротаметра. Температура измерялась с помощью терморезисторов. Для предотвращения теплообмена с окружающей средой внешний канал помещен в теплоизоляционный кожух.

Методика расчета была основана на уравнении Ньютона-Рихмана, уравнении теплопередачи и уравнении теплового баланса. Были рассчитаны коэффициент теплоотдачи между

поверхностью внутренней трубы и теплоносителем, а также коэффициент теплопередачи теплообменника.

После обработки результатов экспериментов, было получено, что при введении газа в поток теплоносителя коэффициент теплоотдачи увеличивается в 2,76 раз. В дальнейшем планируется исследование и поиск оптимального соотношения расхода газа и теплоносителя, с целью достижения наилучшей интенсификации теплообмена, а так же влияние температуры введенного газа в поток на теплообмен.

-
1. Будов, В.М. Интенсификация теплообмена в каналах / В.М. Будов, С.М.Дмитриев // Двухфазный поток в энергетических машинах и аппаратах.1985.Т.3.-С122-124.

УДК 621.039

ЕРМОЛЕНКО Е.Д.¹, ГЕРМАН Н.В.¹, АНДРЕЕВ В.В.¹, БАТЮТА А.Д.²

РАЗРАБОТКА ПАССИВНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВТЕКТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Частное образовательное учреждение ЧОУРО «НЕРПЦ (МП) Нижегородская православная гимназия им. Преподобного Сергия Радонежского»²

Существование современного индустриального общества невозможно без потребления большого количества энергии. Примерно одна треть производственного труда человека затрачивается на обеспечение энергией промышленности, транспорта и быта. Потребление энергии подразумевает под собой способность человека с помощью технического оборудования извлечь и преобразовать в требуемый вид энергию для ее дальнейшего использования во всех промышленных и потребительских сферах общества.

В настоящее время многие природные ресурсы планеты исчерпываются. Добывать энергоресурсы становится все сложнее. Ограниченные запасы нефти и газа ставят перед человечеством вопрос о поиске альтернативного варианта добычи энергии. Решением данной проблемы является популяризация и распространение ядерной энергетики. Использование энергии деления ядра позволяет избежать исчерпания природных энергоресурсов.

Крупномасштабное использование ядерных реакторов по всему миру ставит проблему безопасности на первое место. Специфика этой проблемы связана в первую очередь с тем, что ЯЭУ является сложным комплексом оборудования с высоким технологическим уровнем, что требует более точного подхода к обеспечению безопасности при нормальных и аварийных режимах работы установки, для предотвращения нанесения ущерба обществу и окружающей среде.

Модель разработанной установки представляет собой две емкости, расположенные друг над другом, разделенные предохранительным элементом, роль которого играет эвтектический сплав. В нижней емкости осуществляется нагрев воды, с помощью электрогрелки, которая при достижении определенной температуры, передает тепло предохранительному элементу, который плавится и освобождает проход для вещества, находящегося в верхней емкости модели. Данную модель можно использовать в качестве пассивной системы аварийного расхолаживания установки.

Предохранительный элемент из эвтектики можно поместить по байпасной линии второго контура. В случае срабатывания аварийной защиты, за счет остаточных тепловыделений температура второго контура будет увеличиваться, среда второго контура расплавит предохранительный элемент и, по байпасной линии, во второй контур будет поступать охлаждающая вода для отвода остаточных тепловыделений. Но время работы данной системы

будет ограничено запасом воды в баке, если не осуществлять его пополнение. Это один из возможных вариантов использования эвтектического сплава в качестве пассивной системы безопасности ЯЭУ.

УДК 621.039

ИВАНОВА К.Е., ДОБРОВ А.А., ДОРОНКОВ Д.В., ДОРОНКОВА Д.С., ПРОНИН А.Н.,
РЯЗАНОВ А.В., ХРОБОСТОВ А.Е., ЯЛЫМОВА О.Д.

ГИДРОДИНАМИКА И ПЕРЕМЕШИВАНИЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ЗА ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩЕЙ РЕШЕТКОЙ ТВС-КВАДРАТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В докладе приведены результаты исследований течения теплоносителя за перемешивающими решетками-интенсификаторами тепловыделяющих сборок ТВС-КВАДРАТ реакторов PWR [1, 2].

Целью работы является оценка эффективности перемешивания теплоносителя за решетками-интенсификаторами различных конструкций и выбор их оптимальной конструкции. Для достижения поставленной цели проведен ряд экспериментов на аэродинамическом исследовательском стенде с масштабными моделями фрагментов твэльного пучка тепловыделяющих сборок с перемешивающими решетками-интенсификаторами, которые оснащались турбулизирующими дефлекторами различной формы профиля.

В качестве области исследований выбраны ячейки, расположенные возле направляющего канала и регулярные ячейки. Выбор области исследований обусловлен не только необходимостью получения гидродинамической картины течения теплоносителя в характерных ячейках и выбором оптимальной формы дефлектора, но и оценкой влияния поперечных течений теплоносителя из области направляющего канала на движение потока в смежных с ними ячейках.

Картина течения теплоносителя представлена векторными полями поперечных скоростей, картограммами распределения поперечных и аксиальных скоростей, а также графическими зависимостями распределения компонент скорости потока. Анализ пространственного распределения поперечных и осевых скоростей потока позволил изучить и детализировать картину течения теплоносителя.

Оценка эффективности перемешивания теплоносителя за решетками и определение оптимальной формы профиля дефлектора проводились на основе комплексного анализа гидродинамической картины течения теплоносителя и параметров внутриячейкового вихреобразования и межъячейкового перемешивания.

Результаты экспериментов используются при инженерном обосновании конструктивных решений при проектировании активных зон реакторов PWR с ТВС-КВАДРАТ. Накопленная база опытных данных используется для верификации CFD программ (как зарубежной, так и отечественной разработки), а также программ теплогидравлического поячеечного расчета активных зон.

Библиографический список

1. **Бых, О.А.** Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах / О.А. Бых [и др.]; под ред. С.М. Дмитриева. Москва: Машиностроение, 2013.
2. **Дмитриев, С.М.** К вопросу о методологии обоснования теплотехнической надежности активных зон водяных энергетических реакторов / С.М. Дмитриев, А.А. Баринов, В.Е. Бородина, А.Е. Хробостов // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2014. №2. С. 98–108.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЯРУ ЗА СЧЕТ ПРОДЛЕНИЯ НАЗНАЧЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ

АО «ОКБМ Африкантов»

Одним из направлений деятельности АО «ОКБМ Африкантов» является сервисное обслуживание ЯРУ транспортного назначения. Особое место уделяется решению вопросов, связанных с продлением назначенных показателей (назначенного срока службы и назначенного ресурса) оборудования ЯРУ, а также с восстановлением технической готовности ЯРУ.

В настоящее время:

- назначенный срок службы до заводского ремонта оборудования ЯРУ в рамках невыработанного ресурса продлен на большинстве эксплуатирующихся транспортных установках;
- календарная продолжительность эксплуатации отдельного оборудования ЯРУ ряда судов достигла установленных в технических условиях на поставку оборудования значений назначенного полного срока службы, в то же время назначенный ресурс близок к исчерпанию.

Высокие показатели надежности оборудования и систем ЯРУ, разработанных АО «ОКБМ Африкантов», позволяют эксплуатировать оборудование за пределами назначенных показателей с учетом реализации современных подходов по определению фактического технического состояния оборудования, в том числе с применением средств неразрушающего контроля. Как следствие и с учетом современных экономических условий взамен плановых заводских (средних) ремонтов установок выполняются работы по восстановлению технической готовности по фактическому техническому состоянию.

В целом комплекс работ по продлению назначенных показателей включает следующие этапы:

1. Определение фактического состояния оборудования по результатам освидетельствования.
2. Разработка фактической и планируемой на продлеваемый период модели эксплуатации установки и отдельного оборудования.
3. Расчетный анализ возможности эксплуатации оборудования по условиям прочности.
4. Подготовка заключений о возможности эксплуатации отдельного оборудования и систем, а также реакторной установки в целом.
5. Оформление решения о продлении эксплуатации ЯРУ совместно с заинтересованными организациями.

Кроме того, объем работ по восстановлению технической готовности в общем предусматривает:

1. Замена (ремонт) вышедших из строя изделий;
2. Проведение регламентных работ по обслуживанию оборудования (ревизии);
3. Проведение химических отмывок систем и оборудования;
4. Проведение испытаний.

Таким образом, указанные мероприятия позволяют увеличить жизненный цикл ЯРУ и судна в целом.

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
В ГАЗОНАСЫЩЕННОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Перспективные ядерные энергетические установки (ЯЭУ) и атомные станции малой мощности (АСММ) являются коммерческими объектами ядерной энергетики, а значит их использование целесообразно лишь при положительном экономическом эффекте. Это означает, что к перспективным установкам такого типа предъявляются повышенные требования по ресурсным характеристикам.

Достигнутые на действующих атомных ледоколах энергоресурсы не удовлетворяют современным требованиям для перспективных судовых ЯЭУ и АСММ. Ограниченность ресурса в первую очередь связана с коррозией конструкционных материалов. Причины коррозионных процессов на тепловыделяющих поверхностях элементов активных зон до настоящего времени достоверно не установлены. Предполагается, что эти процессы связаны с водно-химическим режимом теплоносителя первого контура, поскольку именно отечественные установки с реактором типа ВВРД используют газовую систему компенсации объема. Это следует из опыта эксплуатации судовых РУ и научных публикаций сотрудников АО ОКБМ «Африкантов» – генерального проектировщика реакторных установок [1], а также из работ научных сотрудников «Курчатовского института» [2-4]. Из этого следует необходимость всестороннего исследования теплофизических процессов на оболочках элементов активных зон, водно-газовых и химических режимов, происходящих в газонасыщенном теплоносителе, поскольку эти процессы до сих пор не имеют достаточного научного описания, но могут существенно влиять на теплообмен.

Для исследования процесса теплообмена был создан стенд с исследовательским каналом. В специальном ресивере происходит подготовка теплоносителя – его дегазация или газонасыщения, в зависимости от режима исследований.

Первый ряд экспериментов показал, что в газонасыщенном теплоносителе возникают пульсации температуры греющей поверхности. Эти процессы усиливаются при уменьшении величины недогрева до теплоносителя до насыщения. Механизм этого процесса, предположительно основан на динамике роста газового пузыря в пристенном слое и условиях его срыва с поверхности.

Библиографический список

1. **Зверев, Д.Л.** Реакторная установка нового поколения РИТМ-200 для перспективного атомного ледокола / Д.Л. Зверев [и др.] // Атомная энергия. — 2012. — Т. 113, вып. 6. — С. 323-328
2. **Касперович, А.А.** Газоперенос и газовыделение в первом контуре водо-водяного реактора / А.А. Касперович [и др.] // Атомная энергия. — 1974. — Т. 36, вып.5. — С. 387-389
3. **Ложкин, В.В.** Влияние растворенного в воде газа на кризис теплоотдачи / В.В. Ложкин [и др.] // Атомная энергия. — 1982. — Т. 52, вып. 4. — С. 327-328
4. **Васильев, Н. В.** О природе «газового» кризиса кипения / Н.В. Васильев [и др.] // ТВТ. — 2015. — Т. 53, вып. 6. — С. 881-884

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ РЕГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛОТЫ НА ТЕРМИЧЕСКИЙ КПД ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ БЕЗ ТУРБОПРИВОДА ПИТАТЕЛЬНОГО НАСОСА И АВТОНОМНОГО ТУРБОГЕНЕРАТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Коэффициент полезного действия (КПД) является важным критерием при оценке производительности рабочих циклов. Отказ от турбопривода питательного насоса (ПН) и автономного турбогенератора (АТГ) в судовой ядерной энергетической установке (ЯЭУ) позволяет добиться увеличения термического КПД в среднем на 3-4%, при этом потребители убранных элементов подключаются к главному турбогенератору. Данный подход позволяет увеличить эффективность использования тепла, но все-таки не является распространенным и единственным.

В ядерной энергетике с помощью термического КПД оценивается эффективность идеального цикла. Наиболее совершенным является цикл Карно, но преобразовать в него цикл Ренкина является невозможным, можно получить только обобщенный цикл при работе установки на сухом насыщенном паре.

Для этого в состав паротурбинной установки вводится система регенеративного подогрева, в которой питательная вода подогревается частично отработавшим в турбине паром. В случае работы ЯЭУ на перегретом паре получить цикл Карно в общем чистом виде не удастся, но все равно введением системы регенеративного подогрева можно повысить термический КПД в циклах Ренкина.

Исследуем зависимость термического КПД от степени регенеративного подогрева на примере ЯЭУ танкера без турбопривода ПН и АТГ и работающей на перегретом паре, для расчетов использована удобная методика с минимальным количеством итерационных операций и эмпирических данных [1,2]. При рассмотрении одной ступени регенеративного подогрева КПД получился 27,85%, двух - увеличился до 28,5%, а при трех стал равным 29,8%.

Результат исследования показал, что эффективность использования тепла возрастает при увеличении количества ступеней регенеративного подогрева, но для повышения КПД нельзя руководствоваться только этим выводом, ведь регенеративная установка с трубопроводами, арматурой, вспомогательными насосами и контрольно-измерительной аппаратурой требует большее пространство, которое и так ограничено на судовых ЯЭУ, а также дополнительных затрат материалов и энергии на перекачку воды.

Хорошим решением для значительного увеличения термического КПД может стать комбинация нескольких методов. В данной работе добились почти 30% при отказе от турбопривода ПН и АТГ и введением трех ступеней регенеративного подогрева.

Библиографический список

1. **Аношкин, Ю.И.** Расчет тепловой схемы ПТУ судовой ядерной энергетической установки: учеб. пособие/ Ю.И. Аношкин. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е.Алексеева, 2004. –68 с.
2. **Семека, В.А.** Тепловой расчет судовых паротурбинных установок/В.А. Семека. –М.: Транспорт, 1965. – 261 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНЕЙ СИЛЫ НА КОНТУР ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Судовые ядерные энергетические установки (ЯЭУ) приобретают всё большее значение с каждым годом. Тенденции к увеличению состава флота и модернизации действующих судов и кораблей растут, а значит и требования к безопасности и экономичности таких установок становятся выше.

Особенностью судовых ЯЭУ является способ размещения оборудования на борту судна, что обосновано требованием минимизации массо-габаритных характеристик. На действующих установках для обеспечения циркуляции теплоносителя I контура используются циркуляционные насосы, которые имеют как большой вес и габариты (ввиду резервирования), так и являются одной из самых дорогих единиц оборудования.

Альтернативным способом реализации отвода тепла от активной зоны реактора является естественная циркуляция (ЕЦ) [1]. Использование ЕЦ позволяет избежать тех недостатков, которые характерны для циркуляционных насосов, а также позволит повысить уровень безопасности, так как ЕЦ является пассивной системой с точки зрения анализа безопасности. С другой стороны, у естественной циркуляции есть ряд проблем: малые расходы, неустойчивый режим работы при внешнем воздействии [2], срыв циркуляции.

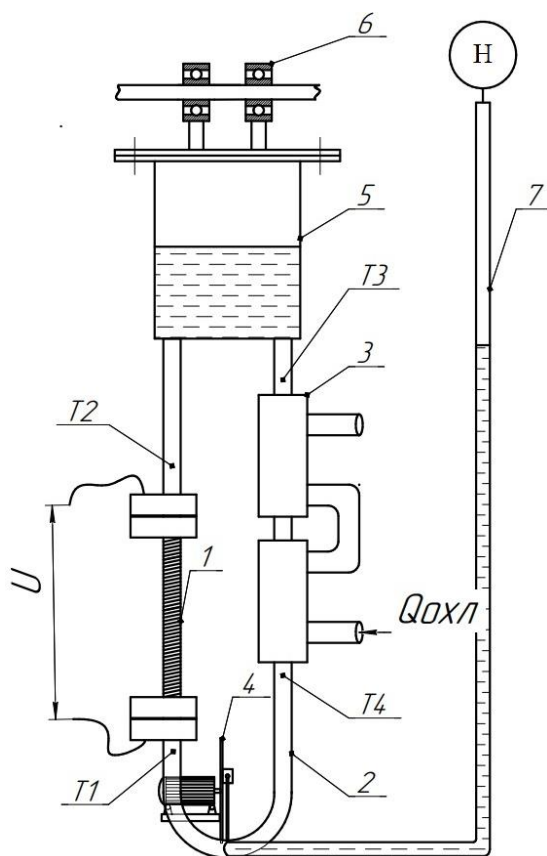


Рис. Схема стенда

Для изучения процессов протекания ЕЦ был спроектирован стенд, представляющий собой простую петлевою трассу циркуляции, которая включает в себя: накопительную ёмкость (5), нагревательный участок (1), опускной участок (2), холодильник типа «труба в трубе» (3), механизм качания (4) и подшипниковые опоры (6). Для снятия показаний используются термодонды, установленные в соответствующих точках трассы циркуляции ($T1 - T4$), и пьезометрический столб (7). Предварительно был проведён гидравлический расчёт трассы циркуляции. В рамках данной работы целесообразно разделить изучение ЕЦ в статическом состоянии и динамическом, соответствующем судовой качке. В осциляцию стенд приводится механизмом качания. Особенностью исследования ЕЦ при «качке» является изменение гидростатического уровня ΔH на величину нивелирного напора $\Delta H_{\text{нив}}$, который так же будет изменяться по гармоническому закону. Для обработки результатов используется математическая модель, которая позволяет оценить массовый расход среды как меру естественной циркуляции.

Был проведен ряд экспериментов, на основании которых можно судить о снижении расхода

теплоносителя в случае динамических воздействий по сравнению со статическим состоянием. В дальнейшем данные будут уточняться, будет более детально исследовано влияние различных факторов на развитие или срыв естественной циркуляции.

Библиографический список

1. **Митенков, Ф.М.** Нестационарные режимы судовых ядерных паропроизводящих установок / Ф. М. Митенков, Б. И. Моторов; под ред. д-ра техн. наук, проф. И. И. Африкантова. - Ленинград: Судостроение, 1970. – 199
2. **Федоров, Л.Ф.** Процессы генерации пара на атомных электростанциях / Л. Ф. Федоров, Н. Г. Рассохин. / М: Энергоатомиздат, 1985. — С. 131 – 153.

УДК 621.039

ХВОЙНОВ О.В., НОВИКОВ Д.И., БЕРЕЗИН А.А., ХОХЛОВ В.Н.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕНОСА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ключевой составляющей любого объекта, связанного с ионизирующим излучением, является создание эффективных барьеров радиационной безопасности. На сегодняшний день наблюдается тенденция к ужесточению требований норм радиационной безопасности, что негативно сказывается на технико-экономических, а также масса-габаритных характеристиках установки. Это требует создания и усовершенствования методик расчета биологической защиты, среди которых большую часть занимают расчетные коды [1]. Зачастую задача оптимизации расчета биологической защиты носит комплексный характер и требует учета всех видов ионизирующего излучения. Однако с точки зрения сложности расчетно-теоретического анализа более целесообразно использовать покомпонентный анализ различных видов излучения.

В связи с этим был разработан программный код для численного моделирования пространственного переноса гамма-излучения на основе аналогового метода Монте-Карло [2].

Аналоговый метод Монте-Карло использует подход, при котором моделирование физических процессов распространения излучения в среде и накопление некоторой статистической информации об искомым величинах этого процесса не прибегает к математическому аппарату теории переноса. Для нахождения требуемого результата программа моделирует большое количество траекторий частиц. Каждая траектория начинается с розыгрыша частицы в теле источника и продолжается отдельными звеньями траектории, совокупность частей траектории объединяется в цепь Маркова. Для точного численного моделирования применяется современная библиотека данных EPICS2014 в формате ENDF. Язык программирования – C#. Данный язык имеет относительно простой синтаксис, а также относится к объектно-ориентированным языкам, что положительным образом сказывается на скорости написания кода. Кроме того, объектно-ориентированная среда разработки упрощает код, повышает его надежность и упрощает возможность модификации отдельных сегментов программы. Постоянная поддержка языка разработчиком делает возможным простой обмен данными между модулями вывода, анализа и визуализации информации.

Высокая модульность программы позволяет получать разнообразные характеристики поля источника гамма-излучения, в том числе линейный коэффициент ослабления, фактор накопления веществ, дозовые характеристики, спектр излучения.

Спектр энергии гамма-излучения ограничен используемой базой данных и находится в промежутке от 10 эВ до 100 ГэВ, что в полной мере охватывает излучение, возникающее в реакторах.

На данный момент моделирование простых трехмерных геометрий показывает приемлемую точность расчета физических величин.

Библиографический список

1. Hideo Hirayama, Hiroshi Nakashima, Makoto Morishima, Mikio Uematsu, Osamu Sato (2015) Progress and prospects of calculation methods for radiation shielding, Journal of Nuclear Science and Technology, 52:11, 1339-1361, DOI: 10.1080/00223131.2015.1021283/
2. **Кольчужкин, А. М.** Введение в теорию прохождения частиц через вещество / А.М. Кольчужкин, В.В. Учайкин. – М., Атомиздат, 1978, 256 с.

УДК 621.039.55

ХУДЯКОВ И.С., ВЛАСИЧЕВ Г.Н.

ЯВЛЕНИЕ SPIKE-EFFECT ПРИ ОЦЕНКЕ АКТИВНОСТИ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным источником, обуславливающим возникновение продуктов деления в теплоносителе первого контура работающего реактора, являются негерметичные ТВЭЛы. Они могут быть следующих видов:

- дефекты типа газовой неплотности (согласно пределам безопасной эксплуатации не более 1 % от числа ТВЭЛов в активной зоне);
- прямой контакт ядерного топлива с теплоносителем (согласно пределам безопасной эксплуатации не более 0.1 % от числа ТВЭЛов в активной зоне).

Утечка продуктов деления происходит за счет кинетической энергии осколков деления (отдачи), выбивания и диффузии. Считается, что выход продуктов деления и, как следствие, активность теплоносителя может быть описана отдачей и выбиванием [1]. Однако для описания накопления продуктов деления с негерметичностью типа газовая неплотность имеет смысл также рассматривать и механизм диффузии. Это позволяет более точно оценить накопление короткоживущих нуклидов в теплоносителе. При этом рассмотрение эффекта диффузии незначительно влияет на активность короткоживущих нуклидов.

Также немаловажную роль играет так называемый spike-effect, заключающийся в увеличении активности продуктов деления в теплоносителе при остановках реактора или при значительных изменениях мощности, сопровождающихся значительным сбросом давления первого контура. Увеличение активности теплоносителя обуславливается дополнительным выходом продуктов деления, накопленных под оболочками негерметичных ТВЭЛов. Выход продуктов деления происходит из-за понижения давления теплоносителя и возникновения перепада давлений внутри и снаружи ТВЭЛа. При работе на номинальной мощности давление газа внутри ТВЭЛа уравнивается давлением теплоносителя в первом контуре, при сбросе давления и наличии микротрещин в ТВЭЛах происходит вытеснение паров йода через нее. Также данный эффект может возникать при изменении температуры топлива и газовой среды под оболочкой.

Изучение данного эффекта требует специальной программы пробоотбора при остановке реактора с тем, чтобы зарегистрировать пик активности и определить его кинетические характеристики для вычисления интегральной величины активности. Изучение данного эффекта на блоке № 1 АЭС «Ловииса» показало, что после заглушения реактора активность всех изотопов йода начинает возрастать и через некоторое время достигает максимума.

Следует отметить, что влияние spike-effect может оказаться особенно существенным при работе АЭС в манёвренных режимах к моменту окончания срока службы станции.

1. Лузанова, Л.М., П.Д. Славягин. Выход радиоактивных продуктов деления из негерметичных ТВЭЛов на основе спеченной двуокиси урана. Препринт ИАЭ-3723, М., 1983.

УДК 621.039.55

ХУДЯКОВ И.С., ВЛАСИЧЕВ Г.Н.

ВЛИЯНИЕ МАНЁВРЕННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ НА АКТИВНОСТЬ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ В ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ ПЕРВОГО КОНТУРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Активность продуктов деления в теплоносителе первого контура возникает за счет следующих факторов:

- негерметичных ТВЭЛов и ТВЭГов;
- из-за распада диоксида урана, находящегося в первом контуре в виде остаточных загрязнений вследствие вымывания топлива из негерметичных ТВЭЛов;
- технологические загрязнения поверхностей ТВЭЛов в процессе их изготовления.

Уровень активности, вызванный негерметичностью ТВЭЛов, будет увеличиваться при изменении уровня мощности из-за spike-effect'a [1]. При этом на максимальную амплитуду данного эффекта влияют несколько малопрогнозируемых факторов, таких как нагрузка, при которой работают ТВЭЛы, мощность РУ, место появления дефекта. Так как учесть все эти эффекты с надлежащей степенью весьма сложно, то из консервативных соображений обычно предполагается, что происходит утечка сразу всех продуктов деления из газового зазора ТВЭЛа.

В манёвренных режимах работы энергоблока активность, формирующаяся из-за распада диоксида урана, будет прямо пропорциональна изменению мощности РУ. Так как интенсивность цепной реакции деления пропорциональна нейтронной мощности реактора и при ее уменьшении по понятным причинам уровень активности теплоносителя также снизится. То есть при отсутствии негерметичных ТВЭЛов можно прогнозировать изменение активности, обусловленной этим фактором, и контролировать его в процессе эксплуатации.

Третий фактор дает намного меньший вклад в общий уровень активности по сравнению с двумя предыдущими. Данный фактор доминирует только при отсутствии негерметичных ТВЭЛов.

Таким образом, при постоянной работе блока в режиме суточного маневрирования, т.е. при постоянных изменениях мощности, равновесные уровни накопления продуктов деления под оболочками будут достигаться для тех радионуклидов, период полураспада которых значимо меньше периода между двумя изменениями мощности. В частности, при суточных циклах маневрирования под оболочками ТВЭЛов к очередному изменению мощности будут накапливаться в равновесных количествах короткоживущие изотопы йода - йода-132, йода-134 и йода-135.

Рассуждения носят сугубо теоретический характер, так как на данный момент нет сведений об эксплуатации РУ с негерметичными ТВЭЛами в маневренных режимах. Однако можно сделать вывод, что при появлении любого значимого повреждения топлива, выявленного по результатам измерения удельной активности теплоносителя первого контура, необходимо переводить РУ в базовый режим несения нагрузки, исключая маневрирование мощностью. А при последующем останове РУ на плановую перегрузку топлива необходимо удалить негерметичные ТВЭЛы из активной зоны.

ЛИНЕАРИЗАЦИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ СРЕДНЕИНТЕГРАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стационарное уравнение теплопроводности считается нелинейным если учитывать зависимость коэффициента теплопроводности от температуры. В таком случае для данного уравнения в цилиндрической системе координат для бесконечного гомогенного цилиндра справедливы следующие преобразования:

$$\begin{aligned}
 \operatorname{div}(\lambda \cdot \operatorname{grad} t) + q_v &= 0 \\
 \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \cdot \lambda(t) \frac{\partial t}{\partial r} \right) + q_v &= 0 \\
 \frac{1}{r} \left(\frac{d(r \cdot \lambda(t))}{dr} \cdot \frac{dt}{dr} + r \cdot \lambda(t) \cdot \frac{d^2 t}{dr^2} \right) + q_v &= 0 \\
 \frac{1}{r} \left(\left(\lambda(t) + r \cdot \frac{d\lambda(t)}{dr} \right) \cdot \frac{dt}{dr} + r \cdot \lambda(t) \cdot \frac{d^2 t}{dr^2} \right) + q_v &= 0 \\
 \frac{1}{r} \lambda(t) \cdot \frac{dt}{dr} + \frac{d\lambda(t)}{dt} \cdot \left(\frac{dt}{dr} \right)^2 + \lambda(t) \cdot \frac{d^2 t}{dr^2} + q_v &= 0 \\
 \lambda(t) \cdot \frac{d^2 t}{dr^2} + \frac{d\lambda(t)}{dt} \cdot \left(\frac{dt}{dr} \right)^2 + \frac{1}{r} \lambda(t) \cdot \frac{dt}{dr} + q_v &= 0. \tag{1}
 \end{aligned}$$

Как видно из уравнения (1), если учитывать зависимость коэффициента теплопроводности от температуры, то в уравнении появляется дополнительное слагаемое $\frac{d\lambda(t)}{dt} \cdot \left(\frac{dt}{dr} \right)^2$. Решение данного уравнения весьма затруднительно в силу сложной эмпирической зависимости коэффициента теплопроводности от температуры. Решение уравнения (1) значительно упрощается введением среднеинтегрального коэффициента теплопроводности на всем диапазоне интегрирования:

$$\frac{\int_{t_1}^{t_2} \lambda(t) dt}{t_2 - t_1} = \lambda_{cp}. \tag{2}$$

Действительно, если ввести выражение (2) для коэффициента теплопроводности, то на всем диапазоне интегрирования, его можно принять константой. Таким образом, решение уравнения (1) сведется к общеизвестной параболической зависимости (3)

$$t(r) = t_T + \frac{q_v}{4\lambda} (R_T^2 - r^2). \tag{3}$$

Точность полученного решения, при заданной эмпирической зависимости, в первую очередь зависит от определения точных пределов интегрирования. В свою очередь они могут быть найдены итерацией, то есть пределы интегрирования пересчитываются до тех пор, пока разница между значением температуры (в заданной точке) в текущей итерации и температурой (в той же заданной точке) в предыдущей итерации не удовлетворит требуемой точности.

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕЖКАССЕТНОГО ПЕРЕТЕКАНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ МЕЖДУ СОСЕДНИМИ ТВСа СМЕШАННОЙ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА ВВЭР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальной задачей для ГК «Росатом» является увеличение доли присутствия российских компаний на международном рынке. Укрепление позиций невозможно без совершенствования поставляемого оборудования, в том числе оптимизации конструкции тепловыделяющих сборок (ТВС).

АО «ОКБМ Африкантов» осуществляет разработку и проектирование ТВС для реакторов типа ВВЭР, расположенных как в России, так и за ее пределами. Одним из партнеров предприятия является чешская АЭС «Темелин», активная зона первого блока которой эксплуатируется с полной загрузкой из ТВСА-Т. Конструкция ТВСА-Т характеризуется применением комбинированных дистанционирующих решеток (КДР), состоящих из ячеистой дистанционирующей решетки (ДР) и пластинчатой перемешивающей решетки (ПР) с размещением дефлекторов по схеме «закрутка».

В настоящее время произведена частичная замена ТВСА-Т на более совершенную ТВСА-12 PLUS, которая отличается оптимизированным размещением ДР и применением ПР с размещением дефлекторов по схеме «порядная прогонка» [1].

Поскольку оба типа ТВС бесчехловые, перемешивание теплоносителя происходит не только в пределах одной кассеты, но и между соседними топливными сборками. Данное явление следует учитывать в процессе оценки и обоснования теплотехнической надежности [2] активной зоны реактора ВВЭР, что обусловило необходимость проведения комплекса исследований межкассетного взаимодействия теплоносителя.

Указанные задачи решаются на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева в научно-исследовательской лаборатории «Реакторной гидродинамики» путем моделирования процессов течения потока теплоносителя в ТВС на аэродинамическом стенде. Исследования проводились на модели фрагмента активной зоны реактора ВВЭР.

Результаты исследований позволили выявить особенности межкассетного взаимодействия теплоносителя в активной зоне реактора ВВЭР-1000. Результаты могут быть использованы в качестве базы экспериментальных данных для верификации CFD-кодов и программ детального поэлементного расчета активных зон реакторов ВВЭР с целью уменьшения консерватизма при обосновании надежности установок данного типа.

Библиографический список

1. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах / О.А. Бых [и др.]; под ред. С.М. Дмитриева. – Москва: Машиностроение, 2013.
2. **Дмитриев, С.М.** К вопросу о методологии обоснования теплотехнической надежности активных зон водяных энергетических реакторов / С.М. Дмитриев, А.А. Баринов, В.Е. Бородина, А.Е. Хробостов // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – 2014. №2. С. 98–108.

УДК 621.372

БУРДУЖАН М.Н., МАЛАХОВ В.А

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ НА ВЫТЕКАЮЩЕЙ ВОЛНЕ E_{01}

Нижегородский государственный технический университет Им. Р.Е. Алексеева

Круглый открытый диэлектрический волновод – одна из широко используемых открытых электродинамических направляющих структур СВЧ- и КВЧ-диапазонов волн. В большинстве работ, посвященных его исследованию, он рассматривался в основном как структура, направляющая поверхностные волны (основной тип волн, на которых осуществляется перенос энергии в ДВ), поля которых убывают в радиальном направлении [1]. Однако, в настоящее время проявляется значительный интерес к устройствам, работающим на вытекающих волнах [2-4].

В качестве излучателя на вытекающей волне используется структура, состоящая из круглого коаксиального волновода, круглого двухслойного экранированного волновода (КДЭВ) и круглого открытого диэлектрического волновода (КОДВ). Исследуемая структура позволяет создать условия возбуждения, при которых в круглом открытом диэлектрическом волноводе основной вклад в формирование суммарного электрического поля будет вноситься вытекающей волной E_{01} .

В коаксиальном волноводе возбуждается Т-волна, структура электрического поля которой в поперечном сечении схожа со структурой электрического поля волны E_{01} КДЭВ. Структура поля волны E_{01} КДЭВ схожа со структурой поля вытекающей волны E_{01} КОДВ, вносящей основной вклад в формирование суммарного электрического поля. Если же убрать металлический стержень в коаксиальном волноводе (получается круглый экранированный волновод), то в рассматриваемой структуре в открытом диэлектрическом волноводе будут возбуждаться: основная волна HE_{11} , симметричные волны H_{01} и E_{01} . Результирующее поле в открытом диэлектрическом стержне будет определяться суммой полей всех этих волн. Диаграмма направленности диэлектрического излучателя в основном будет направлена вдоль открытого диэлектрического волновода.

При наличии коаксиального волновода на входе (металлический стержень присутствует) осуществляется подавление основной волны HE_{11} и симметричной волны H_{01} . Излучение открытого диэлектрического волновода наблюдается в поперечном направлении.

В работе предложен способ возбуждения вытекающей волны E_{01} , приведены результаты экспериментальных исследований, показано, что в рассматриваемой электродинамической структуре на частоте 6.3 ГГц преимущественно возбуждается симметричная вытекающая волна E_{01} . Данную структуру можно использовать в качестве облучателя в антенных системах различного применения.

Библиографический список

1. **Раевский, А.С.** Комплексные волны / А.С. Раевский, С.Б. Раевский. – М.: Радиотехника, 2010. – 223 с.
2. **Malakhov, V.A.** Experimental studies of the E_{01} leaky wave characteristics in a round dielectric rod / V.A. Malakhov, I.V. Malakhova, A.S. Nechaev, A.A. Nikitin, Y.V. Raevskaya // ITM Web of Conferences. – 2019. – V. 30. – № 11003.

3. **Fuscaldo, W.** Systematic design of THz leaky wave antennas based on homogenized metasurfaces / W. Fuscaldo, S. Tofani, D. Zografopoulos et al. // IEEE Trans. – 2018. – V. AP-66. – № 3. – P. 1169.
4. **Tierney, B.** Controlling Leaky Waves With 1-D Cascaded Metasurfaces / B. Tierney, A. Grbic // IEEE Trans. – 2018. – V. AP-66. – № 4. – P. 2143.

УДК 621.396.6

ГАТИЯТУЛЛИН А.М., БАЖИЛОВ В.А.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ НА БАЗЕ КЛЗ И ВОЛЗ ДЛЯ ПРОВЕРКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ БОРТОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ВЫСОТЫ С ИМИТАЦИЕЙ ЗАДЕРЖКИ РАДИОСИГНАЛА, ОТРАЖЕННОГО ОТ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Как известно, при разработке бортовых радиолокационных измерителей высоты возникает необходимость создания системы контроля (СК), обеспечивающей подтверждение их работоспособности как в процессе изготовления, так и в составе изделий верхнего уровня при проведении регламентных проверок на протяжении всего жизненного цикла данного класса приборов. Разрабатываемая в работе система контроля СК позволяет аттестовать (поверить) измерители высоты в лабораторных условиях, в том числе на закрытой частоте или со скрытым алгоритмом работы, имитируя отраженный сигнал зондирующих импульсов радиолокационного прибора от подстилающей поверхности с помощью кабельных и волоконно-оптических линий задержки в широком диапазоне дальностей от 1 м до 17 км.

Цель исследования заключается в разработке алгоритма работы системы контроля, ее функциональной и электрической принципиальных схемы, а также схемной и конструктивной реализации отдельных ее функциональных узлов. В ходе проведенных исследований с использованием современных САПР СВЧ устройств AWR Microwave Office и CST Microwave Studio был определен состав СК и технические требования к отдельным ее составляющим.

Разработанная система контроля состоит из исполнительных блоков СК, объекта контроля (ОК), пульта управления (ПУ), персонального ЭВМ и блока управления (БУ). Последние три блока входят в состав системы управления (СУ) СК. Функциональная схема исполнительных блоков состоит из четырех ферритовых вентилях, необходимых для достижения развязки при работе с одним антенным входом, а также из блоков задержки кабельного (БКЗ) и оптического (БЗО).

БЗО состоит из управляющего переключателя, направляющего задерживаемый сигнал в блоки волоконно-оптической линии задержки (ВОЛЗ). БЗО включает 8 блоков ВОЛЗ различных длин: 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096 и 8912 м, а также СВЧ-усилитель для компенсации потерь, вносимых преобразованием электрического сигнала в оптический и обратно. Типовое значение потерь преобразования, как правило, составляет величину порядка 35...40 дБ.

БЗК позволяет имитировать высоты: 1, 2, 4, 8, 16, 32 м. БЗК содержит управляющий переключатель, СВЧ-усилитель, набор кабельных линий задержки (КЛЗ), нормирующие аттенюаторы, позволяющие сократить количество используемых в составе БЗК СВЧ-усилителей за счет выравнивания величины потерь при прохождении линии с задержкой и без таковой, а также включает блок частотной коррекции, необходимый для компенсации частотной зависимости характеристики затухания используемого в БЗК радиочастотного кабеля.

Проведенное моделирование узлов СК позволило спроектировать узлы СВЧ с задержкой сигнала в режиме реального времени. В результате моделирования были подтверждены возможности использования КЛЗ и ВОЛЗ в составе СК для проверки радиолокационных

бортовых измерителей высоты с имитацией задержки радиосигнала, отраженного от подстилающей поверхности. Функциональная схема СК и построенные на ее основе принципиальные электрические схемы позволили создать адекватные модели, полностью соответствующие требованиям технического задания на разработку.

УДК 629.7

КУЗЯЕВ А.С., ТИТАРЕНКО А.А.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ САМОДИАГНОСТИКИ АППАРАТУРЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ «СОЮЗ-5»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в отрасли коммерческого космоса наблюдается большая конкуренция среди ракет-носителей (РН) среднего класса мощности. Для получения преимуществ перед конкурентами РН должна обладать следующими качествами: низкой стоимостью выведения на орбиту полезной нагрузки, высокой надежностью для снижения вероятности аварийных пусков и высокой технологичностью.

Важной задачей является выявление и локализация неисправностей аппаратуры РН на всех стадиях подготовки к пуску, в том числе и на стартовой позиции, что позволяет предотвратить потери в случае неудачных пусков РН. Для решения этой задачи в аппаратуре спутниковой навигации (АСН) для системы управления РН применяется специализированный модуль самодиагностики, который должен проводить контроль жизненно важных цепей и параметров АСН, выявлять неисправности модулей и учитывать ресурс аппаратуры. Работа посвящена созданию модуля самодиагностики АСН, предназначенной для установки на РН «Союз-5».

В качестве методов работы использовались теоретический и системный анализ, формализация, моделирование. Необходимо было изучить структуру АСН, выделить блоки, которые взаимодействуют с разрабатываемым модулем, определить и описать характер взаимодействия, сформулировать список функций модуля и требований к нему. Дальнейшая работа была нацелена на интерпретацию собранной информации в виде структурных и электрических принципиальных схем, подбор и обоснование используемой элементной базы, выбор необходимых схемотехнических решений, формирование списка требований к программному обеспечению, разработку алгоритмов и написание программы. Часть работы посвящена вопросам организационно-экономической реализации проекта, включая расчет затрат на разработку и производство, а также сроков окупаемости. Кроме того, было обращено внимание на безопасность труда, сохранение здоровья человека в процессе разработки.

Результатами работы стали: структурная схема модуля самодиагностики, схема электрическая принципиальная и перечень элементов, возможный вариант компоновки элементов на плате, алгоритмы и код программы. Результаты позволяют перейти к следующим этапам работы: доработке конструкторской документации, включая корректировку подготовленной, изготовлению и проведению испытаний с отдельными частями модуля, а в дальнейшем опытного образца целиком, доработке программного обеспечения.

УДК 621.396

КУРЗЕНКОВ М.И.², БУДАРАГИН Р.В.¹, САЛАСЕНКО З.Ю.¹

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА НА ОСНОВЕ ДВУХ ДЛИННОПЕРИОДНЫХ РЕШЕТОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова²

Длиннопериодные волоконные решетки (ДПВР) показателя преломления [1] находят применение в системах волоконно-оптической связи, волоконных лазерах, системах измере-

ния физических величин и др. Сенсорные элементы на ДПВР абсолютно взрывопожаробезопасны, обладают высокой механической прочностью, расширенным диапазоном рабочих температур, высоким быстродействием и т.д. [2-3].

Интерес представляют датчики на основе каскадных ДПВР [4], принцип работы которых иллюстрируется на рис. 1. Часть энергии падающей волны, распространяющейся в сердцевине волокна, перекачивается в моды оболочки на первой ДПВР и затем переходит обратно в моду сердцевины на второй ДПВР. Эта волна интерферирует с волной, распространяющейся по волокну напрямую, т. е. без взаимодействия с модами оболочки.

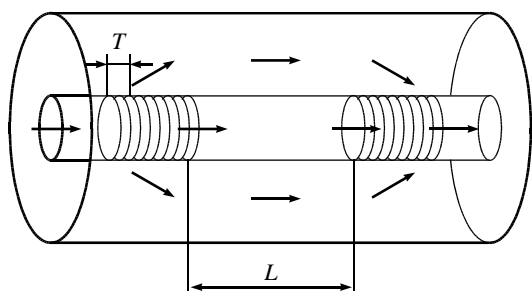


Рис. 1. Каскадная ДПВР

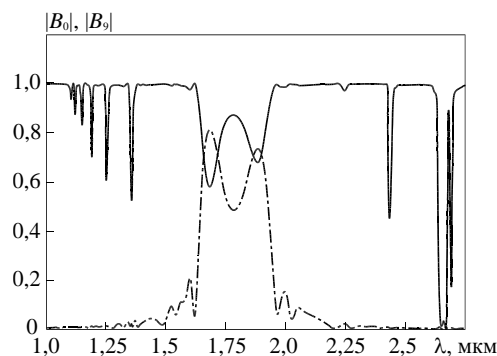


Рис. 2 Спектр пропускания ДПВР

Наличие узких пиков спектра пропускания делает такую структуру высокочувствительной к различным факторам (рис. 2).

В докладе представлены спектральные характеристики ДПВР и их каскадного соединения в зависимости от геометрических параметров и значений показателей преломления ДПВР, полученные на основе строгого решения задачи дифракции основной волны HE_{11} на неоднородности показателя преломления.

Библиографический список

1. Волоконные решетки показателя преломления и их применения / С.А. Васильев [и др.] / Квантовая электроника. – 2005. – № 12. – С.1085–1103.
2. Полностью волоконный высокочувствительный датчик изгиба для атомной промышленности / О.В.Бутов [и др.]. – Фотон-экспресс. – 2019. № 6. – С. 26-27.
3. Исследование спектров пропускания длиннопериодных волоконных решеток под воздействием высоких температур / А.В. Беринцев [и др.] // Физика и электроника. – 2012. – № 1. – С.51-58.
4. Перестраиваемый многополосный оптический фильтр на основе последовательно соединенных длиннопериодных волоконных решеток / С. Чен [и др.] // Письма в ЖТФ, 2005, том 31, вып. 5. – С.76-83.

УДК 621.372

МАЛАХОВА И.В., РАЕВСКИЙ А.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КОМПЛЕКСНОГО РЕЗОНАНСА В ОТРЕЗКЕ КРУГЛОГО ДВУХСЛОЙНОГО ЭКРАНИРОВАННОГО ВОЛНОВОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В неоднородно заполненных направляющих структурах, описываемых несамосопряженными краевыми задачами, в диапазоне существования комплексных волн [1] возбуждаются две комплексных волны с противоположно направленными фазовыми скоростями. Это приводит к возникновению стоячей волны, поле которой локализовано вблизи источника и экспоненциально убывает при удалении от него.

В докладе рассматривается электродинамическая структура, в которой возникает комплексный резонанс. В отличие от обычного резонанса, наблюдаемого в определенной частотной точке (на резонансной частоте), комплексный резонанс существует во всем частотном диапазоне существования комплексной волны.

Резонансным признаком рассматриваемого явления служит факт увеличения запасенной энергии во всем частотном диапазоне парного возбуждения комплексных волн, что позволяет ввести понятие добротности комплексного резонанса, обуславливает необходимость решения вопросов ее расчета и измерения.

Для наблюдения комплексного резонанса используется круглый двухслойный экранированный волновод с поглощающими клиньями на концах. Возбуждение комплексной волны осуществляется с использованием петли связи, а распределение поля вдоль резонатора исследуется с помощью зонда, введенного в торец круглого двухслойного экранированного волновода.

Для оценки добротности комплексного резонанса используется формула [2]

$$Q_{кр} = Q_0 n q^2 / \chi,$$

где Q_0 – добротность обычного резонанса для исследуемой структуры, n – определяет отношение поглощаемых мощностей для обычного и комплексного резонансов, q^2 – отношение запасенных мощностей для комплексного и обычного резонанса, χ – учитывает экспоненциальное убывание напряженности поля при комплексном резонансе.

Круглый двухслойный экранированный волновод, используемый для наблюдения комплексного резонанса, имеет следующие параметры: радиус экрана $r_2=0,2$ м, радиус центрального диэлектрического слоя $r_1=0,1$ м, диэлектрическая проницаемость $\epsilon=17,74$, длина резонатора $L=0,1918$ м. Длина резонатора выбиралась таким образом, чтобы на центральной частоте существования комплексной волны укладывалось три полуволны от источника возбуждения до края резонатора.

Библиографический список

1. **Раевский, А.С.** Комплексные волны / А.С. Раевский, С.Б. Раевский. – М.: Радиотехника, – 2010. 224 с.
2. **Веселов, Г.И.** Слоистые металло-диэлектрические волноводы / Г.И. Веселов, С.Б. Раевский. – М.: Радио и связь, 1980. – 247 с.

УДК 621.396

САЛАСЕНКО З.Ю.¹, БУДАРАГИН Р.В.¹, КУРЗЕНКОВ М.И.²

РАСЧЕТ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ОДНОМОДОВОГО ВОЛОКНА С РАЗНЫМИ ДИАМЕТРАМИ СЕРДЦЕВИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова²

Оптоволоконные структуры, принцип действия которых основан на взаимодействии оболочечных мод, активно исследуются и применяются в различных системах измерения параметров, поскольку они более компактны по сравнению с электронными датчиками, имеют высокую механическую прочность, высокое быстродействие, относительно просты в изготовлении и т.д. [1-2]. В их число входят такие структуры, как волокна со вставками меньшего диаметра сердцевины.

Принцип работы структуры основан на распределении мощности из мод сердцевины первого волокна между модами оболочки второго волокна, поскольку профили мод двух волокон различны. Было установлено, что если вставка мала, то моды оболочки на одном стыке не успевают набрать ощутимую разность фаз, поэтому на втором восстанавливается мода сердцевины. При увеличении длины вставки оболочечные моды на втором стыке приходят с разными фазами, и их суперпозиция зависит в большей степени от параметров световода,

внешних условий и длины волны. Структура и распространение лучей в ней проиллюстрированы на рис.1.

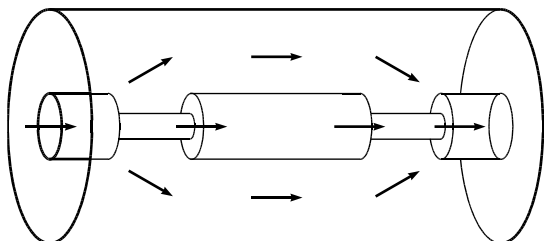


Рис. 1

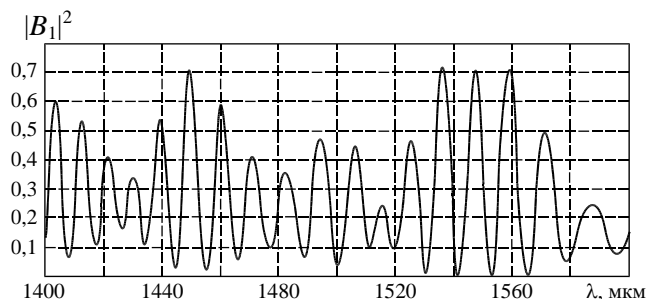


Рис. 2

В докладе представлены метод, алгоритм и результаты расчета спектральных характеристик ступенчатой неоднородности в трехслойном волоконном световоде. Метод основан на строгом электродинамическом решении задачи дифракции волны HE_{11} . Так, на рис.2 приведен спектр пропускания структуры при конкретных значениях параметров. Длина вставок составляет 0,3 мм, а длина базы 21 мм. Радиус сердцевины вставок 1,2 мкм, базы 4,1 мкм, а оболочки – 40 мкм.

Основным преимуществом данного метода является возможность варьировать геометрические и диэлектрические параметры, не накладывая ограничений на их закон изменения. Расчеты, произведенные с помощью рассматриваемого метода, позволяют исследовать влияние на спектральные свойства отклонения параметров исследуемой структуры.

Библиографический список

1. **Нгуен, С.М.** Анализ возможности использования в датчиках изменений коэффициента преломления оптоволокна при продольном растяжении / С.М. Нгуен, М.Н. Покусаев, Г.А. Попов // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2015. – №2. С.16-22.
2. **Dong, B.** Cladding-Mode Resonance in Polarization-Maintaining Photonic-Crystal-Fiber-Based Sagnac Interferometer and Its Application for Fiber Sensor/ B. Dong, J. Hao, C. Liaw, Z. Xu // J. Lightwave Technol. – 2011. – 29. С. 1759-1763.

УДК 621.372

СУВОРОВ С.А.

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КВАЗИОПТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СУБТГЦ ПРИЕМНИКА В ФОКУСЕ НЕСМИТА ОПТИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА БТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время Центр криогенной наноэлектроники работает над серией проектов, связанных с созданием криостатируемых приемных устройств для наземных и космических телескопов, работающих в различных диапазонах длин волн, начиная от сантиметровых и заканчивая волнами вакуумного ультрафиолета. Суть одного из таких проектов заключается в модернизации оптического телескопа БТА с внесением в его оптическую схему детектора миллиметрового и субмиллиметрового длин волн из матриц кольцевых антенн с криогенными болометрами в фокусе Несмита, тем самым добавляя в него функцию радиотелескопа. В работе предлагается дополнение оптической схемы согласующим устройством - приемным коническим рупором, представленным на рисунке.

Целью статьи является обзор результатов расчета диаметром перетяжки или дифракционного предела (минимального диаметра пучка в фокусе телескопа).

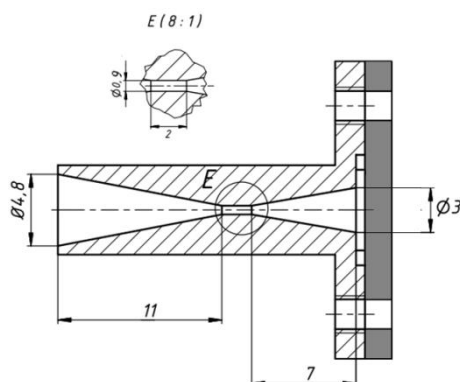


Рис. Чертеж согласующего устройства - приемного конического рупора

Таблица

Результаты расчета диаметров перетяжки

$\lambda = 0,8$ мм	град	мин	сек
Θ	0,0093203045°	0,5592182697'	33,5530961802''
Θ рад	0,00000005	0,00000271	0,00016266953442
Δl (м)			0,03025476
$\lambda = 1,3$ мм			
Θ	0,015144994°	0,908699615'	54,521976870''
Θ рад	0,00000001	0,00000573	0,00026433
Δl (м)			0,049166
$\lambda = 2$ мм			
Θ	0,0233°	1,39802852'	83,881711''
Θ рад	0,00000005	0,00000271	0,00040667
$\lambda = 3$ мм			0,07564
Θ	0,034950428°	2,09702566'	125,821539614''
Θ рад	0,00000005	0,00000271	0,00061
			0,11346

Диаметром перетяжки или дифракционный предел (минимальный диаметр пучка в фокусе телескопа) определяется выражением

$$\sin \theta = \frac{1,22\lambda}{D_{\text{телескопа}}}$$

где $\Delta l = \Theta \cdot F(m)$ - критерий Релея λ , диаметр главного зеркала - 6 м, относительное отверстие в фокусе Нэсмита - 1/31 (эквивалентного фокусного расстояния для балконов), эквивалентное фокусное расстояние для балконов Несмита БТА - 186 м.

В таблице представлены результаты расчета диаметров перетяжки для четырех рабочих длин волн субмиллиметрового приемника.

УДК 621.396

СУХИХ Д.В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КЛАСТЕРА СЕТИ СОТОВОЙ СВЯЗИ LTE

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мобильная связь всего за несколько десятилетий стала неотъемлемой частью жизни общества. Она предлагает все новые возможности и перспективы, которые совсем недавно были недоступны. Такие стандарты связи как 2G и 3G уже не могут удовлетворить возросшие потребности общества, а нашумевшие 5G и последующие поколения находятся на ста-

дии разработки и тестирования. Одним из самых востребованных стандартов остается *LTE*.

LTE (Long Term Evolution) – это технология построения высокоскоростной мобильной сети с увеличенной пропускной способностью. Международный союз электросвязи официально признал десятый релиз *LTE* в качестве стандарта, отвечающего требованиям беспроводной связи *4G*. Кроме основных преимуществ над сетями *GSM/UMTS* таких как увеличенная скорость действия сети, низкая задержка при передаче данных, улучшенная спектральная эффективность, стандарт связи *LTE* функционирует на основе уже действующих сотовых сетей, не требуя подключения дополнительного оборудования.

В докладе рассматривается построение кластера сети сотовой связи *LTE* на местности. В качестве местности, которую необходимо покрыть сетью, выбран город, в котором планируется внедрение технологии *LTE* новым оператором. В качестве основных начальных данных взяты количество жителей (потенциальные потребители услуги) и полоса частот, используемая для расчета средней пропускной способности и общего числа каналов, которые могут быть реализованы базовой станцией. По итогам расчетов определяется количество базовых станций, необходимое для покрытия местности и удовлетворения потребностей населения города. Далее производится расчет радиусов покрытия исходя из теоретически-вычисленных потерь на трассе. В результате имеем схему покрытия базовыми станциями исходного города.

Используя полученные результаты расчетов кластера сети сотовой связи *LTE*, был произведен выбор оборудования для сети, а также выполнено обоснование того или иного решения. Так как работа носит прикладной характер, в качестве используемого оборудования рассматривалась техника, представленная на российском рынке.

Библиографический список

1. **Егоров, Л.Л.** Алгоритм расчета зон покрытия базовых станций сотовой связи / Л.Л. Егоров, В.А. Кологривов, С.В. Мелихов // Доклады ТУСУР. – 2009. – Т. 19, № 1.
2. **Покаместов, Д.А.** Расчёт зон обслуживания кластера базовых станций систем сотовой связи при заданном распределении абонентов / Покаместов Д.А., Кологривов В.А. // Вестник СибГУТИ. – 2017. – Т.38, №2.
3. **Степутин, А.Н.** Мобильная связь на пути к 6G. В 2 Т. Том1 / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. – 380 с.

УДК 537.876

ТИХОМИРОВА А.И., РАЕВСКАЯ Ю.В.

РАЗРАБОТКА СИММЕТРИРУЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ОСНОВЕ МОСТА МАРШАНДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одними из ключевых малогабаритных пассивных компонентов различных радиоэлектронных устройств являются симметрирующие трансформаторы. Они входят в состав двойных балансных смесителей, умножителей частоты, двухтактных усилителей, антенн и т.п.

Основная функция симметрирующего трансформатора – преобразовать однополярный сигнал к дифференциальной форме, т.е. разделить входной сигнал на два, одинаковые по амплитуде и сдвинутые по фазе на 180 град. во всей рабочей полосе частот. Ещё одной функцией симметрирующего трансформатора является функция согласования импеданса между несимметричным входом и симметричными выходами в рабочем диапазоне частот. Среди них планарный вариант балуна Маршанда, пожалуй, один из самых популярных из-за

простоты реализации и широкой полосы пропускания [1]. Планарный балун Маршанда состоит из двух секций четвертьволновых связанных линий, которые могут быть реализованы с использованием микрополосковых связанных линий, ответвителя Ланге или многослойных структур связи.

В симметрирующем трансформаторе Маршанда требуется сильная связь между двумя участками связанных линий. Кроме того, для обеспечения широкополосных характеристик необходим высокий импеданс четной моды для подавления ее возбуждения.

В докладе рассматривается разработка двух симметрирующих трансформаторов на основе моста Маршанда в САПР. Первая модель симметрирующего трансформатора представляет собой трехдецибелльный трансформатор Маршанда на связанных линиях, выполненный на подложке с параметрами $\epsilon = 3$, $\text{tg}\delta = 0,001$ [2].

Вторая модель представляет собой планарный симметрирующий трансформатор Маршанда на связанных линиях с прорезями в нижнем слое металлизации и дополнительными прямоугольными проводниками, выполненный на подложке с параметрами $\epsilon = 3$, $\text{tg}\delta = 0,001$ [3]. Два дополнительных прямоугольных проводника, действующие как два конденсатора, которые позволяют уменьшить сопротивление нечетной моды, размещаются под связанными линиями, чтобы уменьшить полное сопротивление нечетной моды. Эта модель основана на концепции, согласно которой полное сопротивление четной моды ответвителя в основном связано с емкостью микрополоскового проводника относительно металлизации основания, а полное сопротивление нечетной моды связано с емкостью между микрополосковым проводником и металлизацией основания, а также емкости между двумя связанными проводниками.

Производится сравнение результатов моделирования двух трансформаторов на основе моста Маршанда.

Библиографический список

1. **Jae Shin Kim**. Broadband Balun And Phase Noise Measurement System Design For Rf/c Testing. A dissertation presented to the graduate school of the university of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy university of Florida, 2009. 217 p.
2. **Hee-Ran Ahn, Sangwook Nam**. New Design Formulas for Impedance-Transforming 3-dB Marchand Baluns, IEEE Transactions on microwave theory and techniques, 2011, vol. 59, no. 11, November 2011.
3. **Zhen-Yu Zhang, Yong-Xin Guo, L. C. Ong and M. Y. W. Chia**. A new planar marchand balun, IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, 2005., Long Beach, CA, 2005, pp. 1207-1210.

УДК 621.372

ЧАННОВ С.А.

ВОЛНОВОДНАЯ НАГРУЗКА НА БАЗЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ВСТАВКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача составления и описания электродинамической модели СВЧ-структур достаточно сложная. Еще больше она усложняется введением диссипативных потерь в структуру, например, путем стыковки волноводов одного сечения, но с разными геометрическими параметрами или же введением диэлектрической неоднородности на одну из стенок волновода. Так, оценка комплексной диэлектрической проницаемости диэлектрических материалов с подобными потерями важна в микроволновой технологии, включая, в частности, разработку устройств микроволновой и электромагнитной совместимости (ЭМС). Пример подобной структуры приведен на рисунке.

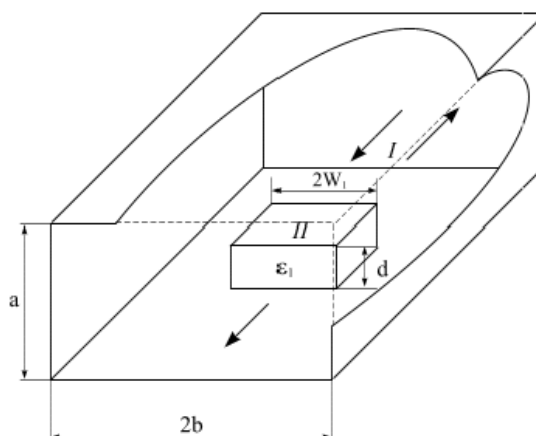


Рис. Пример прямоугольного волновода с диэлектрической ступенчатой неоднородностью (I – однородно заполненная область, II – область с диэлектрической вставкой)

В работе предлагается метод решения задач дифракции для подобных структур, реализуемый программно в пакете *MathCad*. Алгоритм проверен, работа проводится на основной волне H_{10} .

С помощью алгоритма можно предварительно задать геометрические параметры прямоугольного волновода, геометрические параметры диэлектрической вставки. Далее, уже при расчетах, можно задавать частотный диапазон, в котором будут проводиться исследования, а также число волн, падающих на неоднородность. Отдельно стоит упомянуть возможность изменения диэлектрической проницаемости вставки, в том числе и задания ее как комплексной величины.

Поскольку диэлектрическая вставка также может изменять геометрические размеры, в алгоритм заложен механизм ступенчатой аппроксимации. В связи с этим есть возможность изменять ее точность путем изменения числа ступенек, которыми неоднородность аппроксимируется.

В качестве выходных данных приводятся продольные волновые числа, коэффициент отражения для случая нагрузки и коэффициенты отражения и пропускания для случая перехода.

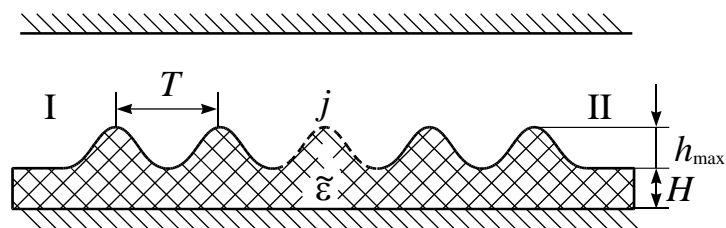
УДК 621.372

ШАЛЬНОВА Е.А., БУДАРАГИН Р.В.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СВЧ-СТРУКТУР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение численно-аналитических методов расчета СВЧ-структур [1] приводит к решению системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно амплитудных коэффициентов собственных волн в разложениях электромагнитного поля рассматриваемой структуры. Для достижения заданной точности при расчете ступенчатых неоднородностей необходимо увеличивать число учитываемых волн высших типов, а при аппроксимации плавных переходов многоступенчатыми – количество ступенек (показано далее на рисунке). Это приводит к возрастанию порядка системы, а следовательно, увеличению времени вычислений.



Сократить количество времени, затраченное на выполнение расчетных операций, можно за счет привлечения параллельной обработки. Существует ряд алгоритмов, позволяющих значительно сократить время решения СЛАУ.

Результаты работы программы *gauss_method* решения СЛАУ методом Гаусса для размерности матрицы $m = 1000$ представлены в таблице [2].

Таблица

Результаты работы программы *gauss_method*

Количество процессорных элементов	1	2	4	8	10
Размер расчетной полосы	1000	500	250	125	100
Время счета, с	2,28	0,98	0,49	0,27	0,23

Из таблицы следует, что ускорение растет с ростом числа используемых процессоров. Наблюдается существенное сокращение времени счета – более чем в 20 раз на 50 процессорах [2].

В докладе представлены результаты использования технологий параллельных и распределенных вычислений для расчета частотных характеристик СВЧ-структуры, представленной ранее на рисунке. Показана возможность значительно сократить время вычислений, и тем самым сократить время проектирования и экспериментальной доводки разрабатываемого устройства.

Библиографический список

1. Бударягин, Р.В. О методике расчета задачи дифракции на диэлектрической неоднородности в экранированном волноводе методом частичных областей // Антенны. – 2016. – № 4 (227). – С. 55-63.
2. Высокопроизводительные вычисления на кластерах: учеб.пособие / Д.А. Беликов, И.В. Говязов, Е.А. Данилкин и др.; под ред. А.В. Старченко. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2008. – 198 с.

УДК 621.396

ШУСТОВ Д.М.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАКЕТА-ИМИТАТОРА ГЕТЕРОДИННОГО БЛОКА СОПРЯЖЕНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ТРАКТА И РАДИОКАНАЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время актуальной задачей является решение проблем связи в труднодоступных местах, где нет возможности либо экономически нецелесообразно довести волоконно-оптическую линию связи (ВОЛС) до конечного потребителя и возникает необходимость использовать радиосвязь. Решение данной проблемы возможно при создании линии радиосвязи, сопряженной с использованием радиофотонных технологий с ВОЛС[1]. Перспективным направлением является метод оптического гетеродинирования для формирования РЧ сигналов с низким уровнем фазовых шумов, а также для реализации когерентного приема оптических сигналов [2].

Суть метода в следующем: световой сигнал, модулированный информационным радиочастотным сигналом, смешивается с опорным излучением от лазера гетеродина на свето-

чувствительной площадке фотодетектора (ФД). На выходе фотодетектора формируется сигнал биений с частотой, соответствующей разности между длинами оптических волн гетеродина и информационного светового сигнала. Эта частота биений, выделяемая детектором, находится в радио- или микроволновом диапазоне, который удобно обрабатывается электронными средствами.

Продемонстрировать возможности метода оптического гетеродинирования с помощью одного лазерного источника можно следующим образом. Сигнал с лазерного диода с помощью разветвителя направляется в два плеча, в каждом из которых присутствует электрооптический модулятор, на СВЧ входы последних подаются сигналы с близкими частотами от генераторов. Таким образом, в каждом плече после модуляторов получаем сигналы, в спектрах каждого из которых присутствует несущая и две боковые составляющие. Далее эти сигналы поступают на оптические фильтры в виде волоконных брэгговских решеток (ВБР). С помощью фильтров из полного спектра выделяем по одной боковой полосе в каждом плече и далее с помощью оптического сумматора направляем полученный сигнал на приемную площадку ФД. Необходимо подобрать такие частоты модулирующих сигналов, чтобы после выделения боковых полос в каждом плече разность частот этих боковых полос лежала в СВЧ диапазоне и была получена на выходе ФД. Этот макет способен моделировать работу двух устройств: когерентного оптического приемника и формирователя РЧ сигналов. Работа данной схемы была смоделирована в САПР OptiSystems. На выходе ФД получен сигнал на частоте 7,97 ГГц мощностью минус 34 дБм.

Исходя из этих условий была собрана экспериментальная установка. Модулирующие напряжения U_{RF1} и U_{RF2} выбраны 18 ГГц и 10 ГГц. Фильтры были исключены из схемы для получения всех возможных комбинационных составляющих, в том числе на искомой частоте 7,97 ГГц. Мощность сформированного сигнала составила минус 107 дБм. Различия в уровнях мощностей, полученных при моделировании схемы и в результате экспериментального измерения, можно объяснить потерями в реальном оптическом тракте, а также на разъёмных соединениях лабораторного макета.

Библиографический список

1. **Протопопов, В. В.** Лазерное гетеродинирование / В. В. Протопопов, Н. Д. Устинов. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 288 с.
2. **Урик, Винсент Дж.** Основы микроволновой фотоники / Урик Винсент Дж., МакКинни Джейсон Д., Вильямс Кейт Дж. – М.: Техносфера, 2016. – 375 с.

УДК 621.396.69

ЮРЬЕВ Р.А., БАЖИЛОВ В.А.

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ X-ДИАПАЗОНА С УЛУЧШЕННОЙ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие техники сверхвысоких и крайне высоких частот (СВЧ и КВЧ) связано с необходимостью приема, передачи и обработки постоянно усложняющихся радиосигналов, а также расширением рабочего диапазона частот разрабатываемой аппаратуры. Это приводит к закономерному росту требований, предъявляемых к контрольно-измерительной аппаратуре СВЧ и КВЧ. Одним из наиболее часто используемых устройств диапазона СВЧ и КВЧ является приемно-передающий модуль (ППМ).

Приемо-передающий модуль является основой СВЧ устройства. Чаще всего, модуль выполняется в виде моноблока. Цель данной работы заключается в разработке приемно-передающего модуля для диапазона 8-12 ГГц, а именно разработке функциональной и прин-

ципиальной электрической схемы устройства, расчете основных блоков модуля и компьютерном моделировании блоков в САПР AWR Microwave Office и CST Microwave Studio.

Достаточно сложной задачей практической реализации модуля является достижение максимального функционала при минимальных массогабаритных показателях и возможности его работы при жестких механических климатических воздействиях.

Согласно разработанной функциональной схеме, данный модуль состоит из двух основных частей – приемной и передающей. Передающая часть модуля включает задающий генератор (ЗГ), делитель мощности (ДМ), два предварительных усилителя мощности (ПУМ1 и ПУМ2), развязывающий аттенюатор (АТТ), два амплитудных модулятора (АМ1 и АМ2), обеспечивающих основное затухание СВЧ сигнала в паузе между зондирующими импульсами, фазовый модулятор (ФМ) и усилитель мощности (УМ). Приемная часть модуля включает ограничитель (ОГР) для защиты входных каскадов приемника от мощных помех, попавших в рабочую полосу частот, цепочку маломощных усилителей (МШУ1 и МШУ2), смеситель (СМ). В качестве сигнала гетеродина на смеситель подается сигнал «местной связи», отвлеченный от ЗГ через направленный ответвитель (НО) и усиленный ПУМ3.

Для достижения заданных показателей по помехозащищенности в схему обработки сигнала с выхода смесителя добавлены два блока помехоподавления. Блок оценки помеховой обстановки отслеживает текущую помеховую обстановку в частотном диапазоне работы ППМ. В случае обнаружения на какой-либо частоте мощной помехи данный блок выдает команду на перестройку частоты ЗГ. Кроме того, в схему добавлен блок динамический обнаружитель. В его функции входит сравнение (по фазе и частоте) принятого сигнала с излученным (сигнал «местной связи»). В случае корреляции переданного и полученного сигнала с АЦП поступает исполнительная команда.

В результате моделирования отдельных функциональных блоков, электрических принципиальных схем ППМ были получены характеристики, удовлетворяющие требованиям технического задания, а также разработана конструкция модуля в микрополосковом исполнении.

УДК 663.11

АНИСИМОВА Т.А., ТЕМНОВА М.В.**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ
С ПОЛУЧЕНИЕМ КОРМОВОГО МИЦЕЛИЯ**

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Биотехнологическое производство лимонной кислоты основано на глубинном способе ферментации мелассы микромицетом *Aspergillus niger* [1]. Существенный недостаток этой технологии – образование большого количества отходов, очистка которых очень энергозатратный процесс. Однако в настоящее время изучаются разные направления их переработки. Например, сушка мицелия *A. niger* с возможностью его дальнейшего использования в качестве кормовой добавки.

На 1 т кристаллической лимонной кислоты образуется от 1,0 до 1,2 т мицелия влажностью 75 – 80 % [1]. Мицелий ценен содержанием сырого протеина, в котором присутствуют все незаменимые для животного организма аминокислоты.

Сухая биомасса мицелия *A. niger* благодаря содержанию в нем фибрилл макромолекул хитин-хитозанового комплекса обладает сорбционным и денитрифицирующим действием, что оказывает благотворное влияние на процессы пищеварения и состояние метаболизма, в целом повышая качество продукции животноводства и птицеводства [2].

Один из разработанных способов производства сухого мицелия предусматривает высушивание мицелиальной биомассы в горизонтальных вакуумных сушилках. Процесс ведут при давлении 0,05 – 0,06 МПа и температуре 90 – 100 °С в течение 5,5 – 6,5 ч до остаточной влажности массы 9 – 10 % [3]. Как видно из таблицы, при изменении условий сушки меняются органолептические свойства мицелия, и он перестает соответствовать техническим условиям.

*Таблица***Условия сушки кормового мицелия**

№	Температура, °С	Время сушки, ч	Влажность, %	Наличие цианидов	Цвет	Запах
1	85	7,5	8	Следы	Темно-коричневый	Перегорелый
2	90	6,5	9	Нет	Коричневый	Специф. для мицелия
3	95	6,0	10	Нет	Светло-коричневый	Специф. для мицелия
4	100	5,5	9	Нет	Коричневый	Специф. для мицелия
5	105	5,5	6	Нет	Темно-коричневый	Перегорелый

Библиографический список

1. Новинюк, Л.В. Повышение экологической безопасности производства пищевой лимонной кислоты / Новинюк, Л.В., Кулев, Д.Х. // Пищевая промышленность. – 2007. – №7. – С. 46 – 47.
2. Пат. 2581230 Российская Федерация, МПК А23К 50/00, А23К 10/16, А23К 20/105. Кормовой продукт для продуктивных сельскохозяйственных животных и птиц / Першин С.И., Стружинский А.В., Васильев В.С. – № 2014153351/13 ; заявл. 29.12.2014 ; опубл. 20.04.2016, Бюл. № 11. – 8 с.
3. Пат. 2016522 Российская Федерация, МПК А23К 1/00. Способ получения сухого кормового мицелия / Новицкая И.Б., Мушникова Л.Н., Янковский Н.В. и др. ; заявитель и патентообладатель ВНИИПАКК – № 4953547/1313; заявл.25.06.1991; опубл. 30.07.1994 – 8 с.

УДК 637.33

КАЗЮЛИНА М.Ю., ПЛОХОВ С.В.

ПРОИЗВОДСТВО СЫРА «ГОЛЛАНДСКИЙ» С СОКРАЩЕННЫМ СРОКОМ СОЗРЕВАНИЯ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Одна из основных задач любого пищевого производства заключается в увеличении объема выпуска продукции с сохранением высокого качества, путем совершенствования применяемых технологий и оптимизации технологических операций.

Традиционная технология производства сыра «Голландский» включает контроль качества, сортировку и резервирование молока, его созревание, нормализацию; пастеризацию и охлаждение молока до температуры заквашивания (32 – 34°C). Далее следует внесение в молоко хлорида кальция, сычужного фермента, нитрата калия или натрия, красителя (экстаркт аннато) и бактериальной закваски мезофильных молочнокислых бактерий. Затем осуществляется свертывание молока, обработка сгустка и сырного зерна, второе нагревание до температуры 38 – 42 °С, частичная посолка в зерне, его обсушка и формование сыра. После прессования бруски сыра отправляются на посолку в соляные бассейны, после чего сыр направляется на созревание в течение 60 суток [1]. Недостаток данного способа – продолжительность срока созревания.

Для сокращения срока созревания сыра «Голландский» предложен способ, отличающийся от традиционного тем, что к заквашиваемому молоку, кроме перечисленных ранее компонентов, вносят штамм молочнокислых палочек *L. plantarum* и ферментативный препарат кислой фосфатазы [2]. Технологические операции, температурные и временные режимы в данном способе соответствуют традиционной технологии производства сыра «Голландский».

L. plantarum обладают высокой протеолитической активностью, а совместное применение их с кислой фосфатазой способствует декальцинированию и дефосфорилированию казеинаткальцийфосфатного комплекса во время заквашивания молока, а также интенсификации физико-химических, микробиологических и биохимических процессов во время созревания сырной массы за счет разрушения параказеинового комплекса и его доступности для протеолитических энзимов, регулирования активной кислотности сырной массы и степени деминерализации [2, 3]. Благодаря данным процессам происходит формирование пластичной консистенции сыра, а также сокращение срока его созревания с 60 до 30 суток [2].

Библиографический список

1. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 3. Сыры / под ред. Г.Г. Шилера. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 512 с.
2. Пат. 2199873 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 19/02, 19/032. Способ производства сычужного сыра голландской группы / Кравченко Е.Н., Суворова Н.М., Бойко Н.И. Зубенко З.Н.; заявитель и патен-

- тообладатель Закрытое акционерное общество «Сыродел». – 2000108909/13; заявл. 10.04.2000; опубл. 10.03.2003.
3. Пат. 2105490 Российская Федерация, МПК⁶ А 23 С 19/068. Способ производства твердого сычужного сыра / Горелова Н.Ф. Свириденко Ю.Я., Перфильев Г.Д., Головков В.П., Свириденко Г.М.; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия. – 96108705/13; заявл. 25.04.1996; опубл. 27.02.1998.

УДК 661.12

МАРЫЧЕВА Т.М., ПЛЕСКОВА С.Н

УЛУЧШЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПРОТИВОТУБЕРКУЛЕЗНОЙ ВАКЦИНЫ БЦЖ С ЗАМЕНОЙ АППАРАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Согласно данным современных исследований в области инфекционных заболеваний, в списке причин смертности от инфекций, туберкулез занимает первое место. По статистике, около четверти нынешнего мирового населения бессимптомные носители данного заболевания, у 5 – 10% из которых на протяжении жизни инфекция разовьется в заболевание с соответствующими симптомами.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения, во всем мире насчитывается 16 – 20 млн больных туберкулезом, при этом число новых случаев заболевания ежегодно превышает 8 млн, а более 1,5 млн человек умирает от туберкулеза. Большинство новых случаев и смертельных исходов заболевания приходится на развивающиеся страны, где инфицирование часто происходит в детстве. Так, годовой риск инфицирования туберкулезом детей оценивается в 0,5 – 2%. Смерть детей обычно обусловлена туберкулезным менингитом или диссеминированной формой заболевания.

Основу борьбы с туберкулезом традиционно составляют ранняя диагностика и адекватное лечение больных туберкулезом легких, наблюдение за контактными лицами и вакцинация БЦЖ. Вакцина БЦЖ безопасна, легко адаптируется к национальным программам иммунизации детей, не влияет на эффективность одновременно вводимых других вакцин. Именно вакцинация обеспечивает надежную защиту организма от самых опасных клинических форм туберкулеза.

Вакцина БЦЖ представляет собой лиофилизированные живые микобактерии вакцинных штаммов, высушенные в стабилизаторе глутаминате натрия. В одной дозе 0,05 мг вакцины содержится $1,5 \cdot 10^5$ – $6,0 \cdot 10^5$ живых микробных клеток. Штаммы различаются по морфологии клеток (от длинных палочек до кокковидных форм) и колоний, остаточной вирулентности, иммуногенности, антигенному составу. На сегодняшний день используют вакцину, в которой применен штамм БЦЖ (бацилла Кальметта – Герена, *Bacillus of Calmette – Guerin*).

Технология производства противотуберкулезной вакцины БЦЖ – сложный и достаточно долгий процесс, который длится порядка 20 дней. В ходе процесса производства происходит замена одного из аппаратов (биоректора), которая в дальнейшем обеспечит лучший выход и надлежащее качество вакцины.

Библиографический список

1. **Маянский А.Н.** Патогенетическая микробиология. Руководство: учебное пособие / А.Н. Маянский. – Н. Новгород: Изд-во НГМА, 2006. – 519с.
2. **Перельман М.И.** Фтизиатрия: учебник/ М.И. Перельман, И.В. Богадельникова.– 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015.– 448с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭРИТРОМИЦИНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

С каждым годом отмечается неуклонный рост потребления антибиотиков. У этого процесса есть как положительная сторона (больше пациентов в развивающихся странах получают современные лекарства), так и негативная: многие классы антибиотиков могут вызывать серьезные нарушения в организме [1].

В данной работе рассмотрено производство макролидного антибиотика эритромицина. Поскольку этот антибиотик обладает высокой эффективностью и считается одной из наиболее безопасных групп антибактериальных препаратов. Он не оказывает токсического влияния на органы и ткани макроорганизма и реже по сравнению с другими антибиотиками вызывает аллергические реакции [2].

Новшеством работы является модернизация технологической линии производства эритромицина, которая предусматривает фильтрацию на мембранных микрофильтрационных модулях. Этот тип фильтрации отличается от традиционного способа тем, что не включает тепловую химическую коагуляцию, имеющую ряд недостатков:

- 1) низкий выход на стадии фильтрации за счет инактивации антибиотика;
- 2) большой расход химических реагентов на проведение химической коагуляции и соответственно этому затраты на них;
- 3) низкая скорость фильтрации культуральной жидкости, сдерживающая расширение производства;
- 4) при проведении тепловой и химической коагуляций образуется ангидроэритромицин - продукт деградации эритромицина, что приводит к снижению качества готового препарата и обуславливает необходимость его переработки, которая связана с потерями целевого продукта и использованием дополнительного сырья.

Перечисленные недостатки полностью устраняются при фильтрации заявленным способом.

Модернизация технологической линии представленным способом позволяет повысить выход и качество готового препарата, упростить технологический процесс, снизить сырьевые и энергетические затраты, а также снизить себестоимость готового препарата [3,4].

Библиографический список

1. **Егоров Н. С.** Основы учения об антибиотиках: учебник. 6-е изд., перераб. и доп. / Н. С. Егоров. – М.: Изд-во МГУ; Наука, 2004. – 528с.
2. **Страчунский Л.С.** Макролиды в современной клинической практике / Л.С. Страчунский, С.Н. Козлов. - Смоленск: Русич, 1998.
3. Пат. 2203952 Российская Федерация, МПК С12Р 19/62. Способ выделения эритромицина / Пшеничников В. Г.; заявитель и патентообладатель Акционерное Курганское общество медицинских препаратов и изделий «Синтез». – 2001114532/13; заявл. 28.05.2001; опубл. 10.05.2003.
4. **Сазыкин Ю. О.** Биотехнология: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева. – М.: Изд-во «Академия», 2008. – 256 с.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С ростом численности людей происходит увеличение потребления воды и, как следствие, увеличение количества образующихся сточных вод. Главной целью очистки сточных

вод является уменьшение уровня содержания азота и фосфора. Для снижения энергозатрат и повышения эффективности очистки сточных вод используют методы биологической очистки. Эти методы основаны на использовании микроорганизмов (чаще всего применяется активный ил), которые в ходе жизнедеятельности перерабатывают мельчайшие остатки взвешенных и растворенных в воде органических соединений. Однако использование активного ила позволяет эффективно очистить сточные воды только от соединений азота.

Микроводоросли вида *C. vulgaris* могут быть перспективным источником для очистки сточных вод. Культивирование микроводорослей на сточных водах является стрессовым культивированием из-за нестабильного химического состава сточных вод, что приводит к синтезу липидов и углеводов клетками микроводорослей [1].

Стадия подготовки сточных вод состоит из трех этапов. На первом этапе производится грубая очистка с целью удаления песка и крупных фракций загрязнений. На втором этапе очищенные сточные воды используют в качестве питательной среды для культивирования микроводорослей. Время культивирования составляет 7 – 8 суток. В воде уменьшается концентрация органических соединений и накапливаются стимуляторы роста индольной природы, которые будут обеспечивать высокий выход целевого продукта – молочной кислоты. На третьем этапе центрифугированием культуральная жидкость отделяется от биомассы микроводорослей. Микроводоросли возвращаются в качестве посевного материала на вторую стадию. Образовавшуюся надосадочную жидкость используют для приготовления питательной среды для культивирования молочнокислых бактерий.

Молочную кислоту используют в пищевой промышленности. Благодаря антимикробному действию она применяется для консервирования некоторых пищевых продуктов. Некоторые эфиры молочной кислоты служат хорошими эмульсификаторами. Молочная кислота, получаемая биотехнологическим путём из возобновляемых субстратов, служит потенциальным сырьём для химических синтезов, осуществляемых через лактонитриллы. Она используется для получения лактидных полимеров, акриловой кислоты. Возможно производство полимера полилактида, способного разлагаться под действием микроорганизмов [2].

Библиографический список

1. Патент 2569149 С1 Российская Федерация, Способ культивирования биомассы с повышенным содержанием липидов / Дворецкий Д.С. – заявл. 22.08.2014; опублик. 20.11.2015.
2. **Воробьева, Л.И.** Промышленная микробиология: учеб. пособие / Л.И. Воробьева. – М.: Изд-во МГУ, 1989.

УДК 664

ПОДШИБЯКИНА В.П., СОКОЛОВА Т.Н.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНА НА ОСНОВЕ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пектины – полисахариды, образованные остатками галактуроновой кислоты. Пектиновые вещества наиболее распространенные природные полимеры, представляющие собой высокомолекулярные соединения растительного происхождения. Пектиновые полисахариды используются в пищевой промышленности в качестве гелеобразователей и эмульгаторов. Они широко применяются в фармацевтической промышленности в качестве основы для создания носителей лекарственных веществ и в медицинской промышленности, благодаря их способности образовывать комплексы и выводить из организма ионы тяжелых металлов и радионуклидов (свинца, ртути и кадмия).

Задача получения пектина из отходов отечественной пищевой промышленности, несмотря на имеющуюся сырьевую базу, далека от практического решения. Это объясняется сложностью производственного процесса и несовершенством существующих технологий.

Разрабатываемая технология по сравнению с традиционными способами позволит проводить гидролиз – экстракцию сырья, избегая длительного контактирования с высокой температурой и агрессивной средой [1]. Данный эффект достигается при обработке гидролизующего сырья комплексом пектолитических ферментов, содержащихся в свежесвыжатом свекловичном соке корнеплодов сахарной свеклы, достигших технологической спелости [2]. После чего проводят экстракцию пектиновых веществ раствором винной кислоты [3]. Такая методика позволит сократить энергоемкие и дорогостоящие процессы в производстве пектина.

Применение ультрафильтрации в производстве пектина способствует увеличению молекулярной массы и повышению чистоты конечного продукта. Такое новшество сделает технологический процесс более энергосберегающим.

Библиографический список

1. **Донченко, Л.В.** Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко, Г.Г. Фирсов. – Краснодар: КГАУ, 2006.
2. Патент 2658701С1 Российская Федерация, Способ получения свекловичного пектина / Черников А.М. – заявл. 01.08.2017; опубл. 22.06.2018.
3. Патент 2611841 Российская Федерация, Способ получения пищевого пектинового экстракта из свекловичного жома / Соболев И.В., Родионова Л.Я. – заявл. 11.01.2016; опубл. 01.03.2017.

УДК 602

РАКУТИНА Е.А., КУЗИНА О.В.

ВАЛИДАЦИЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ РЕЗИНОВОЙ ПРОБКИ ПЕНИЦИЛЛИНОВОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является валидация режима паровой термической стерилизации пробки резиновой пенициллиновой.

Валидация – документированная процедура получения, протоколирования и интерпретации результатов, необходимая для демонстрации того, что процесс неизменно дает продукт, соответствующий предварительно определенным требованиям [1].

Методы стерилизации: насыщенным водяным паром под давлением, горячим воздухом, газами, растворами антисептиков. Эффективность стерилизации напрямую зависит от упаковки [3].

Индикатор паровой стерилизации лекарственных средств химический с липким слоем одноразовый позволяет обнаружить несоблюдение требуемых условий стерилизации внутри флаконов, снаружи флаконов в камере парового стерилизатора, обусловленное технической неисправностью стерилизатора, нарушением правил его загрузки и эксплуатации, ошибкой в установке параметров стерилизации или их сбоем, и тем самым уменьшить вероятность использования нестерильных растворов [4].

Биологические индикаторы – это стандартизованные препараты определенных микроорганизмов, используемые для оценки эффективности процесса стерилизации [5].

Величина F_0 – фактор стерилизации, является мерой летальности процесса стерилизации и характеризует время, эквивалентное времени воздействия на загрузку влажного жара при стандартной температуре 121°C [6].

Пробки резиновые предназначены для укупоривания пенициллиновых флаконов с инъекционными и инфузионными лекарственными средствами [7].

При валидации стерилизатора в результате термометрирования для каждого парового стерилизатора необходимо определение расположения наиболее холодных зон стерилизационной камеры, т.е. расположение контрольных точек [8].

Методом контроля качества стерилизации являлся микробиологический анализ. Были использованы биологические индикаторы и произведен посев пробок резиновых на жидкой питательной среде.

На основании анализа литературы и проведенных экспериментов было рекомендовано изменить режим стерилизации с 45 минут 121°C, до 15 минут при температуре 121 °C.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 13683-2000 Стерилизация медицинской продукции
2. ОФС.1.1.0016.18 Стерилизация
3. ГОСТ Р ИСО 11607-2003 Упаковка для медицинских изделий, подлежащих финишной стерилизации
4. ИНСТРУКЦИЯ по применению индикаторов паровой стерилизации лекарственных средств химических с липким слоем одноразовых «ФАРМАТЕСТ-ВИНАР» № 154.070.2003ИП
5. ИНСТРУКЦИЯ по применению индикаторов биологических одноразовых для контроля паровой стерилизации «БиоТЕСТ-П2-ВИНАР» № 154.423.12ИП
6. ГОСТ Р ИСО 20857-2016 Стерилизация медицинской продукции
7. ТУ 9467-001-44111344-2008 Пробки резиновые медицинские под флаконы для инъекций
8. ГОСТ Р ИСО 13683-2000 Стерилизация медицинской продукции.

УДК 661.12

САПАРОВА А.А., КУЗИНА О.В.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ БЫСТРОРАСТВОРИМОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ ПРЕПАРАТА «ПАНТОГАМ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный человек находится в условиях постоянного интеллектуального и эмоционального напряжения из-за влияния быстро изменяющихся факторов внешней среды. Изменяющиеся условия жизни служат причиной стрессов. Увеличивается объем информации, которую нужно переработать, возрастает нагрузка на нервную систему, увеличивается количество неврологических и умственных расстройств различного генеза. Из этого следует, что возрастает потребность в препаратах, которые при минимуме побочных эффектов оказывают значительное положительное влияние на высшие функции головного мозга.

К эффективным и универсальным лекарственным препаратам ноотропного ряда относится «Пантогам». Основное действующее вещество препарата – это гопантеновая кислота. Он обладает ноотропными свойствами, улучшает память, процессы восприятия, мышления, обучения, оказывает умеренное седативное (успокаивающее), мягкое транквилизирующее и противосудорожное действие [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения, спрос на такие ноотропные лекарственные средства достаточно высок, так как их периодически принимают около 30 % населения Земли. Таким образом, данная проблема крайне важна и актуальна.

В настоящее время препарат выпускается только в таблетированной форме и в форме сиропа для детей. И давно признана необходимость в создании новой улучшенной лекарственной формы, которая быстро растворяется во рту (не более 25 с) в тех ситуациях, когда необходима лекарственная терапия, а вода недоступна. Технология быстрорастворимых лекарственных форм была создана для решения проблем, связанных с глотанием твердых и жидких лекарственных средств, в частности, у пожилых больных, детей и пациентов с рядом состояний и заболеваний. Такая быстрорастворимая лекарственная форма с улучшенными потребительскими свойствами позволяет обеспечить не только удобство применения, точ-

ность дозирования препарата, высокую биодоступность, но и исключить из состава препарата консерванты, нарушающие сбалансированный состав и активность микрофлоры кишечника ребенка, характерные для сиропов.

Способ получения мгновенно тающих во рту гранул для сублингвального приема основан на выборе уникальной комбинации четырех эксципиентов. В предпочтительной рецептуре, по данным источника [2], комбинация содержит кросповидон в качестве супердезинтегранта, силикат кальция в качестве диспергирующего агента, аморфный кремнезем в качестве дистрибьютора и микрокристаллическую целлюлозу в качестве связующего. Применение данных компонентов объясняется их химической инертностью, высокой адсорбционной активностью, способностью улучшать связующие и скользящие свойства, повышать распадаемость, не вызывая склонности к гелеобразованию.

Таким образом, выход на рынок новой улучшенной лекарственной формы «Пантогама» в виде быстрорастворимых гранул в индивидуальной упаковке (саше-пакет) для сублингвального приема является перспективным. И именно сублингвальный путь введения препарата обеспечивает быстрое всасывание лекарственного вещества в кровь.

Библиографический список

1. **Пятницкая, И.В.** Дизонтогенез психического развития: учебно-методическое пособие / И.В. Пятницкая, А.В. Симоненко. – Минск: БГМУ, 2012. – 22 с.
2. **Котхари, С.Х.,** Дезай Д.С. Быстро расщепляющаяся фармацевтическая лекарственная форма / С.Х. Котхари, Д.С. Дезай // пат. 2201216 Российская Федерация; заявитель и патентообладатель «Бристол-маерс Сквибб Компани», заявлено 07.09.2000, опубликовано 27.03.2013; номер заявки № 2000123156/14. – 11 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntpo.com/>. – Текст. – [\(дата обращения 21.02.2021\)](#).

УДК 664

СЕРЫШЕВА А.Ц., ПЛОХОВ С.В.

ПРОИЗВОДСТВО ПЕЧЕНЬЯ ЗАТЯЖНОГО С ДОБАВЛЕНИЕМ ПОРОШКА ТОПИНАМБУРА И ПАЛАТИНОЗЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Значительное место в продукции пищевой промышленности занимают кондитерские изделия. Основное направление в разработке новых видов кондитерских изделий – разработка рецептур функционального назначения. На долю печенья приходится более 40 % от общего объема потребления мучных кондитерских изделий; причем изделия этой группы содержат недостаточное количество таких нутриентов, как витамины, пищевые волокна и минеральные вещества, а также имеет высокую сахароемкость. Одним из приоритетных направлений в обогащении мучных кондитерских изделий уникальным набором нутриентов, является использование порошка, получаемого из клубней топинамбура, а полная замена сахара на палатинозу позволит снизить сахароемкость и придаст продукту функциональные свойства [1].

Относительно невысокая стоимость, высокая растворимость, низкая гигроскопичность вместе с наличием уникального механизма метаболизма палатинозы в организме – селективно обеспечивать рост бифидобактерий кишечной микрофлоры человека – позволяют разрабатывать на ее основе широкий спектр пищевых продуктов функционального назначения. Помимо решения проблемы сахарозамещения, встает проблема обогащения продукта витаминами [2]. Порошок, полученный из клубней топинамбура, имеет высокую пищевую ценность, которая обусловлена наличием в его составе ком-

плекса физиологически функциональных ингредиентов таких, как белки, пищевые волокна, инулин, витамины группы В, макро- и микроэлементы, играющих важную роль в составе функциональных пищевых продуктов.

На основании полученных данных была разработана рецептура печенья затяжного без сахара с добавлением порошка топинамбура и палатинозы [3].

Производство включает следующие операции: подготовка сырья; приготовление смеси сыпучих компонентов; приготовление эмульсии; приготовление теста; вылеживание теста; прокатка теста; формование тестовых заготовок; выпечка; охлаждение; упаковка и маркировка готовой продукции. Поскольку производительность линии невысокая, её работу целесообразно организовать в периодическом режиме [4].

Экономическая оценка работы линии показала, что добавляемые в рецептуру печенья компоненты лишь незначительно повышают его себестоимость, а высокое качество продукции позволяет увеличить её цену, в результате возможна эффективная эксплуатация линии.

Библиографический список

1. **Иванова, Т.Н.** Биологически активные добавки и их применение: учебное пособие / Т.Н. Иванова, Л.А. Ульяновченко. – Орел: ОрелГТУ, 2005. – 196 с.
2. **Штерман, С.В.** Изомальтулоза – новый перспективный углевод // Сахар. – Москва: МГУ, 2009. – 10 с.
3. **Катренко, Л.В.** Топинамбур. Источник полезного сахара. / Л.В. Катренко. – СПб.: Изд-во «ДИЛЯ», 2005. – 208 с.
4. **Кузнецова, Л.С.** Технология и организация производства кондитерских изделий / Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова. – Москва: Издательский центр «Академия», 2013. – 480 с.

УДК 579

СИРОТКИНА О.Н., КАЛИНИНА А.А.

ПРОИЗВОДСТВО ИНСУЛИНА ГЕННО-ИНЖЕНЕРНЫМ СПОСОБОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Инсулин (от лат. *insula* – остров) – гормон пептидной природы, образуемый в бета-клетках островков Лангерганса поджелудочной железы. Оказывает многогранное влияние на обмен практически во всех тканях. Основное действие инсулина заключается в снижении концентрации глюкозы в крови [1].

Инсулин представляет собой белок, состоящий из двух пептидных цепей А (21 аминокислота) и В (30 аминокислот), связанных между собой дисульфидными мостиками. Всего в зрелом инсулине человека присутствует 51 аминокислота и его молекулярная масса равна 5,7 кДа [2].

Инсулин участвует в регуляции метаболизма, транспорта глюкозы, аминокислот, ионов, в синтезе белков. Влияет он также на процессы репликации и транскрипции, участвуя таким образом в регуляции клеточной дифференцировки, пролиферации и трансформации клеток [1].

Нарушение секреции инсулина вследствие деструкции бета-клеток – абсолютная недостаточность инсулина – является ключевым звеном патогенеза сахарного диабета 1-го типа. Нарушение действия инсулина на ткани – относительная инсулиновая недостаточность – имеет важное место в развитии сахарного диабета 2-го типа [3].

Сахарный диабет (СД) – полиэтиологическое заболевание, связанное со снижением количества β клеток островков Лангерганса, нарушениями на уровне синтеза инсулина, мутациями, приводящими к молекулярному дефекту гормона, со снижением числа рецепторов

к инсулину и их аффинности в клетках-мишенях, нарушениями внутриклеточной передачи гормонального сигнала [3].

Библиографический список

1. **Теппермен Дж.**, Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. Вводный курс. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989
2. **Степанов, В. М** Молекулярная биология. Структура и функции белков – Москва, Высшая школа, 1996.
3. **Я. Кольман, К.** Наглядная биохимия. Перевод с немецкого – профессора, д-ра биол. наук Л. В. Козлова, канд. биол. наук Е. С. Левиной и канд. хим. наук П. Д. Решетова под редакцией канд. хим. наук П. Д. Решетова и канд. хим. наук Т. И. Соркиной

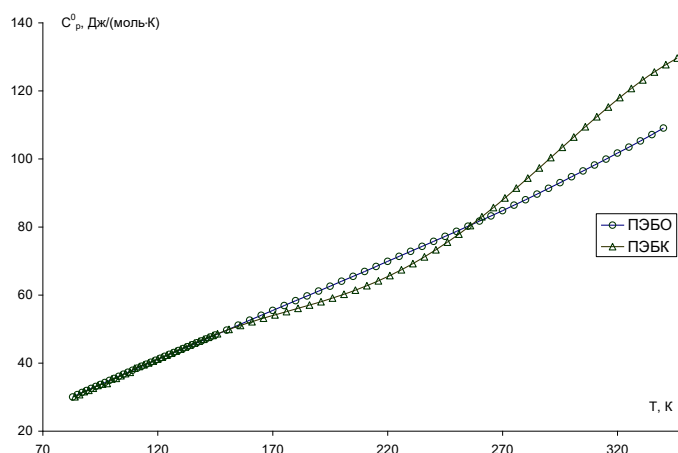
УДК 544.31:541.64

АБАРБАНЕЛЬ Н.В., СМИРНОВА Н.Н., МАРКИН А.В.**КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНБУТЕНОКСИМА
С МОЛЬНОЙ ДОЛЕЙ БУТАНОВЫХ ФРАГМЕНТОВ 14,6 % В ИНТЕРВАЛЕ 80-340 К**

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Многочисленные перспективы использования полимеров и сополимеров, содержащих в макромолекулах оксимные группы, обусловлены их высокой реакционной способностью. Несмотря на возможность использования полиоксимонов в различных технологических и аналитических целях, например в технологических схемах получения различных вакцин, на данный момент отсутствуют сведения о комплексном исследовании их термодинамических свойств. В связи с этим целью нашей работы было изучение температурной зависимости теплоемкости полиоксима, полученного из сополимера СО – этилен – бутен с мольной долей бутановых фрагментов 14,6 % (ПЭБО) методом прецизионной адиабатической вакуумной калориметрии в области 80-340 К.

Исследуемый образец ПЭПО был синтезирован оксимированием соответствующего поликетона (ПЭБК) гидроксиламином в ИПХФ РАН. Структура ПЭБО была подтверждена с помощью ЯМР- и ИК-спектроскопии, а также элементным анализом. Молекулярно-массовые характеристики ПЭБО определяли методом гель-проникающей хроматографии. Соединение представляет собой коричневый тонкодиспергированный порошок. Рентгенофазовый анализ показал, что изученный образец аморфный. На рисунке представлены экспериментальные значения и сглаженная кривая ПЭБО и исходного ПЭБК.



**Рис. Сравнение температурной зависимости теплоемкости ПЭБО
и соответствующего поликетона**

В области от 80 до 150 К значения теплоемкостей полимеров близки. После 220 К у ПЭБК проявляется интервал расстеклования, ПЭБО не расстекловывается. Вероятнее всего,

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ КИНЕТИКИ СУШКИ

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

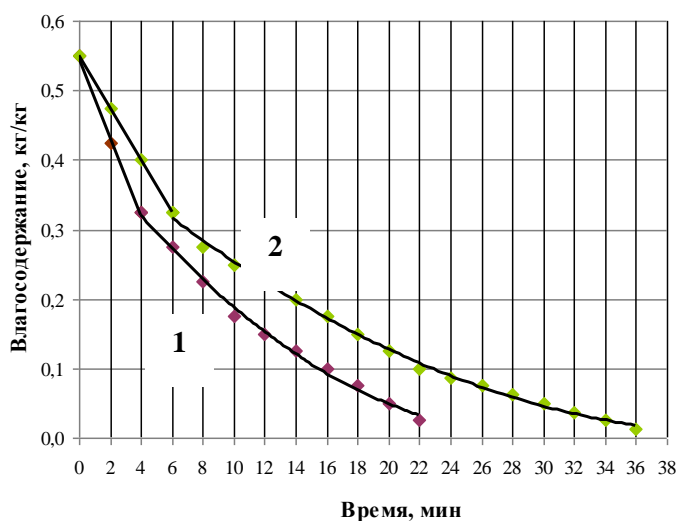
В Дзержинском политехническом институте на кафедре ТОТС в лабораторном практикуме по курсу ПАХТ используется лабораторная установка по изучению процесса сушки в воздушной циркуляционной сушилке.

Работа на установке позволяет проводить исследования по кинетике сушки различных твердых материалов (в том числе материалов на древесной основе: картона, древесины, композиционных материалов с применением древесины и т.п.) в динамических условиях.

Обработка экспериментальных данных позволяет получать не только графическую интерпретацию кинетики процесса в виде кривых сушки и скорости сушки, так и их математическое выражение в виде аппроксимирующих уравнений. Получаемые расчетные значения показателей кинетики сушки могут быть сопоставлены с аналогичными параметрами, определяемыми по эмпирическим уравнениям, имеющимся в литературе.

В ходе работ, проводимых в рамках магистерской работы, получены данные по кинетике сушки ряда материалов, в частности, древесноволокнистого полотна (ДВП), древесноволокнистой плиты средней плотности (МДФ) и листового технического войлока.

Сушке на циркуляционной сушилке подвергались образцы прямоугольной формы с открытыми и закрытыми торцами. Для каждого из образцов по опытным данным построены кривые сушки $u = f(\tau)$. На рисунке приведены кривые сушки ДВП.

**Кривые сушки ДВП:**

1 - ДВП с закрытыми торцами; 2- ДВП с открытыми торцами

По кривым сушки достаточно четко определяется граница 1-го и 2-го периодов сушки, а экспериментальные данные с достоверностью R^2 не менее 0,95 аппроксимируются линейной зависимостью в 1-м периоде сушки и полиномом второй степени для 2-го периода сушки.

1. Смирнов, С.И. Особенности постановки лабораторного практикума по курсу «процессы и аппараты химической технологии» / С.И. Смирнов, С.Р. Рузанов// Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И МАССООБМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В НАСАДОЧНЫХ КОЛОННЫХ АППАРАТАХ

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

Массообменные процессы, проводимые в колонных аппаратах, получили широкое распространение в промышленности. К ним относят процессы абсорбции, десорбции, ректификации и др. Ряд массообменных процессов может сопровождаться значительными тепловыми эффектами. Кроме того, совместно с массообменом могут протекать экзо/эндотермические химические реакции. Во многих из перечисленных процессов теплообмен может существенно влиять на массообмен или являться лимитирующей стадией. Для студентов, в качестве ознакомления и визуализации этих процессов на кафедре ТОТС ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева разрабатывается лабораторный стенд с колонной, диаметром 500 мм. Принципиальная схема установки приведена на рисунке.

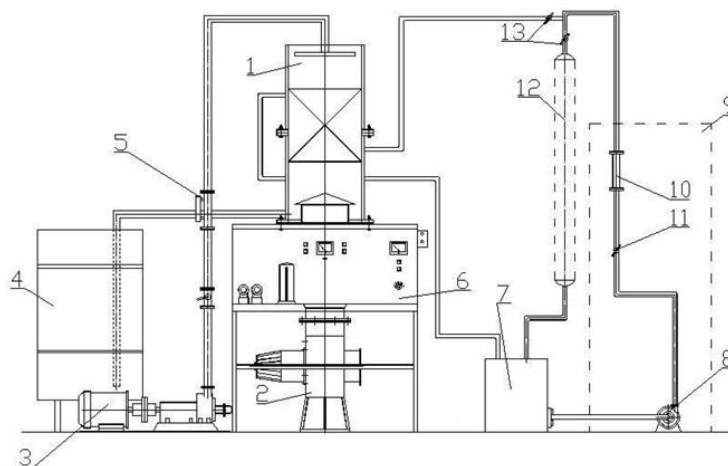


Рис. Лабораторный стенд с колонной, диаметром 500 мм:

1 – колонна; 2 – вентилятор; 3 – насос; 4 – емкость; 5 – расходомер; 6 – щит КИП; 7 – емкость теплоносителя; 8 – насос; 9 – щит лабораторной установки; 10 – ротаметр; 11 – вентиль; 12 – теплообменник; 13 – вентили

Была проведена серия экспериментов по изучению зависимости объемного коэффициента массоотдачи от скорости газа и расхода жидкости на данной лабораторной установке. Исследования проводились при различных режимах до перехода к режиму уноса.

Изучение массообменных характеристик проводилось по методике испарения на системе вода-воздух. По насыщению воздуха влагой можно судить об эффективности работы слоя насадки. Выбранная методика исследования рассматривает массоперенос в газовой фазе и является одной из наиболее распространенных. Для оценки интенсивности массообменного процесса использовались два вида коэффициентов массоотдачи – объемный и поверхностный.

В результате проделанной работы проведено изучение зависимости объемного коэффициента массоотдачи от скорости газа и расхода жидкости. Анализируя полученные результаты, можно ожидать, что предлагаемые зависимости позволяют производить расчет массообменных характеристик контактного устройства с точностью до 15%.

Помимо описанных исследований, стенд также является модулем экспериментальной установки по изучению масштабного перехода. Данная особенность работы колонных аппаратов мало изучена, особенно в условиях поперечного, продольного и радиального секционирования слоя контактных устройств.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕЗВОЖИВАНИЕ И СУШКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

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

В последнее время в связи с ужесточением экологических требований и сокращением доступного места на территориях, отведенных под уплотнение и хранение осадков сточных вод (т.н. иловые поля), важное значение приобретает проблема максимального уплотнения подобных отходов, а в перспективе – их дальнейшее использование.

Исследования, проведенные в этом направлении [1-3], показывают, что в перспективе осадки сточных вод (ОСВ) коммунальных хозяйств могут быть использованы в качестве топлива с утилизацией образующейся золы в качестве добавки к почвогрунту или строительным материалам при условии соответствия состава золы требованиям санитарно-гигиенических нормативов.

При этом на стадиях, предворяющих термическую утилизацию ОСВ, рекомендуется максимально сократить влажность продукта. С этой целью обычно применяется схема, состоящая из стадии механического обезвоживания с последующей сушкой. Конечным продуктом рассматриваемой технологии является высушенный (≤ 25 % влажности) осадок сточных вод. С учетом перспективной возможности использования его в качестве потенциально-го топлива рекомендуется складировать на полигоне.

На стадии мехобезвоживания по обеспечиваемым показателям сгущения для станций малой и средней суточной производительности по сточным водам могут быть использованы как шнековые обезвоживатели, так и центрифуги. При выборе между конкретными моделями центрифуг или шнековых обезвоживателей особое внимание необходимо уделить периодичности и стоимости сервисного обслуживания, технической сложности и энергоемкости самих устройств. Необходимо отметить, что шнековые обезвоживатели рекомендуются к применению на установках с небольшим количеством перерабатываемых стоков (до 200 м³) [4]. Для производительностей до 5000 м³ рекомендуются центрифуги. Однако на данный момент в отрасли (в том числе и в странах ЕС) накоплен положительный опыт эксплуатации шнековых дегидраторов на производительностях больших, чем рекомендовано в ИТС 10-2019. Для стадии сушки чаще всего используется барабанный тип сушилок, как более интенсивных, простых по конструкции и сбалансированных по показателям энергоэффективности.

Для утилизации газовых выбросов применяется комплексная система очистки дымовых газов, включающая кислотную и щелочную промывку в скрубберах с последующей промывкой водой. В рамках борьбы с дурно пахнущими газами наиболее рациональный вариант подразумевает подачу ДПГ на сжигание в котлы котельной, обеспечивающих теплом сушилку.

Библиографический список

1. Луканин, А.В. Комплексное компостирование бытовых отходов городского хозяйства // Журнал естественнонаучных исследований, Т3, №3. - РУДН, 1-8с, 2018
2. Аликбаева Л.А. Научные основы обеспечения гигиенической безопасности эксплуатации городских очистных сооружений с технологией сжигания осадка сточных вод: Автореф. дис. д-ра. мед. наук: 14.00.07; – СПб., 2007 – 47 с.
3. Обработка осадка городских сточных вод в крупнейших городах Европы. Обзор информации компаний, ответственных за эксплуатацию заводов по очистке сточных вод. Обработка осадка городских сточных вод в крупнейших городах Европы. [Электронный ресурс]. URL: <https://promenergo.spb.ru/info/obrabotka.php>

УДК 66.096.4+544.654.2

ЗЮЗИНА Н.С., ДЕВЯТКИНА Т.И., ИСАЕВ В.В.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА МЕДНОГО ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нанесение медных покрытий на детали из алюминиевых сплавов связано с рядом трудностей, вызванных наличием атмосферной оксидной плёнки, низкой адгезией медного слоя к алюминиевым сплавам вследствие контактного выделения меди на алюминиевой основе. В работе для исследования были выбраны образцы сплавов, широко используемые в машиностроении: АД1М, АМцН2, АМг6БМ, Д16АТ.

Существующая технология включает предварительное анодирование в смеси серной и ортофосфорной кислот с добавкой бифторида аммония и последующее нанесение медного покрытия из сульфатно-спиртового электролита меднения. Она обеспечивает хорошую адгезию покрытия с основой при различных температурах, но имеет и недостатки — локальные непокрытия, невидимые визуально.

Для их устранения в состав электролита меднения добавляют модификаторы, способствующие лучшему прокрытию пор оксидной пленки на алюминиевой основе. В качестве таких модификаторов применяют многофункциональные органические реагенты, к числу которых относится нитрозо-р-соль (НРС).

Установлено, что введение НРС в электролит меднения в количестве 0,2-0,25 г/л облегчает осаждение меди в порах оксидной пленки алюминия для всех алюминиевых сплавов, кроме сплава АД1М. Изменение катодной поляризации объясняется снижением сопротивления оксидной пленки под действием вводимой добавки. Например, для сплава АД1М снижение сопротивление оксидной плёнки составило 1 Ом·см² до 0,12 Ом·см², а для сплава АМцН2 с 0,5 Ом·см² до 0,25 Ом·см². Было отмечено, что снижение сопротивления оксидной пленки существенно зависит от марки алюминиевого сплава. Такое снижение величины сопротивления объясняется ускорением доставки меди в пленку по типу «мостикового» механизма по причине высокой адсорбционной способности комплексного соединения НРС с ионами меди на оксидной пленке.

Введение НРС в электролит способствует получению мелкокристаллического плотноупакованного осадка, улучшается его структура. Процесс меднения можно проводить при повышенных катодных плотностях тока (до 4,5А/дм²), что значительно сокращает технологическое время нанесения более толстых слоев меди.

Медные покрытия становятся более гладкими, снижается микрошероховатость поверхности меди с 4,961 мкм до 1,254 мкм, что способствует лучшему растеканию припоя при пайке изделий. Микротвердость медного покрытия несколько возрастает с 230 МПа до 288 МПа.

При толщине медного покрытия 10 мкм, полученной при катодной плотности тока 1,5А/дм², величина внутренних напряжений растяжения медного покрытия снижается с 40 МПа до 36 МПа, полученной при $j=4,5$ А/дм².

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что введение в электролит меднения НРС способствует улучшению качества покрытия не только за счет изменения структуры медного осадка, но и улучшения его физико-химических характеристик. Введение до-

бавки в электролит меднения позволило повысить рабочую плотность тока в 2–3 раза, что значительно сократит время меднения.

УДК 546.05

КАПИНОС А.А., ВОРОТЫНЦЕВ А.В., МАРКОВ А.Н., ГРАЧЕВ. П.П.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ МЕТОДОМ ОКИСЛЕНИЯ ТЕТРАХЛОРИДА КРЕМНИЯ В ПЛАМЕНИ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИЕЙ ИОННЫМИ ЖИДКОСТЯМИ

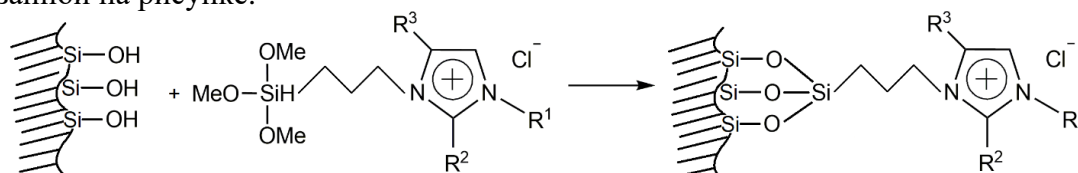
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в связи с развитием солнечной энергетики (ежегодный прирост спроса на производство солнечных батарей и панелей составляет порядка 35 – 45 %), а также микро-и нанoeлектронной промышленности с каждым годом возрастает потребление высококчистого поликристаллического кремния, следовательно, существует очевидная потребность снижения его себестоимости, а также увеличения промышленной и экологической безопасности его производства.

На данный момент основным технологическим процессом получения поликристаллического кремния является Siemens-процесс. Он имеет ряд недостатков: высокое энергопотребление из-за высоких температур проведения реакций (850 – 1000 °С), малая скорость процесса и образование высокотоксичных соединений. Альтернативой данному процессу является Union Carbide процесс, основанный на термическом разложении моносилана, полученного диспропорционированием трихлорсилана. Процесс обладает следующими преимуществами: более низкие температуры (80 °С), следовательно, более низкое энергопотребление и высокий уровень безопасности. Однако оба процесса имеют большое количество побочного продукта (до 18 т тетрахлорида кремния на 1 т поликристаллического кремния) и низкий выход по моносилану.

Предполагается, что для реакции каталитического диспропорционирования трихлорсилана наиболее эффективными катализаторами могут быть иммобилизованные, к неорганическому носителю ионные жидкости. Что связано с их подобием анионообменным смолам, которые используются в качестве катализаторов в диспропорционировании трихлорсилана и применяются в промышленном масштабе.

В рамках работы для получения неорганического носителя собрана экспериментальная установка для переработки тетрахлорида кремния методом окисления в газовой фазе при температуре 1500 К (в пламени кислородной горелки). В процессе окисления SiCl₄ образуются частицы кремнезема размером около 100 нм. Удельная поверхность и пористость полученных образцов SiO₂ были изучены методами газовой порометрии и СЭМ с BSE и RE детекторами. Также были синтезированы ионные жидкости на основе имидазола, 1-метилимидазола, 2-метилимидазола и 4-метилимидазола с (3-хлорпропил) тримэтоксисилан, которые впоследствии были иммобилизованы к пористому носителю через катион по схеме указанной на рисунке.



- А) R¹=H, R²=H, R³=H
- Б) R¹=CH₃, R²=H, R³=H
- В) R¹=H, R²=CH₃, R³=H
- Г) R¹=H, R²=H, R³=CH₃

Рис. Схема иммобилизации ИЖ к носителю из SiO₂

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант № 17-73-20275).

ОБРАЗОВАНИЕ ФЛЮИДОПОДОБНЫХ СОСТОЯНИЙ ГАЛОГЕНАЛКАНОВ ПРИ НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Флюид – это необычное фазовое состояние вещества, образующееся при сверхкритических условиях и сочетающее в себе свойства газа и жидкости. Оно может быть представлено двумя формами – газоподобной (gas-like) и жидкоподобной (liquid-like), в зависимости от того, какие свойства в нём преобладают. При изменении внешних условий (давления или температуры) одна форма может переходить в другую, при этом чёткая граница между ними отсутствует. Благодаря своим уникальным свойствам флюиды находят широкое применение в различных сферах современной химии. В то же время их получение является технически сложным и затратным процессом. Как правило, для лабораторных и производственных задач используют только простейшие флюиды (сверхкритическую воду или двуокись углерода). По этой причине флюиды на сегодняшний день относительно мало изучены, а спектральные исследования этого состояния ограничиваются рассмотрением воды и углекислого газа. Тем не менее, характерные для ИК-спектров флюидов сочетания газовых и жидкостных компонент, как оказалось, не уникальны – подобный эффект был обнаружен автором при определённой методике снятия спектра у некоторых органических жидкостей в условиях нормальной температуры и давления.

Как выяснилось, данный феномен ранее никем не изучался, поэтому автором было предложено собственное определение такого состояния – флюидоподобное. Задачи исследования – применив авторскую методику, получить данное состояние при обычных условиях и изучить его свойства для следующих веществ: тетрахлорметана, 1,2-дихлорэтана и 1,2-дихлорпропана, а также выявить структурные трансформации, происходящие при изменении фазовых характеристик рассматриваемых хлоралканов. Упомянутая методика включала в себя испарение органической жидкости с разветвленной поверхности, помещённой в стальную воронку, широкое отверстие которой было закрыто резиновой пробкой, а узкое – вставлено в оптическую ячейку переменной толщины, внутрь которой и происходило испарение. Время формирования слоя внутри ячейки не зависело от летучести жидкости и составляло в разных случаях от 2 до 70 ч, согласно данным ИК-спектральных наблюдений. По окончании процесса воронка отсоединялась, а отверстие ячейки закрывалось затычкой, после чего осуществлялось несколько циклов последовательного сжатия и расширения внутреннего пространства ячейки, в ходе чего слой приобретал флюидоподобные свойства.

На рисунке показаны спектры хлоралканов во флюидоподобном состоянии (на всех – спектр 2), в сравнении со спектрами газовой фазы вещества (спектр 1) и его жидкой фазы в тонком слое (спектр 3). Полосы на спектрах обозначены латинскими буквами. Как можно видеть, во всех трёх случаях спектр 2 совмещает в себе отдельные компоненты газового и жидкостного спектров, однако их соотношение в результате может получаться различным. Анализ ИК-спектров указывает на том, что при фазовом переходе от жидкости к газу супрамолекулярная структура хлоралканов трансформируется, и двойное связывание (Cl...H) между молекулами в цепочке сменяется на одинарное.

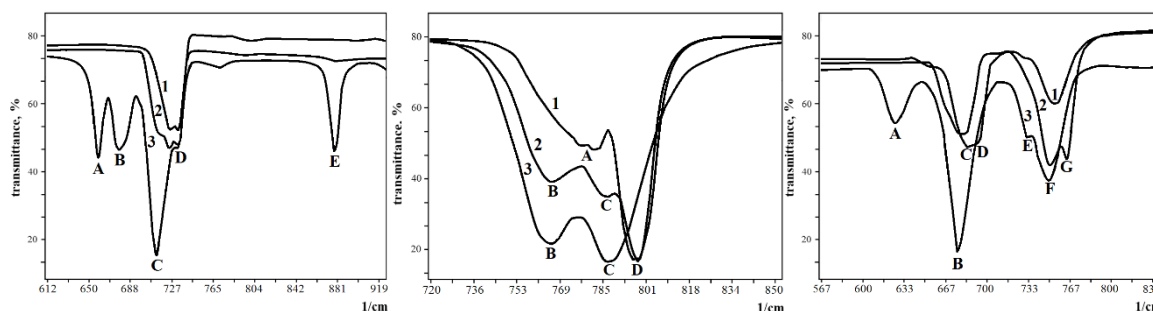


Рис.1. Фрагменты ИК-спектров 1,2-C₂H₄Cl₂ (слева); CCl₄ (в центре); 1,2-C₃H₆Cl₂ (справа)

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОИСПЫТАНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

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

Любое промышленное оборудование, работающее с жидкими и газообразными средами, периодически подвергается проверкам на герметичность, прочность и плотность методами гидро- и пневмоиспытаний. Кроме того, подобное оборудование всегда снабжается предохранительными приборами и арматурой, от надежной работы которых зависит промышленная безопасность предприятий.

Для обучения студентов навыкам проведения гидроиспытаний и знакомством с работой, обслуживанием и настройкой предохранительной арматуры была создана соответствующая экспериментальная установка, представленная на рисунке.



Рис. Экспериментальная установка

Установка позволяет проводить как учебные лабораторные работы, так и экспериментальные исследования. Основная часть установки представляет собой модель емкостного оборудования, на которую установлены два манометра, мембранный электромагнитный клапан, рычажный предохранительный клапан и предохранительный пружинный клапан. Диапазон рабочего давления для предохранительных устройств 0,2-0,4 МПа. Перед началом экспериментов предохранительные устройства настраиваются на срабатываемое давление, далее установка заполняется водой, после чего повышается давление до требуемого за счет насоса. При срабатывании устройств сброс воды осуществляется в отводную трубопроводную линию.

Пробное давление при гидроиспытаниях рассчитывается по формуле

$$P_{пр} = 1,25P \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_T},$$

где P - рабочее давление; $[\sigma]_{20}$ - допускаемое напряжение материала обечайки сосуда при 20 °С; $[\sigma]_T$ - допускаемое напряжение материала обечайки сосуда при рабочей температуре.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ОКСИДА ГАЛЛИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время разработка фундаментальных научных и технологических основ получения современных полупроводниковых материалов на основе оксида галлия является одной из наиболее востребованных и перспективных задач [1]. В данной работе разработан принципиально новый метод плазмохимического осаждения из газовой фазы (PECVD) [2, 3] для синтеза тонких пленок и роста эпитаксиальных слоев Ga_2O_3 из элементарного высокочистого Ga в сложных газовых плазмообразующих смесях типа (аргон-кислород-галоген), (аргон-кислород) и (водород-кислород), избегая сложных металлорганических реакций, обычно используемых в традиционных CVD-процессах, для достижения наилучшей чистоты материала. Предлагаемый технологический подход является экономически эффективным и масштабируемым. Схема установки представлена на рисунке.

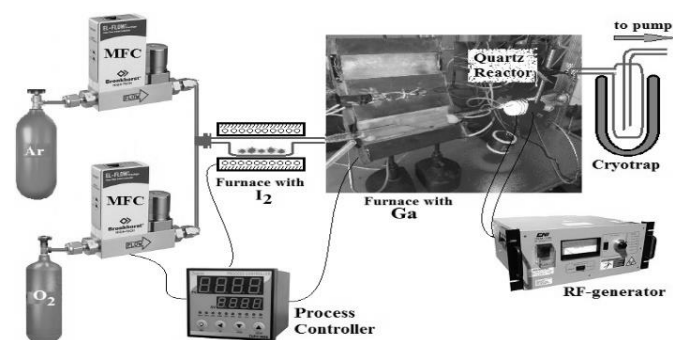


Рис. Принципиальная схема плазмохимической установки синтеза Ga_2O_3

Металлический галлий загружали в трубчатые печи, оснащенные внешними нагревательными элементами и термопарами для контроля температуры. В качестве плазмообразующих газов использовали аргон, кислород и водород высокой чистоты. Система подачи позволяла с высокой точностью регулировать состав газовой смеси. Полученный материал был охарактеризован различными аналитическими методами, подтверждающими его высокое качество.

Данная работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 19-19-00510 «Разработка нового метода плазменной газовой фазы для осаждения пленок оксида галлия для применения в мощной электронике и УФ-диодах Шоттки».

УДК 66.095.26-922

СИМАГИН А. С.^{1,2}, КАЗАНЦЕВ О. А.¹, ГУРБАЧ С. Г.¹

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ СОПОЛИМЕРИЗАЦИИ ОЛИГООКСИАЛКИЛЕН СОДЕРЖАЩИХ МЕТАКРИЛОВЫХ МАКРОМОНОМЕРОВ И N-[3-(ДИМЕТИЛАМИНО)ПРОПИЛМЕТАКРИЛАМИДА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р. Е. Алексеева¹
Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского²

Метокси(олигоэтиленгликоль-блок-олигопропиленгликоль)метакрилаты – это новый тип макромономеров радикальной полимеризации. Их радикальная полимеризация – простой

способ получения гребнеобразных полимеров, обладающих рядом свойств, представляющих практический интерес. Общая схема строения данных мономеров представлена на рисунке.

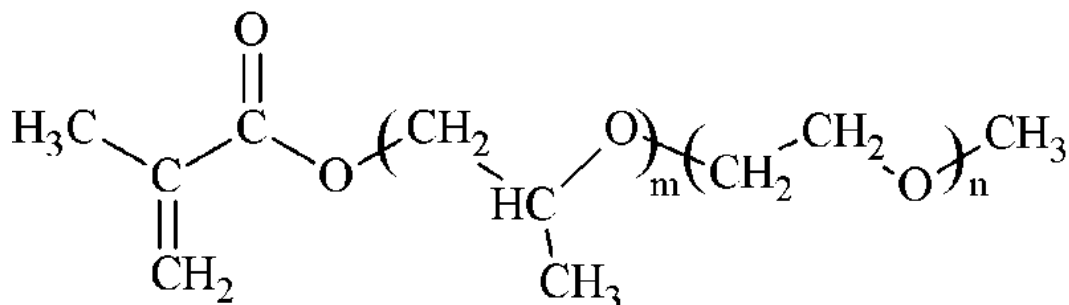


Рис. Структура метокси(олигоэтиленгликоль-блок-олигопропиленгликоль)метакрилатов.

Варьируя длину гидрофильных этиленгликольных (n) и более гидрофобных пропиленгликольных блоков (m) макромономера, а также изменяя в составе полимера соотношение звеньев с различными свойствами, можно в широких пределах изменять гидрофильно-липофильный баланс и межфазную активность гомо- и сополимеров, придавать им способность к совершению в растворах обратимых конформационных переходов.

Изучалась кинетика сополимеризации макромономеров двух типов с аминоксодержащим мономером N-[3-(диметиламино)пропил]метакриламидом (ДМАПМА). Первый из макромономеров ME₇P₅MA имел полный состав олигооксиалкиленовых блоков, а именно содержал 5 пропиленгликольных фрагментов и 7 этиленгликольных. Второй MP₄MA содержал только пропиленгликольный блок ($m = 4$). Полимеризация осуществлялась в этилацетате, суммарная концентрация мономеров составляла 20 %, инициатор – азобисизобутиронитрил (0,5 % от массы реакционной смеси), температура 85 °С. Были изучены следующие мольные соотношения мономеров: 80:20, 65:35, 50:50, 35:65 и 20:80. Константы сополимеризации рассчитывались на основе данных по составу сополимеров при конверсиях мономеров не более 10 % мольн. по методу Файнемана-Росса [1].

Для обеих пар мономеров было установлено, что относительная активность макромономера существенно превосходит активность ДМАПМА. В паре ME₇P₅MA-ДМАПМА были установлены константы сополимеризации: для ME₇P₅MA $r_1 = 1,20$ и для ДМАПМА $r_2 = 0,55$. В паре MP₄MA-ДМАПМА константы сополимеризации оказались равны $r_1 = 1,47$ для MP₄MA и $r_2 = 0,60$ для ДМАПМА. В обоих случаях произведение $r_1 \cdot r_2$ оказалось меньше 1, что свидетельствует о формировании статистических сополимеров при полимеризации обеих мономерных пар [2]. Также обнаружено влияние структуры макромономера на его относительную активность: мономер MP₄MA, не имеющий этиленгликольного блока и обладающий меньшей молекулярной массой, при сополимеризации с ДМАПМА оказался более активным, чем мономер ME₇P₅MA.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-13-00161).

Библиографический список

1. Fineman M. Linear method for determining monomer reactivity ratios in copolymerization / M. Fineman, S.D. Ross // J. Polym. Sci. - 1950. - V. 5. - N. 2. - P. 259-265.
2. Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения: учеб. для вузов. / 2-е изд., стер. - М.: «Академия», 2005. - 368 с.

УДК 542.06

СТЕПАНОВА Е.А., ПЕТУХОВ А.Н., СЕРГЕЕВА М.С., МОХНАЧЕВ Н.А.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОПАНА НА ВЫДЕЛЕНИЕ КСЕНОНА ИЗ ГАЗОВОЙ СМЕСИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГАЗОГИДРАТНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Было обнаружено, что чем ниже концентрации пропана (C_3H_8) в природном газе, тем выше коэффициент газогидратного распределения ксенона (X_e). Экспериментальное исследование проводилось с помощью метода газогидратной кристаллизации. Бралась смесь, приближенная к составу природного газа: CH_4 (80.05 об. %) / C_2H_6 (8 мол. %) / C_3H_8 (0.5 мол. %) / $n-C_4H_{10}$ (3 мол. %) / N_2 (3 мол. %) / CO_2 (5 мол. %) / H_2S (0.3 мол. %) / Xe (0.15 мол. %). Концентрацию C_3H_8 изменяли от 0,5 до 8 мол. %, при этом, регулируя количество метана (CH_4). Каждый состав смеси исследовали при температурах от 0 до $10^\circ C$ с шагом $1^\circ C$. На рисунке представлены зависимости коэффициента разделения X_e от концентрации C_3H_8 и температуры процесса.

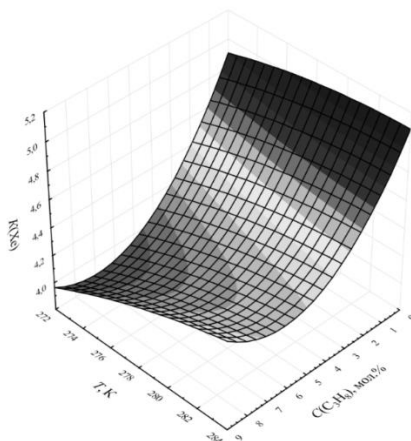


Рис. Влияние концентрации C_3H_8 и температуры процесса на коэффициент газогидратного распределения X_e

Давление диссоциации увеличивается при повышении температуры процесса, а при увеличении концентрации пропана уменьшается. Выявлено, что при увеличении концентрации пропана коэффициент газогидратного распределения резко снижается, но при приближении концентрации к 8 мол. % начинает возрастать.

Таким образом, содержание пропана в смеси влияет на выделение из неё ксенона. Чем выше концентрация C_3H_8 , тем сложнее становится выделение ксенона с помощью метода газогидратной кристаллизации.

Выполнено при поддержке Российского научного фонда, грант № 17-79-20286.

УДК 669.248

ТАРАНЕЦ Р.В., РОГОЖИН В.В., ДЕВЯТКИНА Т.И.

РАЗРАБОТКА АКТИВАЦИОННОГО РАСТВОРА ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ МЕДИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие электронной промышленности – стратегическая задача для Российской Федерации. Одним из путей развития является применение на производствах новых технологий, обеспечивающих необходимые требования для изделий при снижении материальных, финансовых затрат и уменьшении экологической нагрузки на окружающую среду.

При производстве определенных радиотехнических изделий на медный рисунок требуется нанести слой никелевого покрытия, который будет обеспечивать либо хорошую паяемость, либо быть противодиффузионным барьером для последующих слоев из драгоценных металлов, для которых важна чистота, обеспечивающая высокую электропроводность, коррозионную и термостойкость.

Нанесение никелевого покрытия на медный рисунок, состоящий из большого числа изолированных дорожек, может быть выполнено лишь методом химического никелирования. Однако медь является каталитически неактивной в большинстве распространенных растворов, что создает необходимость в активации. Часто условия для ведения процесса металлизации ведут к разрушению основы изделия либо свойства никелевого покрытия не соответствуют необходимым характеристикам.

Перспективно использование растворов химического никелирования, содержащих диметиламин-боран [ДМАБ] в качестве восстановителя. Нами был предложен раствор, содержащий ДМАБ, соль никеля, лиганд, позволяющий работать при рН, которая оптимальна для никелирования металлизированных диэлектрических основ и обеспечивает достаточно высокий отрицательный потенциал восстановителя. Раствор гарантированно позволяет активировать и покрывать слоем Ni-B все открытые медные участки. В интервале температур от 60 до 90 °С время активации достаточно стабильно и составляет 60 – 10 с после предварительной непродолжительной обработки в растворе H₂SO₄ 50 г/л для снятия окислов с поверхности. В результате нет необходимости в контакте с более электроотрицательным металлом или в использовании активации в растворах, содержащих дорогие соли палладия. Раствор является стабильным как минимум для 4 загрузок по 15 минут, за данное время нарабатывается слой Ni-B толщиной 4 мкм при 90 °С и плотности загрузки 1,5 дм²/л, либо 2 мкм за 1 час при 60 °С и плотности загрузки 1,5 дм²/л. Отработанный раствор подлежит корректировке, потеря ДМАБ в растворе за счет гидролиза при хранении низка.

Данный раствор может быть использован как активационный для нанесения только первых слоёв никелевого сплава, дальнейшее его наращивание возможно в более скоростных растворах, если условия ведения металлизации оптимальны для основы изделия. В этом случае предложенный раствор способен выдержать гораздо большее число загрузок.

УДК 504.064.45

ХОХЛОВА М.В., ГРИГОРЬЕВА Е.О., ПОНОМАРЕВ А.А., БАЧАЕВ А.А.

РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ОЧИСТКЕ РАСТВОРОВ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При растворении природной поваренной соли образуется рассол, имеющий повышенное содержание сульфат- и кальций-ионов, что позволяет получить из этих двух компонентов гипс – востребованный на рынке продукт. Однако анализы растворов показали, что имеется недостаток ионов кальция по отношению к сульфат-ионам, так как часть шлама не растворяют и используют для интенсификации процесса осаждения гипса, а для более эффективного взаимодействия компонентов требуется избыток ионов кальция.

При регенерации раствора хлорида натрия после мембранного электролиза производится очистка его от сульфат-ионов, для чего часть потока направляют на нанофильтрацию. Концентрат со стадии нанофильтрации, содержащий до 200 г/л NaCl и до 100 г/л Na₂SO₄, очищается реагентным способом, для чего этот поток поступает в реактор. Также в реактор поступает раствор CaCl₂, полученный после растворения в 20%-ном растворе HCl карбоната кальция, образующегося при очистке рассола от кальция.

Недостаток ионов кальция восполняется дополнительным вводом в реактор твердого CaCl₂. Данную проблему с экономической точки зрения можно решить введением вместо

CaCl_2 гидроксида либо оксида кальция. CaCl_2 стоит дороже (50 р/кг), чем $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (15 р/кг) и CaO (42 р/кг), а также доля кальция в CaCl_2 меньше (347 г/кг), чем в $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (524,4 г/кг), и еще меньше, чем в CaO (696 г/кг). Однако гидроксид и оксид кальция имеют существенные недостатки: небольшие растворимости и скорости растворения в растворах поваренной соли. Эту проблему можно решить добавлением гидроксида или оксида кальция в реактор растворения CaCO_3 в 20%-ной соляной кислоте.

В результате взаимодействия CaCl_2 и Na_2SO_4 образуется гипсовый шлам, при фильтрации которого получают твердые отходы.

Реализация отходов сопряжена со следующими затруднениями:

- 1) в случае захоронения отходов учитывается их тоннаж, в которых треть приходится на воду, что увеличивает затраты на сбор, транспортировку и захоронение отходов;
- 2) при использовании отходов, содержащих гипс, в качестве сырья для изготовления строительных смесей сдерживающим фактором является повышенное содержание в них хлорида натрия.

Решить обе проблемы можно путем промывки гипсовых отходов горячей деминерализованной водой, так как в этих условиях растворимость NaCl велика, а растворимость гипса низка, высокая температура воды снизит время сушки гипсового осадка.

В докладе проводится анализ научной литературы в области кристаллизации гипса из водных растворов. Исследуется процесс образования гипса при использовании в качестве кальцийсодержащих реагентов оксида и гидроксида кальция, предварительно растворенных в растворе 20%-ной соляной кислоты. Исследуется влияние промывки горячей деминерализованной водой с целью уменьшения в гипсовом осадке содержания NaCl , а также снижения его влажности.

По итогам проведенных исследований установлено, что при предварительном растворении гидроксида и оксида кальция в 20%-ном растворе HCl возможно их использование вместо CaCl_2 . Установлено, что промывка горячей водой позволяет снизить содержание NaCl в гипсе на 85%, при этом потери гипса не превышают 6%, а также снижает время фильтрации в 2,5 раза.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 681

АРТЮХИН П.А.

СИСТЕМА ИМИТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОДВЕСА

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева,
ИТЦ (филиал) ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород»

Транспортировка природного газа по трубопроводу осуществляется путем нагнетания давления в трубе на газоперекачивающих агрегатах (ГПА) компрессорных станций. Ротор нагнетателя ГПА, вращаясь со скоростью более 5000 об/мин, как правило, весит около 1200 кг и имеет диаметр до 30 см. Для удержания ротора в заданном положении равновесия применяется комплект магнитного подвеса (КМП), управляемый системой автоматического управления электромагнитным подвесом (САУ ЭМП). Наиболее успешным примером такой системы можно считать САУ ЭМП «Неман-Р-100».

САУ ЭМП «Неман Р-100» автономно регулирует положение ротора посредством постоянной адаптации токов, питающих электромагниты, осуществляет контроль за технологическими параметрами подвеса, предупредительную и аварийную сигнализацию при отклонении какого-либо параметра от нормы, формирует управляющие команды на аварийный останов ГПА.

Техническое обслуживание (ТО), ремонт САУ ЭМП осуществляется специализированными специалистами сервисного филиала в формате командировок. Отсутствие у персонала систематизированной архивной информации на рабочем месте на нужную «машину» – состояние параметров контроля, мнемосхемы, технологическая информация от аналоговых датчиков, электромагнитов и пр. – не позволяет предварительно проанализировать состояние поврежденной системы, локализовать и сузить круг поиска неисправности перед выездом, вынуждая тратить время на анализ во время диагностики на подконтрольном объекте. Для решения указанной проблемы разработана система имитации САУ ЭМП «Неман-Р-100».

Система принимает текущие значения контролируемых параметров подвеса и амплитудно-частотные характеристики каналов управления при проведении технического обслуживания, проводит анализ параметров на предмет нарушения аварийных уставок, осуществляет визуализацию текущего состояния КМП, положения ротора на «Модели КМП» и сохраняет информацию в базу данных.

Система имитации, накапливая данные, предоставляет доступ к результатам ранее проведенных работ технического обслуживания исследуемого объекта, позволяет восстановить текущее состояние системы на момент проведения ТО, сравнить результаты нескольких обследований. Анализируя полученную информацию, можно устанавливать причинно-следственные связи аварийных остановов, отказов системы и контролируемых параметров, делать прогнозы о вероятных поломках и предупреждать их, предотвращая инциденты и аварии. Таким образом, проведение технического обслуживания с применением

имитационной системы способствует повышению надежности и эффективности при эксплуатации САУ ЭМП «Неман».

Для реализации описанной системы использованы продукты Microsoft Office: Excel и Access. В документ формата MS Excel пользователем заносятся значения контролируемых параметров. Посредством языка программирования Visual Basic for Application осуществляется выполнение заданных функций имитационной системы. Базы данных реализованы в MS Access.

УДК 532.137 : 621.3

АРХИРЕЕВ А.М.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Институт проблем машиностроения РАН

Измерение вязкости, упругости, пластичности и другие реологические исследования, определяющие, при каких деформациях изменяется структура веществ, имеет большое значение в материаловедении и машиностроении. Наиболее распространенным инструментом для измерения физико-механических свойств являются ротационные реометры. Эти реометры применяют для исследований жидкости, заполняющей зазор между статической и вращающейся поверхностью. Используется несколько геометрий, включая параллельные пластины, концентрические цилиндры и одну из наиболее часто используемых геометрий - конус и пластину.

Одна из основных целей разработчиков автоматических реометров – сокращение числа механических частей, датчиков и аналоговой аппаратуры, участвующей в процессе проведения исследований и испытаний материалов [1].

Идентификация параметров исследуемой среды проводится в три этапа:

- измерение переменных состояния на выходе системы нагружающего исследуемую среду электропривода (скорость, деформация, угол поворота чувствительного элемента реометра, момент нагрузки);
- определение передаточной характеристики реологического тела;
- идентификация физико-механических параметров исследуемого вещества по результатам выходных переменных полученной передаточной характеристики.

Один из методов описания механико-физических свойств веществ заключается в замене реальной среды реологической моделью, отражающей определенные свойства. Такую модель можно представить в виде объекта управления и описать структурной схемой и передаточной функцией. Для реализации этого метода идентификации предлагается решение – применение адаптивного наблюдающего устройства для определения передаточной функции реологического тела.

Комплексный интегрированный подход к проведению исследований реологических свойств включает создание цифровой библиотеки динамических моделей жидкостей, которое позволит прогнозировать поведение реального образца в контролируемых условиях.

Для точного определения динамических и реологических свойств материалов в процессе нагружения-деформации требуется особый тип управления нагружающим электроприводом, удовлетворяющий следующим условиям:

- отсутствие неконтролируемых режимов нагружения, обусловленных перерегулированием;
- гарантированная заданная форма переходного процесса;
- автоматическое управление процессом нагружения согласно программе исследований;
- измерение переменных состояния при испытаниях в реальном времени.

Удовлетворить эти требования возможно при использовании разработанной автором

системы модального управления выходными переменными реометра [2].

Библиографический список

1. **Шрамм, Г.** Основы практической реологии и реометрии / Пер. с англ. И. А. Лавыгина; Под ред. В. Г. Куличихина - М.: КолосС. 2003. – 312 с.
2. **Кузовков, Н.Т.** Модальное управление и наблюдающие устройства / Н.Т. Кузовков. – М. «Машиностроение», 1976. – 184 с.

УДК 681.5

БОГДАН Е.Н., МАСЛЕННИКОВ А.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОКСИЭТИЛИРОВАНИЯ

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

В основе технологического процесса оксиэтилирования лежит постоянное распыление жидкой фазы в газовую, регулярно меняющую свой объем. Нуклеофильные соединения, находящиеся в жидкой фазе, соединяются с окисями алкенов, находящиеся в газовой фазе, в присутствии различных каталитических инициаторов и при определенных значениях температуры и давления, образуя полимерную цепь с определенными физико-химическими свойствами. В рассматриваемом процессе окись этилена выступает в качестве газовой фазы. Жидкая фаза выражена высшими жирными спиртами. Катализатором является водный раствор едкого натра с массовой долей основного вещества не менее 45%.

Технологический процесс разделен на десять последовательных стадий. 1. В реактор оксиэтилирования загружается определенное количество сырья. При заполнении реактора более 15% включается циркуляционный насос в нижнем корпусе реактора. 2. В реактор добавляется катализатор. Циркуляция необходима для равномерного распределения катализатора по всему объему загруженного сырья. 3. Производится дегидратация (обезвоживание) катализированного сырья. 4. Происходит подготовка к реакции. 5. Реакция оксиэтилирования начинается с подачи окиси этилена в обезвоженное катализированное циркулирующее сырье. Процесс экзотермический, сопровождающийся выделением большого количества тепла. Реакция идет в газовой фазе окиси этилена, в которой диспергированы капельки жирных спиртов. 6. Продукт выдерживается. 7. Осуществляется процесс дегазации (отгонки остатков окиси этилена). 8. Продукт реакции охлаждается. 9. Реактор заполняется уксусной кислотой для нейтрализации готового продукта по окончании синтеза. 10. Готовый продукт выгружается.

Основная реакция протекает в диапазоне температур от 140 до 190 °С при давлении в реакторе не более 0,55 МПа. Если увеличить давление и температуру внутри реактора, можно добиться сокращения времени реакции, в то же время эти манипуляции ухудшают качество готового продукта, так как увеличивают долю побочных продуктов в нем. Катализированный комплекс должен полностью прореагировать с окисью этилена для того, чтобы избежать потерь сырья и сохранить должное качество выпускаемого продукта, так как катализированное сырье не сможет быть выведено из объема реакционной массы. В реакции оксиэтилирования участвуют каждый раз одинаковое количество окиси этилена, которое зависит только от разновидности исходного сырья. При этом реакция может протекать с различной скоростью и длиться более 20 мин, вследствие чего излишки окиси этилена будут накапливаться в реакторе. На скорость реакции могут влиять различные возмущающие параметры, поэтому нельзя точно сказать, когда закончится протекающая в настоящий момент реакция. Ограничивать время подачи окиси этилена недопустимо.

Критерием оптимизации данного процесса является степень конверсии окиси этилена, то есть того, насколько полно окись этилена провзаимодействовала с сырьем. Для оптимиза-

ции процесса оксиэтилирования разработана математическая модель на основе уравнения теплового баланса, позволяющая контролировать протекание химической реакции. Модель работает таким образом, что можно контролировать скорость реакции непрерывно в процессе протекания самой реакции. Как только скорость реакции станет равной нулю, подача окиси этилена в реакционный контур прекращается, тем самым экономится окись этилена и снижается масса остаточной окиси этилена, которая не провзаимодействовала с сырьем, то есть повышается степень конверсии окиси этилена, что приводит к снижению себестоимости готовой продукции и повышению эффективности производства.

УДК 681.5

ДЕНИСОВ А.С., ВАДОВА Л. Ю.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СТАДИИ СИНТЕЗА ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

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

В настоящее время фенолы очень важный промышленный полимер. Их наиболее распространенное применение сегодня - в клеях для склеивания фанеры и других конструктивных изделий из древесины.

Автоматизированная система управления процессом синтеза фенолформальдегидной смолы выполняет следующие функции, в соответствии с требованиями ГОСТ 24.104-85:

- 1) контролирует параметры синтеза и управляет режимом поддержания требуемых показателей;
- 2) контролирует работоспособность оборудования;
- 3) контролирует состояние воздушной среды в пределах объекта;
- 4) контролирует параметры процесса синтеза, отслеживает их приближение к критическим значениям и прогнозирует возможные нештатные ситуации;
- 5) в случае возникновения сбоя прекращает развитие опасной ситуации;
- 6) локализирует аварийные ситуации, оказывая оптимальные управляющие воздействия;
- 7) осуществляет безаварийный пуск и остановку оборудования, все необходимые для этого переключения;
- 8) отслеживает безопасность работы объекта, информирует вышестоящую систему управления о состоянии объекта.

Анализ существующей системы автоматизации стадии синтеза фенолформальдегидной смолы выявил ряд недостатков, препятствующих ведению технологического процесса с максимальной эффективностью, а также несоответствие действующим правилам в области безопасности и определил следующие пути модернизации:

- применение современной микропроцессорной и вычислительной техники;
- оптимизацию контура регулирования наиболее важного технологического параметра.

В рамках модернизации нижнего уровня системы автоматизации предлагается заменить датчики, не удовлетворяющие требованиям проведения технологического процесса, на более современные. Например, уровнемеры с дифференциально-трансформаторным выходным сигналом предлагается заменить на радарные уровнемеры SITRANS LR400, производимые фирмой «SIEMENS» (Германия) и сигнализаторы уровня Rosemount 2130, производимые ООО «Метран» (г. Челябинск), с унифицированным выходным сигналом 4-20 мА.

На среднем уровне управления предлагается использовать микропроцессорный контроллер SIMATIC S7-1500 фирмы SIEMENS. Достоинствами оборудования SIMATIC является его модульное построение и возможность выполнять сквозную автоматизацию промышленных отраслей, отдельных производств и производственных участков.

На верхнем уровне управления предлагается использовать SCADA-систему WinCC, которая будет выполнять задачу визуализации технологических процессов. Для программного обеспечения контроллера будет использована специальная среда программирования STEP-7.

Для решения задачи оптимизации контура регулирования наиболее важного параметра были выбраны управляющие воздействия и рассчитана система автоматического регулирования температуры стадии синтеза фенолформальдегидной смолы, что позволит вести технологический процесс с максимальной эффективностью.

УДК 629.7.048

ЖАМАЛОВ Р.Р.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
АО ПКО «Теплообменник»

Система кондиционирования воздуха (СКВ) летательного аппарата (ЛА) является бортовой системой жизнеобеспечения и предназначена поддерживать температуру и давление воздуха в герметической кабине самолета на уровне, позволяющем обеспечить нормальную жизнедеятельность пассажиров и экипажа.

Развитие систем кондиционирования воздуха в части систем управления аналоговыми методами на электромеханической элементной базе в настоящее время достигло насыщения – дальнейшее усложнение связей и алгоритмов управления приводит к возрастанию массы и снижению надежности. Поэтому задача управления СКВ в целом и ее подсистемами требует перехода к полностью цифровым методам, что позволяет снизить массу в результате ликвидации множества локальных устройств управления, аналоговых вычислителей, преобразователей, устройств хранения и т.д., реализовав их в бортовой вычислительной машине программно.

Целью данной работы является разработка и исследование блока управления и контроля, выполненного на отечественной элементной базе, для СКВ многоцелевого вертолёта; создание экспериментального образца блока управления и контроля для системы кондиционирования воздуха перспективного ЛА.

Блок управления и контроля обеспечивает управление СКВ гражданского транспортного вертолёта. В работе определены требования к функционированию Блока управления. В составе данной СКВ он должен обеспечивать:

- прием информации от оборудования СКВ;
- выдачу команд управления в соответствии с установленной в него программой;
- контроль собственной работоспособности с формированием сигнала исправности;
- связь с ПК для загрузки ПО по интерфейсу RS-232;
- внешний информационный обмен по двум каналам интерфейса RS-485;
- информационный обмен по последовательному каналу по ГОСТ 18977 и РТМ 1495;
- резервирование функции ограничения температуры горячего воздуха.

Проведен сравнительный анализ блоков управления и систем кондиционирования воздуха. Рассмотрены различные схемотехнические решения, использующиеся в модулях блока. Также были проработаны различные конструктивные и схемотехнические решения, применяемые в блоках управления и контроля систем кондиционирования летательных аппаратов, которые возможно реализовать с использованием заказных микросборок и интегральных схем. По результатам выполненного анализа была определена оптимальная архитектура построения аппаратной части блока, его алгоритмов управления.

В итоге, разработан блок управления контроля СКВ по «модульной конструкции». Особенностью конструкции является минимизация внутриблочного проводного монтажа. Разработаны алгоритмы для программного управления системой.

Результаты расчетов и испытаний показали возможность разработки и изготовления изделия с заданными по техническому заданию параметрами. Конструкция блока управления и контроля обеспечивает требования технологичности, устойчивости к внешним воздействующим факторам, заданные в Техническом задании. На основе полученных результатов был сделан вывод, что при разработке блоков управления и контроля СКВ оптимальным является вариант создания программно-аппаратного комплекса, ориентированного на цифровые технологии обработки сигналов, программно-алгоритмическую реализацию процессов регулирования и интеллектуальную диагностику работоспособности контроля пригодных элементов объекта управления. Это практически полностью исключает необходимость каких-либо доработок аппаратной части и конструкции блока управления в случае коррекции алгоритмов работы системы.

УДК 681.586

ЗУБКОВ Н.В.

ЛИНЕЙКА КОМПЕНСАЦИОННЫХ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

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

Микроэлектромеханические системы (МЭМС) являются актуальным и перспективным направлением в приборостроении. Особое место среди приборов, основанных на технологиях МЭМС, занимают акселерометры – устройства, измеряющие проекцию кажущегося ускорения [1].

Как правило, основной задачей, возникающей перед производителем, при проектировании и производстве датчиков, является обеспечение высоких точностных характеристик предлагаемого потребителям устройства по оправданной себестоимости. Однако из-за высокой конкуренции на рынке обеспечить качественные характеристики с единичным типом продукции (один диапазон измеряемого ускорения) не представляется возможным. Вследствие этого актуально проектирование и производство именно линейки акселерометров.

Известно, что наиболее высокий показатель точности выходных характеристик акселерометров обеспечивается устройствами компенсационного типа измерения, за счет применения контура отрицательной обратной связи, реализующего силовую разгрузку (компенсацию) подвижного узла [2]. В работе рассмотрены особенности проектирования механического узла для линейки компенсационных маятниковых акселерометров с диапазонами измеряемого ускорения от 1 до 10 g на базе уже существующих вариантов конструкций диапазона от 20 до 100 g.

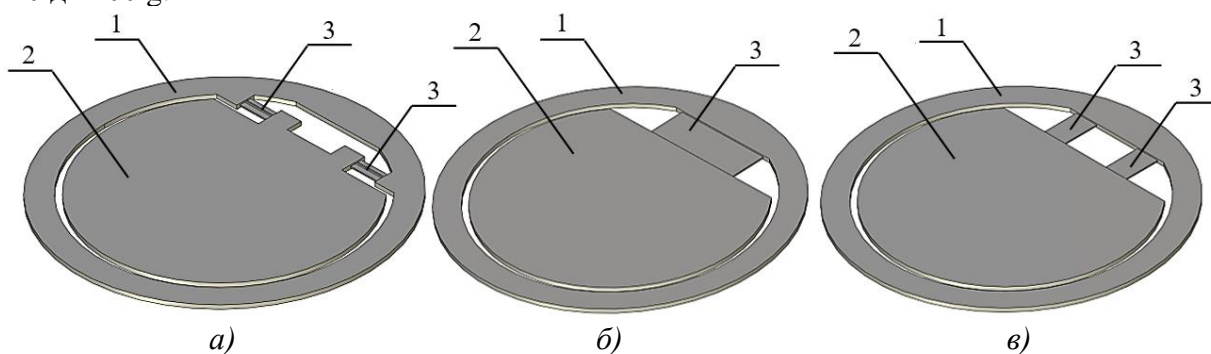


Рис. Варианты конструкций «чистого» маятника:

1 – корпус; 2 – маятник; 3 – упругий подвес

В докладе приведены оптимальные соотношения конструктивных параметров для вариантов конструкций «чистого» маятника, без частичного уравнивания, с использованием: торсионов с крестообразной формой сечения в разрезе; одного упругого подвеса; пары упругих подвесов.

В ходе работы проведено моделирование углового движения маятников при действии различных измеряемых ускорений с помощью метода конечных элементов в программном обеспечении Ansys. На основании полученных результатов был проведён расчёт механической жесткости упругих подвесов и сравнительный анализ рассматриваемых вариантов конструкций, выявлены их основные достоинства и недостатки. Итогом проведённой работы являются 3 варианта конструкций маятника с диапазоном измеряемого ускорения (1..10)g.

Библиографический список

1. **Распопов, В.Я.** Микромеханические приборы [Текст] / В.Я. Распопов; М.: Машиностроение, 2007 г. - 400 с.
2. **Вавилов В.Д.** Микроэлектромеханические системы: монография / В.Д. Вавилов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2014. – 631 с.

УДК 621.3

КАБАНОВ Д.А. ТОКАРЕВ С.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛОКАЛИЗАЦИИ ТЕЧЕЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С НАКОПЛЕНИЕМ УТЕЧКИ В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

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

Повышение качества продукции – неотъемлемая часть стратегии ускорения. Одним из условий обеспечения высокого качества многих видов изделий (химического оборудования, топливных баков, труб большого диаметра, элементов конструкции атомных реакторов и т.д.) является контроль качества герметизации, осуществляемый как на завершающей стадии изготовления продукции, так и в процессе эксплуатации.

Испытание на герметичность производится с целью локализации течей для определения суммарной степени негерметичности изделия.

Цель работы – теоретические и практические исследования процесса локализации течей в условиях накопления утечки пробного газа в среде материала с макропористой структурой.

Постановка задачи исследований заключается в разработке математической модели дефектоскопического сигнала масс-спектрометрического устройства локализации течей, использующего способ щупа для определения места течи и осуществляющего накопление пробного газа (ПГ) в слое мембраны с пористой структурой.

Для создания средств локализации течей выбраны газовые методы течеискания, реализующие способ щупа. Схема способа щупа показана на рисунке и предполагает подачу в изделие 1 контрольной среды (КС), которая содержит нормированную концентрацию пробного газа (гелий) в балластном газе. Необходимая концентрация гелия в балластном объеме и давление КС создается в блоке 2.

За счет перепада давления КС перетекает по каналу течи 3 и формирует над поверхностью изделия концентрационное поле 7 ПГ. Затем производится сканирование поверхности изделия пробоотборника 4 с целью отбора анализируемой пробы (АП), с последующей транспортировкой её к течеискателю 5 по газовой магистрали 6, функции которой выполняют шланг или капилляр. Прокачка АП производится с помощью насоса течеискателя. Место течи оценивается по расположению зоны максимальной концентрации пробного газа в АП.

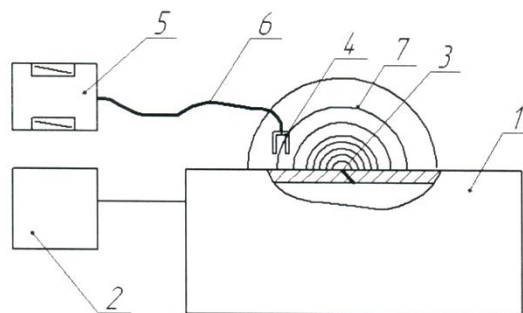


Рис. Схема установки для определения места течи способом щупа:

1 - контролируемые изделия; 2 - блок опрессовки изделия КС; 3 – течь; 4 - пробоотборник; 5 - течейскаатель; 6 – газовая магистраль; 7 – концентрационное поле утечки ПГ

Для апробации предлагаемого метода пассивного сканирования пробоотборника с накоплением утечки ПГ в среде с пористой структурой был выбран масс-спектрометрический метод, осуществляемый способом щупа.

Изучаемый в работе способ определения места течи предполагает использование макропористых материалов. Решение задачи по математическому анализу процессов, протекающих в измерительной части течейскаателя при локализации течей, осуществляется способом щупа. Проведенный анализ в области течеискания позволил систематизировать информацию современного состояния разработки методов и средств локализации течей.

УДК 681.121

КЕЧИН Е.С., ГОЛИШНИКОВ Г.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТЫХ ФОРМ ТЕЛ ОБТЕКАНИЯ В ВИХРЕВЫХ РАСХОДОМЕРАХ

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

Для обеспечения учета расхода веществ в жидком и газовом состоянии применяют расходомеры. Зачастую используются вихревые расходомеры, обладающие рядом преимуществ: обеспечивают высокие показатели по точности, относительно технологически просты и надежны, в конструкции отсутствуют подвижные части, при этом потери по показателю давления средние в сравнении с другими видами расходомеров [1].

Цель данной работы – исследовать и предложить наиболее эффективные геометрические формы тел обтекания в вихревых расходомерах.

Принцип действия вихревых расходомеров основан на фиксации частоты вихреобразования после прохождения вещества в проточной части через тело обтекания. Для эффективного считывания вихрей необходимо выполнение нескольких условий: стабильность вихреобразования и наибольшая частота появления вихрей [2].

С помощью программного пакета ANSYS CFX в работе исследуются простые призматические формы: цилиндрическая, треугольная, правильного параллелепипеда, трапециевидная. Для определения предпочтительной геометрической формы тела обтекания приводится сравнение характеристик по трем параметрам: частота вихреобразования, параметры числа Струхала и значения потери давления.

В ходе работы выявлены некоторые зависимости у первых трех форм: чем выше значения числа Струхала, тем выше показатели частоты вихреобразования и показатели падения давления, но данные зависимости являются нелинейными. Наиболее предпочтительной формой для тела обтекания оказалась трапециевидная призма. У данной формы наибольшие по-

казатели по вихреобразованию, значению числа Струхала, при этом показатели падения давления чуть выше, чем у цилиндрической формы.

Таким образом, универсальной формой тела обтекания вихревых расходомеров является трапециевидная призма. Её целесообразно использовать как при измерении малых скоростей перемещений вещества (за счет генерации наибольшей частоты вихреобразования), так и при больших скоростях, за счет небольшого показателя падения давления на участке измерения. Цилиндрическую форму выгодно использовать только при повышенных скоростях движения вещества, так как она обладает наименьшими показателями по падению давления, что положительно скажется на уменьшении явления кавитации [3]. По сравнению с другими формами тел обтекания небольшие показатели по вихреобразованию будут скомпенсированы большими скоростями движения жидкогазовых сред.

Библиографический список

1. **Кремлевский, П.П.** Расходомеры и счетчики количества : Справочник / П. П. Кремлевский. - 4-е изд., перераб. и доп. - Л. : Машиностроение : Ленингр. отд-ние, 1989. – 700 с.
2. **Альшева, К.В.** Методы и особенности исследования вихревых расходомеров // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2018. №3. – С.119-123.
3. **Коробко, И. В.** Особенности оптимизации формы чувствительных элементов вихревых измерительных преобразователей расхода жидкофазной среды / И.В. Коробко, В.А. Коваленко // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2013. №4 (55). – С. 12-19.

УДК. 629.7.05

НАУМОВ Н. Н.

АНАЛИЗ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НУЛЕВОГО СИГНАЛА ИНЕРЦИАЛЬНОГО ДАТЧИКА МЕТОДОМ ВАРИАЦИИ АЛЛАНА

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

Инерциальные датчики широко применяются в составе изделий военной техники и изделий межотраслевого применения [1-6].

В производстве на различных этапах испытаний датчики систем ориентации и навигации подвергаются контролю технических параметров, важнейшие из которых – стабильность и предсказуемость нулевого сигнала. При этом существует класс датчиков с малым временем работы на объекте применения. Ресурс работы таких датчиков, как правило, не велик. В связи с выработкой ресурса и накоплением в сигнале ошибки образцы, прошедшие длительные испытания, становятся непригодны к использованию в конечном изделии. Кроме того, испытания ограниченной выборки датчиков, прошедших полный цикл испытаний, не гарантируют высокое качество выпущенной серии.

Таким образом, актуальна задача поиска методов, позволяющих определить и оценить шумовые составляющие нулевого сигнала датчика на основе данных, полученных в ходе ограниченных во времени испытаний.

Одним из наиболее перспективных методов определения дрейфа и шумовых характеристик инерциальных датчиков является метод вариации Аллана. Благодаря простоте вычисления и точности определения шумовых параметров выходного сигнала, смог за короткое время найти широкое применение при решении задач разработки и исследования. Однако метод предполагает наличие результатов длительных по времени экспериментальных испытаний датчиков [7].

Целью данной работы является анализ точности определения шумовых характеристик нулевого сигнала гироскопа по его ограниченной во времени реализации методом вариации Аллана [8-11].

Проведен анализ шумовых составляющих гироскопа построением графика зависимости полученных отклонений Аллана от усредненного времени $\sigma_A(\tau)$ в логарифмическом масштабе.

С помощью разработанной в программной среде *Matlab* программы по заданным параметрам шума был смоделирован выходной сигнал инерциального датчика (гироскопа) длительностью 10 ч с периодом дискретизации $T_s=1$ с.

По результатам испытаний датчика в течение малого промежутка времени сложно точно оценить все шумовые характеристики сигнала методом вариации Аллана. Для этого необходима большая во времени реализация сигнала. В связи с этим использовалась линейная регрессия - один из методов машинного обучения.

Для имитации краткосрочных испытаний в 10-часовой реализации сигнала выделены обучающие выборки объемами 80, 60, 50 и 30% исходного сигнала. Затем по оставшимся тестовым выборкам (20, 30, 50 и 70%) методом линейной регрессии построены предсказания сигналов.

Для имитации длительных испытаний датчиков полученные результаты предсказания сигналов были объединены с сигналами с ограниченной во времени реализацией (80, 60, 50 и 30% от исходного сигнала). В итоге были получены 4 сигнала длительностью 10 ч.

Затем методом вариации Аллана была произведена оценка шумовых характеристик исходного сигнала и сигналов с ограниченной и расширенной во времени (за счет «предсказания») реализациями.

Исследования показали, что использование метода линейной регрессии в совокупности с машинным обучением подтвердило эффективность оценки шумовых характеристик методом вариации Аллана выходного сигнала расширенной во времени реализации.

Библиографический список

1. **Кробка, Н.И.** Дифференциальные методы идентификации структуры шумов гироскопов // Гироскопия и навигация. 2011. № 1. С. 59–77
2. **Степанов, О.А.,** Челпанов И.Б., Моторин А.В. О точности оценивания постоянной составляющей погрешности датчиков и ее связи с вариацией Аллана // XXII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. СПб.: ГНЦ РФ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2015
3. **Степанов, О.А.,** Челпанов И.Б., Моторин А.В. Точность оценивания постоянной составляющей погрешности датчиков и ее связь с вариацией Аллана // Гироскопия и навигация. 2016. № 3. С. 63–74.
4. IEEE Std 671-85 (2010) Specification Format Guide and Test Procedure for Nongyroscopic Inertial Angular Sensors: Jerk, Acceleration, Velocity, and Displacement.
5. IEEE Std 952-1997 IEEE Standard Specification Format Guide and Test Procedure for Single-Axis Interferometric Fiber Optic Gyros.
6. IEEE Std 1554-2005 IEEE recommended practice for inertial sensor test equipment, instrumentation, data acquisition, and analysis.
7. **Кробка, Н.И.** О топологии графиков вариации Аллана и типовых заблуждениях в интерпретации структуры шумов гироскопов (на примере докладов Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам) // КНИ Круглый стол МКИНС: докл. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 457-484.
8. **Матвеев, В.В.** Анализ погрешностей микромеханических гироскопов методом вариации Аллана [Текст]: уч. пособие/ В.В. Матвеев, М.Г. Погорелов. - Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 3, 2015. – с. 123-135
9. **Михеев, А. В.** Разработка и применение модели шумов датчиков первичной информации при математическом моделировании работы бесплатформенной инерциальной навигационной системы [Текст]: уч. пособие/ А. В. Михеев – Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2008. – 11 с.
10. **Литвин, М.А.** Типы ошибок в инерциальных навигационных системах и методы их аппроксимации [Текст]: уч. пособие/ М.А. Литвин, А.А. Малюгина, А.Б. Миллер, А.Н. Степанов, Д.Е. Чикрин. - Информационные процессы, Том 14, № 4, - 2014. с. 326-339.
11. **Газарян, И.Р.,** Таиров А.Ю., Пономарев В.К. Использование вариации Аллана для анализа случайных погрешностей систем гироскопической стабилизации [Текст]: уч. пособие/ И.Р. Газарян, А.Ю. Таиров, В.К. Пономарев. - Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 8, 2019. – с. 143 -153.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ ТЕЧЕЙСКАТЕЛЬНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из наиболее важных задач при разработке газочувствительного оптического химического сенсора является задача определения оптимального и эффективного чувствительного материала. В случае оптических сенсоров одними из наиболее перспективных материалов могут быть функциональные полимеры (ФП) с иммобилизованными в их структуре красителями. Однако для применения таких сенсоров в составе течеискательных устройств требуется решение двух основополагающих задач: получения функциональных полимеров, обладающих специфическими свойствами, и поиска оптимальной конструкции самого сенсора [1]. Исследование свойств полученных функциональных полимеров – весьма трудоёмкая задача, особенно когда процесс исследования и обработка данных происходят в ручном режиме. Поэтому в целях повышения эффективности исследований предлагалось разработать специализированную экспериментальную установку.

При разработке установки решался целый спектр задач: подбор элементной базы и разработка системы управления, миниатюризация конструкции, разработка специализированного программного обеспечения.

Установка состоит из следующих основных блоков: испытательной камеры, системы газового питания, системы управления (СУ). Испытательная камера включает в свой состав каретку с сенсором (стекло с нанесённым на него чувствительным покрытием на основе функционального полимера), источник света, приёмник света, набор датчиков, оценивающих параметры газовой среды, блок стабилизации влажности и температуры, а также расходомер газа – носителя (воздуха). Система газового питания состоит из контура подачи газа-аналита и контура воздушного питания испытательной камеры. СУ построена на базе микроконтроллера Arduino Uno R3. Она осуществляет сбор показаний с датчиков, посредством блока реле управляет подачей газа-носителя, газа-аналита и стабилизирует влажность и температуру испытательной камеры согласно заданным параметрам исследования. Задание параметров исследования и вывод результатов осуществляется как посредством панели управления, так и через персональный компьютер, благодаря разработанному ПО установки. Программная часть установки представлена разработанным прикладным программным обеспечением (ППО) на стороне ПК исследователя и программным кодом самого микроконтроллера. ППО персонального компьютера осуществляется задание параметров исследования (температура, влажность, длительность), приём и обработка данных с микроконтроллера, и экспорт данных в требуемом формате.

Разработанный прототип позволяет исследовать статические и динамические характеристики чувствительных покрытий на основе функциональных полимеров при различных концентрациях газа-аналита, а также различных показателях температуры (20-80 °С) и относительной влажности (30-90%). Наличие дублирующих обособленных от ПК органов управления и вывода данных позволяет проводить экспериментальные исследования как при его наличии, так и при отсутствии.

Дальнейшее развитие прототипа предполагает расширение диапазона температур исследования образцов функциональных полимеров, внедрение беспроводных технологий и возможности управления за проведением экспериментов, получение и обработку данных при помощи мобильного устройства.

1. Паутов, В.С. Применение функциональных полимеров для построения газоаналитических сенсоров/ В.С. Паутов, А.В. Масленников // Будущее технической науки: сб. материалов XVIII Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019. – С. 398.

УДК 621.6-7

ПРИХОДЬКО Д.В., БУДАРАГИН Р.В., КИСЕЛЕВ Д.И.

РАЗРАБОТКА ПОЛУАВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ БОЛЬШОГО УРОВНЯ МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электрические нагрузки большой мощности используются в качестве пусковых и тормозных резисторов на РЖД и кораблестроении, в СВЧ-технике в виде эквивалентов антенн для тестирования и настройки мощных СВЧ-генераторов, работают в качестве балластных нагрузок в высокочастотных импульсных ускорителях заряженных частиц и т.д. Большие уровни мощности требуют эффективной системы охлаждения. При этом современные требования мобильности, экономичности, компактности и экологичности накладывают жёсткие условия на потребляемую мощность, расход охладителя и массогабаритные размеры данных систем.

Воздушные системы менее затратные, более автономны, но менее эффективны с точки зрения теплофизических характеристик по сравнению с системами жидкостного охлаждения. К недостаткам последних в случае замкнутой схемы циркуляции следует отнести плохие условия для охлаждения рабочей жидкости.

На рисунке представлена система охлаждения СВЧ-нагрузки мощностью до 5кВт, использующая замкнутую схему циркуляции водяного охлаждения в сочетании с воздушным. В докладе представлен тепловой расчёт [1, 2], его результаты легли в основу проектирования системы охлаждения, характеристики которой наиболее полно соответствуют современным требованиям. Работа схемы контролируется системой автоматического регулирования, обеспечивающая низкое электропотребление при уменьшении уровня входной мощности, а также бесперебойную работу при кратковременном нештатном увеличении мощности.

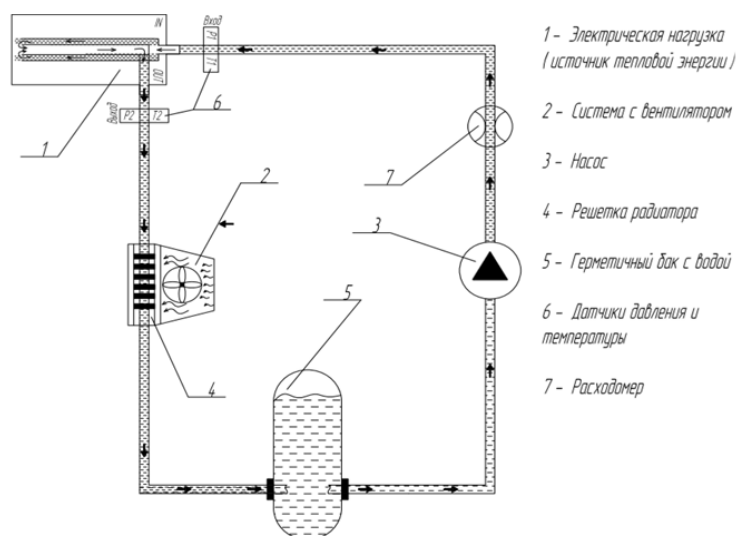


Рис. Система охлаждения СВЧ-нагрузки водяного охлаждения в сочетании с воздушной

Библиографический список

1. **Идельчик, И. Е.** Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга – 3-е изд., «Машиностроение», 1992 – 672 с.
2. **Альтшуль, А. Д.** Справочник по гидравлическим расчётам/ Под ред. П. Г. Киселёва – 3-е изд., «Энергия», 1972

УДК 629.7

РОЗНОВ А.С.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

АО «Экспериментальный машиностроительный завод им. В. М. Мясищева» (г. Жуковский)

Авиационная промышленность играет особо важную роль в Российском машиностроении. Современному самолету во время полета необходимо наличие такой информации, как: относительная и барометрическая высота полета, приборная и истинная скорость полета, температура наружного воздуха, температура топлива в баках и т.д. Все информационные сигналы должны пройти регистрацию, обработку и документирование.

С целью обеспечения современных и перспективных требований, предъявляемых к авиационной технике, ЭМЗ им В. М. Мясищева занимается модернизацией самолетных систем (СС) и оборудования.

Для обработки информационных сигналов необходимо наличие на борту летательного аппарата распределительной вычислительной системы (РВС). РВС- представляет собой программно-технический комплекс, имеет распределённую модульную структуру, обеспечивает регистрацию, обработку, отображение, накопление и документирование параметрической информации самолёта и его систем в реальном масштабе времени при проведении лётного эксперимента, а также при проведении послеполётной обработки его результатов, осуществляет контроль технического состояния самолёта и бортового оборудования при проведении различных видов испытаний и эксплуатации.

Система регистрирует следующие данные: аналоговые сигналы, разовые команды и кодовые параметры следующих самолетных систем: двигателя, системы пожарной защиты, топливной системы, шасси, СКВ- система кондиционирования воздуха, САРД- система автоматической регуляции давления, ПОС- противообледенительная система, гидравлическая система, система управления механизацией крыла, системы электроснабжения, РСО- радиосвязное оборудование, а также регистрируются параметры аэродинамика и температурного состояния подкапотного пространства двигателя.

Базовым конструктивным элементом системы является приемный модуль (ПМ). РВС представляет собой набор приемных модулей в количестве до 30 шт. на каждую интерфейсную линию связи, которые заполняются узлами сопряжения и распределяются на борту самолета, исходя из критерия минимизации объема и длины кабельной сети. Информация от источников сигналов принимается каждым приемным модулем, обрабатывается и передается в персональную электронно-вычислительную машину (ПЭВМ) по мультиплексному и высокоскоростному последовательному каналу обмена. ПЭВМ обеспечивает настройку системы на заранее подготовленную программу сбора, принимает информацию от всех приемных модулей и управляет регистрацией информации на встроенный накопитель.

Благодаря модернизации РВС, она способна обеспечивать выполнение следующих функций: контроль параметров и оценка функционального состояния СС, включая двигательные, в реальном времени; оценка эксплуатационно-функционального состояния СС в полете и на стоянке; документирование результатов контроля и оценки, включая данные об отказах; накопление (регистрация) полетной информации для последующей обработки; а

также позволяет строить системы с многократным резервированием, что позволяет получить практически любую степень надежности.

УДК 681.5

РЯБОВ А.М., ВАДОВА Л.Ю.

ОБЗОР И АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ

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

Термопреобразователь сопротивления (ТС) состоит из одного или нескольких термочувствительных элементов и внутренних соединительных проводов, размещённых в герметичном корпусе с внешними клеммами и выводами для подключения к измерительному прибору. Данные устройства производят измерение и контроль температуры, требуемые в широком спектре задач автоматизации производств. Нарушения технологического процесса на производстве, связанные с выходом температуры за допустимые значения, может привести к выпуску партии бракованного товара, а серьёзные нарушения температурных показателей могут стоить человеческих жизней. Столь серьёзный факт требует от инженера ответственного подхода к выбору ТС.

Основные параметры, определяющие области применения и схемы включения ТС, – температурный коэффициент термопреобразователя сопротивления, номинальное сопротивление, диапазон измеряемых температур и номинальная статическая характеристика.

В качестве рассматриваемых ТС будут выбраны модели: ОВЕН ДТСхх5 ЕХ1А, ЭЛЕМЕР ТС-1088 и ПРОМА ТСП-К. Все модели имеют номинальную статическую характеристику 100П и классы допуска «А» по ГОСТ 6651-2009.

ОВЕН ДТСхх5 ЕХ1А - ТС с коммутационной головкой ЕХ1А, обеспечивающей искробезопасность во взрывоопасных средах. Данный термопреобразователь сопротивления имеет наивысший класс искрозащиты по ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010. Ограничение тока и напряжения в цепях датчика до искробезопасных значений достигается за счет обязательного подключения датчика через барьер искрозащиты (рекомендуется ОВЕН ИСКРА–ТС.02).

Диапазон измеряемых температур данного образца исчисляется от -100 до +450 °С, условное давление от 0,1 до 6,3 МПа. Конструкция может снабжаться как одним, так и двумя чувствительными элементами, степень защиты IP54, либо IP65 для версии с металлической головкой. Параметры искробезопасной цепи: $U_i=10,2$ В; $I_i=200$ мА; $L_i=0,75$ мкГн; $C_i=2,75$ мкФ. Срок службы – 10 лет. Стоимость составляет 2179 руб.

ЭЛЕМЕР ТС-1088 используются для работы с жидкими, твердыми и газообразными средами. Использование данных термометров сопротивления допускается для контроля сыпучих сред, неагрессивных, а также агрессивных, предназначен для измерения температуры различных сред во многих отраслях промышленности (теплоэнергетической, химической и металлургической), а также на объектах атомной энергии в системах безопасности.

Диапазон измеряемых температур варьируется от -50 до +200 °С. Количество чувствительных элементов – 1 или 2. Степень защиты от пыли и влаги: IP54, IP65. Стоимость составляет 1271 руб. Средний срок службы – 6 лет.

ПРОМА ТСП-К подходит для применения в промышленном и индивидуальном учете тепловой энергии. Приборы подобного типа отличаются хорошей устойчивостью к воздействиям внешних факторов. Они отлично противостоят давлению, механическим повреждениям и прочим влияниям.

Степень защиты: IP65 или IP54. Рабочее давление, МПа: 0,01-1,6. Диапазон измеряемых температур: от 0 до 160 °С. Стоимость составляет 1121 руб. Средний срок службы не менее: 10 лет. Гарантия производителя – 4 года.

Исходя из этих сведений следует, что при выборе ТС следует отдать предпочтение продукции производителя «ОВЕН», т.к. ОВЕН ДТСхх5 EXIA обладает хорошими характеристиками, высокой степенью искробезопасности и длительным сроком службы.

УДК 004.89

СЕРПОВ Д.М., МАНЦЕРОВ С.А.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА АРХИВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном производстве все большее внимание уделяется информатизации и автоматизации архивного дела. Для внедрения и апробации таких систем используют как средства построения информационных моделей для определения всех взаимосвязей участников документооборота, так и прикладные технологии реализации (штрих коды и RFID – метки). Но неизменными функциями [1] автоматизированного архива должны оставаться: регистрация входящих, внутренних и исходящих документов; механизм управления ходом работ, надпечатка конвертов, поиск документов по реквизитам, регламентация прав доступа к архиву.

Под архивом принято понимать какую-либо совокупность архивных документов или структурное подразделение. Объединение структурных единиц представляет собой Архивный Фонд Российской Федерации. Упорядочение, автоматизация и информатизация данного направления является не только пожеланием компаний, но и стратегической задачей по организации стандартизации и информатизации документооборота предприятий.

В качестве имитационной модели для изучения всех зависимостей разрабатывается информационная модель. Для построения её, представляющей собой структуру информации для поддержки производственной системы или среды, применяют IDEF1 методологию. Последняя позволяет сформировать архитектуру среды моделируемой системы. В частности, для определения внутренней деятельности не хватает лишь контекстной диаграммы (рис. 1), поэтому используют принципы и диаграммы декомпозиции, которые позволяют масштабировать взаимосвязи между отдельными объектами системы.

Разработка и создание информационной модели происходит в программном обеспечении, подготовленном непосредственно к работе с различными типами диаграмм в форматах IDEF0, IDEF1, DFD с помощью утилиты для их просмотра и редактирования.

Например, к требуемому обеспечению можно отнести RAMUS, поддерживающее масштабирование, туннелирование схемы с взаимосвязью материнской контекстной диаграммы с декомпозированными, дочерними.



Рис.1. Контекстная диаграмма



Рис. 2. Трехуровневая архитектура для online базы данных

Для предприятий, которые не имеют секретности, можно создать автоматизированную систему управления архива на примере on-line библиотеки, построенной на трехуровневой архитектуре (рис. 2), предварительно разработав к ней соответствующую информационную модель устройства и ее работы. Однако немаловажным аспектом является закрытость предприятий и строгая конфиденциальность хранящейся на них информации. Данные условия требуют особой защищенности, повышенной ответственности хранения и передачи такого рода документов. Соответственно применению сети Интернет невозможно, что обязывает использовать внутренние ресурсы предприятия.

В установленных рамках приняты решения о создании среды, которая обособлена от внешнего потока информации, но взаимосвязана с используемым внутреннем ПО (Галактика, АРМ.Диспетчер, TECHCARD), несущим в себе базу сотрудников, привязанных к своим пропускам. Карта, использующая технологии идентификации по методу RFID, является электронной подписью сотрудника при внесении корректировок в реестр архива. По вычленению в базе данных можно задать приоритет сотрудников, что позволит предоставлять различные права доступа к подразделению.

Процесс печати и заготовки при поступлении новой документации будет осуществляться с нанесением штрих-кодов на лицевой стороне конверта, которые в последующем подвергаются сканированию при передаче, хранении и принятии пакета конструкторской и технологической документаций.

Конечным продуктом разработки информационной модели должен стать готовый прототип автоматизированной системы, содержащей понятный рабочий интерфейс для пользователей, который затем может быть внедрен и апробирован тестировщиками в границах предприятия.



Рис. 3. Структура работы автоматизированного архива в упрощенном виде

На рис. 3 можно видеть не только структуру работы, но и цикл перехода документации. Т.е. данная локализованная технология представляет собой суженную контекстную диаграмму, визуализированную на доступном графическом языке. Достоверная альтернатива с участием транзактов (сотрудников), архивариуса и его потоком информации, а также задачами и обязанностями может быть разработана в упомянутом программном обеспечении RAMUS.

Модернизация архивного дела может стать существенным положительным решением развития устаревшего документооборота компаний, что даст возможность точнее распределять зоны ответственности по хранению и получению информации, сокращая при этом не только время, но и трудозатраты архивариусов. Для создания автоматизированных систем разработку лучше начинать с информационных моделей, несущих в себе все ключевые аспекты взаимосвязей и функционирования. При их проектировании необходимо использовать современные технологии и подходы (RAMUS, методологии IDEF, в частности IDEF1), которые позволяют упростить процесс воссоздания будущей модели для внедрения. Для реализации данных систем также следует использовать современные разработки в области радиоэлектроники, например, технологии RFID для идентификации пользователей.

Библиографический список

1. **Алексеева, Е.В.** Архивоведение / Е.В. Алексеева, Л.П. Афанасьева, Е.М. Бурова; под редакцией В.П. Козлова. – 3-е изд., – Москва : АCADEMA, 2005, – 255 с.
2. **Ghante, P.B.** Library Automation / P.B. Ghante, Dr. Ashok Yakkaldevi – Solapur : Laxmi Book Publication ISBN- 978-1-312-77845-0, 2014. – 25 с.
3. **Christina Turcu** Designing and deploying RFID Applications / C. Turcu – Rijeka : Books on Demand ISBN- 978-9-533-07265-4, 2011. – 363 с. – URL: <https://clck.ru/U8o8d> (дата обращения: 06.04.2021).
4. Developing inventory information system using mobile computing with quick response (2d-barcode) and geotagging/ K. Setemen, I.G. Sudirtha2, C.I.R. Marsiti, G.R. Dantes, P.H. Suputra// Journal of Physics: Conference Series, Volume 1516, 2nd International Conference on Vocational Education and Technology (IConVET) Bali: IOP Publishing Ltd, 2019 – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1516/1/012011/pdf>
5. Построение структурной модели в методологии IDEF0: методические указания по выполнению лабораторных работ для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки: 38.03.05 «Бизнес-информатика», 09.03.03 «Прикладная информатика» / сост.: Байкин А.А., Вдовкина Е.Г., Шаповалова С.В.; ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет». – Барнаул: АГУ, 2019. – 6 с.

УДК 681.58

ТУРАДЖЕВ Р.Э., ГУСЬКОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДАТЧИКА МОМЕНТА ГИРОСКОПА В ПАКЕТЕ ПРОГРАММ COMSOL

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

Индикаторные трехстепенные управляемые гироскопы на сферической шарикоподшипниковой опоре широко применяются в качестве чувствительных элементов индикаторных гироскопических стабилизаторов. Точность стабилизации и управления нагрузкой гироскопического стабилизатора в значительной мере определяется характеристиками датчика момента чувствительного элемента (гироскопа).

Объектом исследования является гироскоп на сферической шарикоподшипниковой опоре серии Д-7 разработки АНПП «Темп-Авиа» (г. Арзамас). В ходе эксплуатации установлено, что при воздействии повышенных температур максимальная скорость управления гироскопа является величиной непостоянной (разброс максимальной скорости управления достигает 20%). Это связано с нестабильными магнитными свойствами ферритового

магнитопровода и пермаллового сердечника электромагнитного моментного преобразователя.

Известные аналитические модели магнитных цепей в большинстве своем учитывают только магнитные сопротивления воздушных зазоров и не принимают во внимание сопротивление магнитопровода. Кроме того, такие модели составлены со множественными допущениями и являются весьма приближенными. В тоже время современное специализированное программное обеспечение позволяет проводить численные исследования различных физических процессов.

Целью данной работы является исследование возможности использования пакета программ COMSOL Multiphysics для моделирования физики процессов электромагнитного датчика момента, а также поиск путей повышения стабильности скорости управления гироскопа серии Д-7 на сферической шарикоподшипниковой опоре при температурных воздействиях.

При помощи пакета программ COMSOL Multiphysics была разработана 3D модель датчика момента гироскопа на сферической шарикоподшипниковой опоре, которая позволяет определять распределение магнитного поля в пространстве, оценить влияние как внутренних, так и внешних факторов на магнитные свойства датчика момента и гироскопа в целом. Математическая модель исследовалась во временной области, что позволило учесть магнитные свойства магнитопровода, параметры катушки и среды. Разработанная модель позволила получить индукцию, напряженность магнитного поля, магнитную проницаемость материала магнитопровода в динамически изменяющемся временном диапазоне и при различной температуре окружающей среды.

Для решения проблемы по обеспечению стабильности скорости управления было предложено использовать в качестве материала магнитопровода электротехническую сталь либо комбинированное кольцо, состоящее из двух колец – ферритового внутри стального.

В работе исследованы магнитные свойства датчика момента и гироскопа при различных материалах ротора, в том числе и комбинаций (ферритовый, электротехническая сталь и комбинированный). Проведено численное моделирование изменения параметров, выработаны рекомендации по изменению конструкции, позволяющие улучшить выходные характеристики гироскопа.

УДК 00(082)

УЛИЦЫНА Т.А., САФРОНОВ И.В.

ТРЕХКООРДИНАТНАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ МАШИНА HEPA12-9-7 В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной промышленности вопрос контроля качества деталей и оснастки становится одним из наиболее актуальных, что связано как с непрерывным развитием и усложнением машин и механизмов, так и с жесточайшей конкуренцией среди производителей, а также с ростом требований заказчика к качеству изготавливаемой продукции [1]. Контроль качества превращается в обязательную операцию в технологической цепочке, без которой останавливается дальнейшее производство деталей либо сборка машины [2]. На первое место выходят такие критерии, как качество и скорость проведения измерений. Традиционные средства измерения уже не в состоянии обеспечить требуемую точность и производительность. Несомненно, координатно-измерительные машины (далее КИМ) становятся будущим современной метрологии.

Стационарные КИМ позволяют легко и быстро производить сложные измерения, которые невозможно выполнить при помощи традиционных средств контроля. Они дают возможность осуществлять контроль сложных поверхностей с помощью контактного сканирования и дальнейшего сравнения с математической моделью. Обладая высочайшей точностью, благодаря устройствам термо- и виброкомпенсации, КИМ способны работать как в лаборатории, так и в цеховых условиях, сохраняя при этом заявленные характеристики.

Машины трехкоординатные измерительные оснащены базовым программным обеспечением, специально адаптированы для задач, решаемых на КИМ. Оно включает в себя универсальную программу PC-DMIS, которая является стандартной для ручного и микропроцессорного измерения деталей с правильными ограничивающими поверхностями и сложной геометрической формой. Данное ПО позволяет измерять, сканировать, анализировать и получать отчет о трехмерных геометрических параметрах детали, включая криволинейные поверхности и прочие. Вычислительные алгоритмы ПО расположены в заранее скомпилированных бинарных файлах и не могут быть модифицированы, они блокируют редактирование для пользователей и не позволяют удалять, создавать новые элементы или редактировать отчеты.

Применение координатно-измерительных машин на производстве способствует решению многих метрологических задач: оперативное измерение геометрических размеров простых и сложных деталей, включая детали, измерение которых может вызвать затруднение и потребовать больших материальных и физических затрат; сокращение времени на наладку станков ЧПУ, изготавливающих проверяемые детали; исключение брака путем постоянного контроля точности процесса обработки деталей.

Библиографический список

1. **Мансуров, Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.
2. **Мансуров, Р.Ш.,** Лещенко Е.С. Определение конкурентоспособности предпринимательских структур участниками на разных уровнях управления. Сборник научных трудов «Ученые записки: Роль и место цивилизованного предпринимательства в экономике России». Выпуск XXXII. – Москва: Российская академия предпринимательства; Агентство печати «Наука и образование», 2012

УДК 00(082)

УЛИЦЫНА Т.А., ЛЕЩЕНКО Е.С.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕКТРОФОТОМЕТРА COLOR-GUIDE 45/0

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Спектрофотометр — прибор, предназначенный для измерения отношений двух потоков оптического излучения, один из которых — поток, падающий на исследуемый образец, другой — поток, испытавший то или иное взаимодействие с образцом [1]. Устройство является более точным и универсальным в применении, чем колориметр, поскольку не просто сравнивает цвета для определения их схожести, а дает конкретные параметры спектра, то есть полное название [2]. При подборе цветов оперировать такими данными гораздо удобней, чем просто сравнивая эталон и образец, постоянно корректируя оттенок последнего под необходимые параметры.

Это сугубо профессиональный и достаточно дорогостоящий прибор. Его используют на производствах для контроля сырья, чтобы готовая продукция разных партий полностью соответствовала друг другу. Именно благодаря использованию спектрофотометров колоран-

ты, краски, мебель и многие другие товары всегда имеют одинаковый заявленный цвет, даже если относятся к партиям продукции произведенной в разные годы.

Прибор направляет на измеряемый предмет или вещество пучок света, который отражается с поверхности либо пропускается сквозь нее (у жидкостей и пленок).

Принцип его работы позволяет проводить анализ различных поверхностей и веществ:

- твердые плоские предметы,
- жидкости,
- гранулы,
- порошки,
- пленки.

Основные принципы действия спектрофотометра, отдельные оптико-механические схемы, блоки и узлы находят свое применение в различных специализированных приборах и автоматических анализаторах для различных исследований. Также в качестве индивидуального задания была проделана небольшая экспериментальная работа на спектрофотометре Color-guide 45/0 согласно методике. В качестве проверяемой детали был взят «Карман двери левый/ правый" №1669060XCF(1001650)/1669069XCF(1001653). На данной детали предусмотрены проверки разными средствами измерения, в том числе и спектрофотометром Color-guide 45/0. В ходе проверки было сделано заключение, что детали на время начала первой смены были годными.

Библиографический список

1. Мансуров, Р.Ш. Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Р.Ш. Мансуров, Лещенко Е.С. – Н. Новгород, НГТУ, 2013. – 215 с.
2. Мансуров, Р.Ш. Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.

УДК 00(082)

УЛИЦЫНА Т.А., МАНСУРОВ Р.Ш.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА МЕТОДОМ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ВЗВЕШИВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Плотность – это физическая величина, определяемая для однородного вещества его массой в единице объема (величина, обратная удельному объему вещества).

Плотность неоднородного вещества – это соотношение массы и объема, когда последний стягивается к точке, в которой измеряется плотность. Отношение плотностей двух веществ при определенных стандартных физических условиях называют относительной плотностью; для жидких и твердых веществ ее измеряют при температуре t , как правило, по отношению к плотности дистиллированной воды при 40 С, для газов - по отношению к плотности сухого воздуха или водорода при нормальных условиях.

Плотность веществ обычно уменьшается с ростом температуры (из-за теплового расширения тел) и увеличивается с повышением давления. При переходе из одного агрегатного состояния в другое плотность изменяется скачкообразно.

Совокупность методов измерения плотности жидкостей и твердых тел называют денсиметрией. Некоторые методы денсиметрии применимы также к газам. Иные методы определения плотности основаны на связи ее с параметрами состояния веществ (например, плотность идеальных газов может быть вычислена по уравнению Клапейрона-Менделеева).

Это изобретение относится к способу гидростатического взвешивания твердого тела для определения его плотности, включающего в себя: определение массы тела, погружение тела в емкость с рабочей жидкостью, уравновешивание тела до достижения гидростатиче-

ского состояния, определение выталкивающей силы и последующий расчет плотности тела по отношению его массы к объему, рассчитанному исходя из значений выталкивающей силы и плотности рабочей жидкости.

Изобретение относится к технике гидростатического взвешивания для определения плотности твердых тел, оборудования для его реализации и может быть использовано для определения плотности твердых тел в различных отраслях техники.

Измерение физических параметров вещества, в том числе вязкости и плотности, является важной задачей, которая будет постоянно стоять перед химиком-технологом. Необходимо не только подобрать подходящий инструмент и правильно им воспользоваться, но и верно определить диапазон измерений, а также следить за тем, чтобы эти свойства не изменялись на самых сложных участках технологической схемы, либо автоматически регулировались [1].

-
1. Мансуров, Р.Ш. Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Р.Ш. Мансуров, Лещенко Е.С. – Н. Новгород, НГТУ, 2013. – 215 с.

УДК 629.7.058.68

ШАРОВА М.А., ПАВЛОВ В.А.

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СПОСОБОВ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ДИНАМИЧЕСКИ НАСТРАИВАЕМОГО ГИРОСКОПА

Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина

Датчики угловых скоростей (ДУС) для различных объектов кратковременного действия, входящие в состав прецизионных инерциальных систем управления (ИСУ), должны отвечать самым жестким требованиям по точности для максимально точного корректного управления подвижным объектом.

Повышение точности как датчика, так и ИСУ в целом за счет изменения его конструктива – ужесточение допусков на основные детали и узлы – приведут к существенному увеличению стоимости ДУС. В тоже время алгоритмические способы повышения точности датчика путем использования современных IT – технологий принесут предприятию значительный экономический эффект без увеличения стоимость самого ДУС. Поэтому в основу нового алгоритма заложено использование современных IT – технологий, что принесет предприятию - изготовителю значительный экономический эффект без увеличения стоимости самого датчика.

Исследование посвящено решению важной задачи – значительному повышению точности серийно выпускаемых динамически настраиваемых гироскопов (ДНГ) и прецизионных ИСУ на их основе за счет улучшения точностных характеристик ДНГ.

Применяя новейшие информационные технологии, разработан новый метод и алгоритм его реализации, позволяющий на стадии регулировки ДНГ исключить систематическую составляющую и адекватно оценить и скомпенсировать случайную составляющую, тем самым повысить его точность.

В качестве дополнительного преимущества в новом методе выступает возможность объективно проводить учет компонент погрешностей, причиной возникновения которых является сервисная электроника, обеспечивающая работу ДНГ в составе БИНС.

Разработанное программное обеспечение, предназначенное для анализа погрешностей ДНГ методом вариации Аллана, успешно прошло государственную регистрацию в Федеральной службе интеллектуальной собственности (Роспатент) и является интеллектуальной собственностью АО «АПЗ им. П.И. Пландина» (авторы Дядин С.С. и Шарова М.А.)

Исследование завершилось проведением апробации нового метода, которая подтвердила высокую степень адекватности нового алгоритма и программного обеспечения для его реализации в сравнении с ныне используемым методом. Внедрение в серийное производство нового алгоритма на стадии регулировки ДНГ позволит существенно расширить область его применения, а именно для тех комплексов наземного оборудования, где требования по точности существенно выше.

УДК 621.31

ШАРУН К.В.

РАЗРАБОТКА БЛОКА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СЕРВЕРОВ МОДУЛЬНОГО ТИПА

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

В настоящее время существует большой класс задач, требующих высокой концентрации вычислительных средств, – сложные ресурсоемкие вычисления (математическое моделирование), задачи по обслуживанию большого числа пользователей (интернет-сервисы) и др. Увеличение числа вычислительных модулей в вычислительном центре требует новых подходов к размещению серверов, а также приводит к росту затрат на помещения для центров обработки данных, их электропитание, обслуживание и охлаждение.

Для решения этих проблем были созданы так называемые Blade-сервера [1]. Их преимущество заключается в том, что они занимают в два раза меньше места, потребляют в три раза меньше энергии и обходятся в четыре раза дешевле по сравнению с обычными серверами.

Однако уменьшение размеров сервера при сохранении его производительности и надежности требует дополнительной системы охлаждения и постоянного контроля за ее работой. Таким образом, появляется необходимость в разработке блока контроля температуры системы охлаждения модульных серверов.

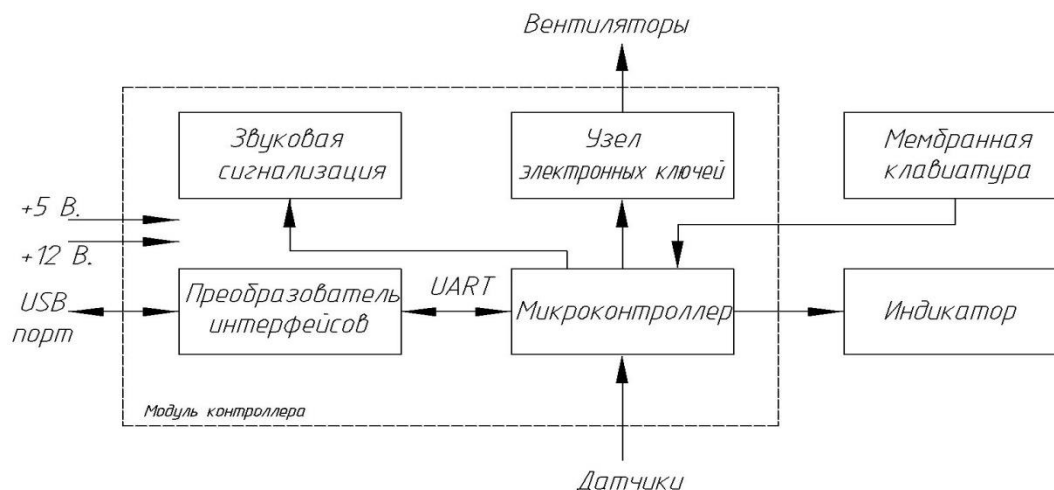


Рис. Схема электрическая структурная разрабатываемого блока контроля температуры компонента охлаждения модульного сервера

Рассмотрим отдельные элементы разрабатываемого блока. С помощью мембранной клавиатуры происходит изменение настроек контролируемых параметров. Затем микроконтроллер формирует сигналы управления вентиляторами, используя ШИМ. Во время работы блока на индикатор выводятся контролируемые параметры (температура, количество оборотов вентиляторов).

Если температура внутри Blade-системы будет ниже заданного значения, то соответствующий вентилятор будет выключен. Если же температурный режим будет превышать заданные параметры, то обороты вентилятора должны автоматически плавно повышаться, а при достижении максимальных значений вращения вентилятора сопровождаться звуковым сигналом, уведомляющим пользователя о критической работе системы в целом.

Применение разрабатываемого блока позволит пользователю не только контролировать температуру внутри Blade-системы, но и управлять системой охлаждения в целом, создавая точку контроля температуры.

1. **Леохин Ю.Л.** Тенденции развития науки и техники в области производства серверного оборудования для дата-центров / Ю.Л.Леохин, Дворецкий И.Н.// Известия вузов. Приборостроение, 2013 .- т.56, №12 .

УДК 681.5

ШОЛОХОВ Г.В., МАСЛЕННИКОВ А.В.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕКУПЕРАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ МОЮЩЕГО РАСТВОРА НА УЧАСТКЕ ПОКРАСКИ

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

Некорректная переработка и утилизация отходов самых различных производств наносит серьезный вред экологии. К наиболее опасным отходам, непосредственно выбрасываемым в окружающую среду, относятся сточные воды. Сточные воды присутствуют на любом предприятии, одни: вполне приемлемы для утилизации в почву и рекуперации для повторного использования, другие же категорически запрещено непосредственно сливать в окружающую среду, т.к. требуется проведение соответствующего вида очистки перед их сбросом.

Подготовка детали к покраске проходит в несколько этапов. Первый, а зачастую основной – мойка детали. После производства на деталях остаются масляные пятна, пыль и грязь, которую не удастся удалить простой проточной водой. Для очистки используют либо кислотный, либо щелочной раствор под давлением. После смывки деталь отправляется на следующий этап подготовки, а смесь моющего раствора, шлама и масляной пленки остается в приемке. Данную смесь запрещено отправлять в канализацию, в тоже время в ней содержится некоторое количество моющего раствора, приемлемого для повторного использования. Решить задачи рекуперации и утилизации использованного моющего раствора и обезопасить сбрасываемые стоки поможет установка локального очистного сооружения (ЛОС).

ЛОС состоит из нескольких ёмкостей и фильтров. Первый фильтр грубой очистки располагается в приемке и защищает откачивающий насос от попадания в него шлама и различного рода посторонних деталей. Таким образом, через насос поступает только загрязнённый раствор в первую ёмкость, которая играет роль накопителя. Во второй ёмкости происходит отбор масляной плёнки с поверхности, после чего вода через ряд фильтров отправляется на рекуперацию, а излишки – на утилизацию. Рекуперация происходит за счёт понижения или повышения водородного показателя рН добавлением моющего концентрата. Перед утилизацией происходит нейтрализация водородного показателя рН до 7.0 ед.

Автоматизация процесса очистки происходит за счёт управляемых трёхходовых и двухходовых клапанов, насосов и дозаторов. Показания считываются по датчикам уровней и рН-метрам. Необходимые сигналы заведены в контроллер, который связан с сенсорным экраном. Написанное программное обеспечение позволяет выбрать два режима работы: автономный или ручной. При ручном управлении возможна корректировка как в нескольких, так и в одном блоке системы, что позволяет изменить один параметр, оставив систему автономной.

Таким образом, внедрение ЛОС позволяет не только снизить объем вредных и опасных стоков производств и нанесение вреда окружающей среде, что в соответствии с законодательством влечет определенные санкции, но и восстановить часть рабочего раствора и вернуть его в производство. Такой технологический прием приводит к значительному уменьшению расхода концентрированного раствора, что приводит к снижению конечной себестоимости изготавливаемого изделия и повышению эффективности всего производства в целом.

ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

УДК 658.5

БЕССЧЕТНОВА Е. А., КОРОВИН М. С.

КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА И ЦИКЛ PDCA

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексеева

Работа Уолтера Шухарта [1,2] существенно изменила представление о реальном мире. Он показал, что мир сложен, и точно предсказать результат большинства реальных процессов невозможно в принципе. В основе концепции контрольных карт Шухарта лежит понимание технологического процесса как случайного, подверженного влиянию многих факторов. Причины вариабельности могут быть двух видов: общие и особые. Разделение причин на виды принципиально, потому что борьба с вариабельностью процесса в этих двух случаях требует различного подхода.

Общие причины вариаций – это результат совместного воздействия большого числа случайных факторов. Особые причины возникают из-за внешних воздействий на процесс. Они связаны с приложением к процессу незапланированных воздействий, не предусмотренных его норм ходом. Часто такое воздействие оказывает менеджер, когда обнаруживает отклонение в показателях процесса. Стремясь "улучшить" процесс, менеджер принимает решение о корректировке процесса в направлении противоположном появившемуся отклонению. Для стабильного процесса такое воздействие является дестабилизирующим.

Распространение концепции Шухарта идет крайне медленно [3] и основной причиной этого является отсутствие статистического мышления у большинства менеджеров. Поэтому, в современном производстве контрольные карты используются только как средство контроля технологических процессов. Возможности карт Шухарта как средства улучшения процессов используются крайне редко.

При использовании контрольных карт Шухарта для улучшения процессов их необходимо рассматривать как элемент цикла постоянного улучшения PDCA. Главной задачей использования цикла является понимание процесса. На первом этапе (P) делается предположение о причинах неудовлетворительного состояния процесса и разрабатывается улучшающее воздействие. На втором этапе (D) это действие применяется, а на третьем этапе (C) рассматриваются полученные результаты, и дается оценка наблюдаемых изменений. На четвертом этапе (A) делаются выводы из итоговых показателей применения улучшающего воздействия. Именно на последних двух этапах и используются карты Шухарта, что создает основу понимания процесса [4] и в итоге позволит улучшить процесс – добиться его стабильного состояния.

Библиографический список

1. **Shewhart, W.** Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control/ - New York; Dover Books on Mathematics, 1986. - 178 с.
2. **Уилер, Д., Чамберс Д.** Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Д. Уилер, Д. Чамберс – М.: Альпина Бизнес Букс. 2009. – 409 с.
3. **Адлер, Ю. П.** Практическое руководство по статистическому управлению процессами / Ю. П. Адлер, В. Л. Шпер. - М.: Альпина Паблишер, 2019. - 350 с.

4. Уилер, Д. Понимание вариабельности как ключ к устранению организационного хаоса / Пер. с англ. - М: Lean Institute Russia, 2020. - 192 с.

УДК 331.1

МАНСУРОВ Р.Ш., ЛЕЩЕНКО Е.С., ЗУБОВ Н.В.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексеева

Внедрение бережливого производства предполагает выявление и устранение всех факторов, которые приводят к производственным потерям, а также определение наиболее рациональных способов роста эффективности труда.

Начиная с 2014 г. группа компаний ГАЗ начала выпуск нового продукта – цельнометаллический фургон газель NEXT VAN. На сегодняшний день выпущено уже более 10 000 экземпляров. Если рассматривать производственную цепочку выпуска, то на каждом этапе возникают определенные трудности при отладке производственных процессов для выпуска газели NEXT VAN. Ежемесячно план по производству данного продукта увеличивается, и время на отработку кузова на каждом переделе сокращается. Внедрение элементов бережливого производства позволяет уменьшить время отработки кузова.

Рассматриваемый процесс входит в комплекс мероприятий по росту производительности цеха, улучшения качества выпускаемой продукции и уменьшения времени, которое затрачивается на единицу продукции, на 2,5%. Необходимо добиться уменьшения времени, которое тратится на протирку кузова газель NEXT VAN.

Для достижения данных задач в компании применялись инструменты бережливого производства, а именно:

1. Хронометраж каждого рабочего места. Данный инструмент заключается в описании рабочей системы, особенно, производственной технологии, условий труда и используемых методов, а также в определении относительного количества, параметров воздействия, степени результативности и фактического времени для отдельных этапов производственного процесса.
2. Система «Кайдзен». Система кайдзен является особой культурой, которая побуждает к ежедневным постоянным усовершенствованиям на всех рабочих местах, приводящая к совершенствованию всего технологического процесса.
3. Система 5S. Данная система подразумевает метод организации рабочего места, который значительно повышает эффективность и управляемость операционной зоны, улучшая корпоративную культуру, а также сохраняет время. Система 5S состоит из сортировки, соблюдения порядка, содержания в чистоте, стандартизации и совершенствования [1].
4. Решение проблемы 1×1. Суть данного метода состоит в том что, сначала формулируется гипотеза, а далее экспериментальным путем данные предположения проверяются. Таким образом, последовательно, определяется самое слабое звено в производственной цепочке.

Цельнометаллический фургон газель NEXT VAN является принципиально новым продуктом, который смог вобрать в себя современные технические решения, комплектующие от ведущих мировых производителей, строгий контроль качества, максимальный объем грузового отсека (13,5 куб. м), удобные и широкие проемы задней и сдвижной двери, надежная фиксация груза, а также уделено большое внимание функциональности и эргономике салона и комфорту водителя и пассажиров.

При запуске в массовое производство данного, технически сложного, автомобиля возникло немало сложностей, которые не были выявлены при производстве опытных образцов.

-
1. Мансуров, Р.Ш. Определение эффективных стратегических проектов в промышленности: монография / Р.Ш. Мансуров, Е.С. Лещенко, С.П. Бараненко, А.С. Ермилин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 233 с.

УДК338.12.2(7)

САФРОНОВ И.В., МАНСУРОВ Р.Ш.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ ПО ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧАСТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На современных промышленных предприятиях закупочная деятельность является неотъемлемой частью всего организационно-управленческого процесса, без которой невозможно осуществлять бесперебойное изготовление продукции. Процессы закупок на сегодняшний день стали важным составным элементом всей логистической цепочки промышленного предприятия, т.е. их подсистемой.

Главными документами, регламентирующими закупочную деятельность частных предприятий, является Конституция РФ, Гражданский кодекс РФ, федеральные законы и нормативные акты, Устав общества и положение о закупках, которое в свою очередь определяет требования к закупкам, порядок и проведение процедуры закупок, а также процесс принятия решений.

Необходимо отметить, что есть определенные сферы деятельности, которые не являются основными для промышленного предприятия и положения о закупочной деятельности организаций по производству продукции не регулируют отношения с куплей-продажей ценных бумаг, валюты, драгоценными металлами, оборотом продуктов на товарной бирже. Отдельно следует выделить отношения связанные с международными договорами РФ, исполнение обязательств с иностранными юридическими лицами, предметом договора которых являются поставка продуктов и процессы оказания услуг выполняемые за пределами РФ и отношения связанные с открытием головным исполнителем поставок товаров по государственному оборонному заказу, которые регулируются Федеральным законом от 29 декабря 2012 года №275-ФЗ «О государственном оборонном заказе».

Для развития и усовершенствования основных положений по закупочной деятельности промышленных предприятий необходимо определить порядок взаимодействия структурных подразделений организации, тендерной комиссии и всех остальных участников, заинтересованных в принятии окончательных и промежуточных решений влияющих на эффективность и производительность предприятия. Эти процессы регулируются внутренними нормативными актами, которые позволяют найти итоговое компромиссное решение всех локальных стейкхолдеров [1].

К основным целям закупочной деятельности промышленного предприятия можно отнести: добросовестное развитие конкуренции, своевременное удовлетворение потребностей предприятия в необходимых производственных ресурсах, постоянное расширение возможностей для участия различных поставщиков, чистота и прозрачность закупок, а также определенная часть злоупотреблений сотрудниками предприятий при проведении данных процессов.

Для достижения указанных целей сотрудникам предприятий при проведении процедур закупок необходимо придерживаться определенной степени информационной открытости, которая будет достаточной для участников торгов при принятии решений в условиях открытой конкуренции [2].

Библиографический список

1. Мансуров Р.Ш. Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.
2. Основные принципы ФСА в управлении промышленными предприятиями. Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы Международной научно-практической конференции. – Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 222 с.

УДК338.12.2(7)

САФРОНОВ И.В., МАНСУРОВ Р.Ш.

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ЗАКУПОК НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Классифицировать способы закупок можно как конкурентные и неконкурентные. Конкурентные способы закупок заключаются в отборе из нескольких независимых участников наилучшего предложения, которое удовлетворяет условиям и требованиям предприятия – организатора. Конкурентные закупки состоят из запроса предложений, запроса цен, конкурентных переговоров и сбор технико-коммерческих предложений [1].

Запрос предложений это процесс, при котором предприятие – организатор от своего имени приглашает всех заинтересованных поставщиков (стейкхолдеров) принять участие в поставке определенной продукции или услуге на установленных условиях. Процесс выбора победителя основывается на удовлетворении всех требований предприятия – организатора и основным критерием может быть не только цена. В современных условиях хозяйствования это наиболее эффективный способ закупки, который удовлетворяет всех участников рынка.

Запрос цен. Это процесс, в котором предприятие – организатор также как и в запросе предложений оповещает все участников о проведении конкурентного конкурса на поставку определенной продукции или услуги.

Конкурентные переговоры – это процесс, в котором принимают участие все заинтересованные стороны (стейкхолдеры) и выявляется участник, предложение которого наиболее соответствует требованиям предприятия – организатора.

Неконкурентные закупки это закупки, которые не предполагают коммерческого соперничества между потенциальными победителями результатов закупки. Неконкурентные закупки можно разделить на аварийные закупки, закупка у единственного поставщика и мелкая закупка.

Аварийная закупка это закупка, которую организует предприятие в результате непредвиденной аварии. С позиции руководства предприятия данную ситуацию нужно исправить в кратчайшие сроки и поэтому нет времени на проведение конкурентных торгов и все решается с единственным поставщиком. Но у данного поставщика должна быть хорошая история взаимодействия с предприятиями и он является компетентным участником в удовлетворении данного спроса.

Закупка у единственного поставщика это процесс, при котором поставщик является единственным производителем данной продукции или услуги. В такой ситуации у предприятия – организатора нет других альтернатив по выбору поставщика и он становится потенциальным победителем закупки. В таких условиях предприятию – организатору сложно выставлять какие-то дополнительные требования к поставщику-победителю, т.к. он заранее знает о своем выигрышном положении.

Мелкая закупка это закупка, которая заключается в поставке на предприятие-организатора закупок недорогих изделий или комплектующих, а также услуг, которые не превышают установленного лимита денежных средств руководством предприятия.

Из всего перечисленного можно сделать вывод о том, что анализ способов закупок на промышленном предприятии является важной составляющей всей системы управления предприятием и который позволяет принимать эффективнее решения [2].

Библиографический список

1. **Мансуров, Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.
2. **Сафронов, И.В.** Основные принципы ФСА в управлении промышленными предприятиями. Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: материалы Международной научно-практической конференции. – Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 222 с.

УДК 336

ХАЙРЕТДИНОВ А.Х.

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЧАСТНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Так или иначе, достаточно большое количество людей хотят быть уверенными в завтрашнем дне. Несомненно, деньги, как и любой другой человеческий продукт, стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Одним из успешных и актуальных (за рубежом) способом сохранения своих денежных средств является инвестирование. Под инвестированием подразумевается вложение свободных средств в различные инвестиционные инструменты: акции, облигации, индексные инвестиционные фонды и др. Благодаря инвестированию можно вложить свои деньги на достаточно большой срок (речь идет именно об инвестировании, а не о трейдинге или же спекулятивных операциях) и получить хорошую прибыль от операций совершенных, как минимум, 3 года назад и больше [1].

Вовлеченность населения в инвестиционный процесс в России весьма маленькая, хотя имеет относительно позитивную динамику.

Обратимся к сайту Московской биржи [2], на котором взглянем на статистику по клиентам за последние года. Рассмотрим период с конца 2019 года. По статистической информации по клиентам участников торгов фондового рынка Московской Биржи на 2019 год частных инвесторов (зарегистрированных клиентов в Системе торгов) было около 6,2 миллионов. Правда активных инвесторов, совершивших хотя бы одну сделку в месяц, всего лишь 412 000 тысяч.

Теперь взглянем на март 2021 года, на конец которого количество инвесторов составляло уже 18,2 миллиона. Активных же примерно 1,9 млн. Прирост за 1,5 года составил 194% в лице клиентов, имеющих брокерский счет и 361% инвесторов, совершивших хотя бы одну операцию на рынке ценных бумаг в течение месяца.

О чем это говорит? Заинтересованность населения в рынке ценных бумаг растет с каждым годом и достаточно быстро. Однако инвестирует только примерно 12,6% населения России (активных из них 1,2%), что не является положительным фактором к финансовой грамотности населения, так как рассматривать количество частных инвесторов на публичном фондовом рынке можно и как показатель экономики страны. Для страны, претендующей на роль мирового финансового центра, это очень низкие цифры в 2021 году, даже когда вовлеченность населения в инвестиционный процесс стало заметно больше, чем в прошлом.

Одним из успешных методов привлечения людей на рынок ценных бумаги стал ИИС (Индивидуальный Инвестиционный Счет), который появился в Российской Федерации в 2015 году. Индивидуальный инвестиционный счет – уникальный специализированный счет,

главной целью которого является инвестиция денежных средств инвесторов в ценные бумаги для получения от операций на рынке дохода или иного полезного эффекта [3].

Российский рынок ценных бумаг очень молодой по сравнению с тем же рынком США. Однако быть может в этом и есть его перспективный плюс? Чем раньше люди начнут инвестировать в недооценённый рынок, тем выше будет их потенциальный и приемлемый доход в будущем, который пригодится для их материального благополучия.

Библиографический список

1. Разумный инвестор: Полное руководство по стоимостному инвестированию / Бенджамин Грэм ; Пер. с англ. – 5-е изд. – М. : Альпина Паблицер, 2020. – 568 с.
2. Статистика по клиентам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.moex.com/s719>, свободный – Загл. с экрана.
3. **Борисова, О.В.** Инвестиции. В 2 т. Т.1. Инвестиционный анализ: Учебник и практикум / О.В. Борисова – Люберцы: Юрайт, 2016. – 218 с.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

УДК 004.045

ГОРЕНКОВА А.В.¹, ЧЕКАЛОВА С.А.^{1, 2}**ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ**Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
Приволжский исследовательский медицинский университет²

С развитием технологий диагностирования различных заболеваний появляется всё больше задач по автоматизации обработки полученной в ходе исследования информации. Оптическая когерентная томография – неинвазивный метод исследования внутренней микроструктуры объектов с высоким разрешением, основанной на проникающей способности оптического излучения. Метод активно используется в офтальмологии, стоматологии, дерматологии и других областях [1, 2]. С распространением метода возникает задача автоматического выделения сегментов объекта ОКТ-изображений с помощью различных автоматических средств для последующего анализа лечащим врачом.

В работе рассматривается программный комплекс для предварительной обработки и улучшения качества изображений, полученных при проведении оптической когерентной томографии, а также создание базы данных таких изображений для последующего их анализа. Данный комплекс позволит подготовить снимки для локализации различных слоёв кожных покровов и последующего выделения патологических изменений на основе собранных данных.

Программа выполняет следующие действия: снижает количества шума на исходном изображении; выделяет границы исследуемой области; заносит полученные результаты в базу данных.

За основу выделения краёв на изображении взят алгоритм Кенни. Первоначально производится фильтрация шума с помощью свёртки Гаусса с ядром (1)

$$F_{gauss}(i, j) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{i^2 + j^2}{2\sigma^2}\right), \quad (1)$$

где i, j – координаты пикселя изображения; σ – радиус размытия шума.

Границы на изображении могут находиться в различных направлениях, поэтому алгоритм Кенни использует четыре фильтра для выявления горизонтальных, вертикальных и диагональных границ. Для вычисления градиента и его направления используется оператор Собеля. Из этого градиента получается угол направления границы, который округляется до 0° , 45° , 90° или 135° . Затем выполняется подавление немаксимумов – локальные максимумы градиента в соответствующем направлении отмечаются как границы. После чего с помощью двойной пороговой фильтрации определяются точные границы на изображении.

По полученным границам возможно произвести сегментацию слоёв кожного покрова для анализа. В дальнейшем на основе анализа сегментированных слоёв будет возможно автоматизированное определение участков кожи, которые отличаются от здоровых показателей, а также выделение участков инородных тел в коже и патологических изменений кожных покровов.

Библиографический список

1. 3D-оптическая когерентная томография: прижизненная оценка морфологических особенностей здоровой кожи и патоморфологическая диагностика дерматозов [Текст]: учеб.-метод. пособие для врачей / Петрова Г.А., Петрова К.С., Немирова С.В., Потеев Н.Н., Ксенофонтов С.Ю., Василенкова Т.В. – Нижний Новгород: Изд-во Издательство «ИП Якушов Ю.И.», 2018. – 150 с.
2. Оптическая когерентная томография в медицинской диагностике [Электронный ресурс]: электрон. метод. указания / сост. В.Н. Гришанов. – Самара: Изд-во СГАУ, 2015. – 37 с.

УДК 519.25

ДОГИН Д. В., ДОЛГИХ С.Г., ЗАЙЦЕВ А.И.

ОБРАБОТКА БОЛЬШОГО МАССИВА ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Тихоокеанский океанологический институт им В.И. Ильичева

Невысокий процент предсказания цунами ставит задачи поиска новых методов прогноза, которые позволят определить с высокой точностью, является ли землетрясение цунамигенным или нет. К таковым методам можно отнести современный деформационный метод определения цунамигенности. Также возможно определить такие события, как движение циклона, сход оползня и т.д.

Измерительный комплекс, с данными которого проводилась работа, включает в себя: лазерный деформограф, лазерный нанобарограф и лазерные измерители вариаций давления гидросферы. Эти приборы позволяют получать данные вариаций микродеформаций земной коры с точностью 0,3 нм, вариаций атмосферного и гидросферного давления с точностью 50 мкПа в частотном диапазоне от 0 (условно) до 1000 Гц. Применение экспериментальных данных этих приборов совместно с данными метеостанции и всемирных служб позволят получить новые знания об основных параметрах тайфунов и штормовых нагонах.

Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы разработать модель, которая быстро обрабатывает данные лазерного деформографа. Реализован весь необходимый предпроцессинг. Программный модуль обрабатывает большой поток данных с приборов и определяет произошедшее событие.

Предлагаемая к рассмотрению модель состоит из трех сверточных и двух полносвязных слоев.

УДК 532.59

КОКОУЛИНА М. В., КУРКИНА О. Е., КУРКИН А. А.

ПРОТОТИП ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ОНЛАЙН СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРЕННИХ ВОЛН В ОХОТСКОМ МОРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Для понимания процессов изменчивости полей внутренних волн в океане и их взаимодействия с окружающей средой необходимо проводить контактные измерения и анализ полученных данных. В связи с тем, что регистрация внутренних волн — это трудоемкий и экономически затратный процесс, количество натуральных наблюдений внутренних волн ограничено, но благодаря развитию наблюдательных сетей в океане появилось большое количество гидрологических данных в открытых источниках, что позволяет проводить исследова-

ние и анализ с помощью математического моделирования. Доступность атласов, содержащих гидрологические данные (массивы усредненных и сглаженных данных натуральных измерений температуры, солености и других гидрологических параметров) Мирового океана как международных: World Ocean Atlas [1] и Generalized Digital Environmental Model [2], так и российских, например [3], позволяет проводить их анализ, что поможет дать общее представление об экзогенных параметрах внутренних волн в океане.

В работе представлен прототип океанографической геоинформационной онлайн системы, которая дает возможность провести анализ дисперсионных зависимостей, модового состава, фазовой и групповой скорости внутренних волн на примере Охотского моря по имеющимся данным натуральных наблюдений и данным из специальных гидрологических атласов. Разработан дизайн пользовательского интерфейса главного и диалоговых окон, описаны функциональные возможности, организован сбор и структурирование данных из атласа World Ocean Atlas [1], реализованы алгоритмы расчета дисперсионных, кинематических характеристик внутренних волн, проведен расчет для акватории Охотского моря. Разрабатываемая система значительно упростит процесс исследования такого явления как внутренние волны, результаты расчетов могут использоваться для предварительных оценок возможных нелинейных волновых режимов, инициализации расчетов по глобальным негидростатическим моделям, для океанотехнических инженерных расчетов.

Представленные результаты получены при поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-692.2021.5).

Библиографический список

1. **Boyer, T. P.**, Garcia H. E., Locarnini R. A., Zweng M. M., Mishonov A. V., Reagan J. R., Weathers K. A., Baranova O. K., Seidov D., Smolyar I. V. World Ocean Atlas 2018 // NOAA National Centers for Environmental Information. – 2018.
2. **Fox, D.N.**, Teague W.J., Barron C.N., Carnes M.R., Lee C.M. The Modular Ocean Data Assimilation System (MODAS) // J. Atmos. Ocean. Tech. – 2002. – V. 19. – P. 240-252.
3. **Ростов, И. Д.** Атлас по океанографии Берингова, Охотского и Японского морей / И.Д. Ростов // Информационные ресурсы ТОИ. Океанография. – 2001. – Т. 2.

УДК 532.59

ЛОБОВИКОВ П.В., ТАЛАЛУШКИНА Л.В.

ПОСТОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНОГО СТОЛКНОВЕНИЯ БРИЗЕРОВ ВНУТРЕННИХ ВОЛН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Внутренние уединенные волны зачастую встречаются в мелководных районах океана и отчетливо видны на спутниковых снимках [Jackson and Apel, 2004]. Подобные нелинейные волновые образования характеризуются большим разнообразием динамических режимов и форм. Отдельного внимания в данном контексте заслуживают локализованные возмущения – солитоны и бризеры, которые в слабонелинейном пределе описываются решениями эволюционных уравнений КдВ-иерархии. В настоящее время динамика уединенных волн-солитонов изучена достаточно хорошо как для двухслойной, так и трехслойной стратификации, чего нельзя сказать о бризерах. По причине их нетривиальной динамики проведение натуральных наблюдений и лабораторных экспериментов затруднено, поэтому численное моделирование пока является единственным инструментом исследования свойств и динамики бризеров. Эти исследования ведутся как в рамках приближенных моделей [Пелиновский и др., 2000; Clarke et al., 2000], так и в рамках нелинейных уравнений Эйлера или Навье – Стокса. Второй подход требует достаточно больших вычислительных затрат, и, как правило, в качестве выходных данных предоставляет набор четырехмерных (в общем случае) массивов

данных для каждой физической величины (плотность, скорость, давление и т.д.). Для анализа таких полей требуется применять специализированные алгоритмы постобработки, чтобы иметь возможность оценивать характеристики протекающих явлений, а также визуализировать и иллюстрировать полученные решения.

В рамках настоящей работы проведено исследование динамики взаимодействия бризеров с различными амплитудами в квазитрехслойной симметричной стратификации в рамках полнонелинейной модели, основанной на уравнениях Эйлера. В качестве основного инструмента моделирования использовалась глобальная модель циркуляции MITgcm. Для анализа полученных результатов разработан ряд алгоритмов, позволяющих идентифицировать внутренние волны в массивах выходных данных, а также оценить качественные и количественные характеристики протекающих с их участием процессов. Проведена серия численных экспериментов по фронтальному взаимодействию волновых пакетов с различными параметрами. Показано, что при столкновении бризеров с различным спектральным составом, происходит излучение энергии в виде дисперсионных хвостов. При столкновении бризеров с одинаковыми параметрами и твердой стенкой излучения энергии не наблюдается.

Представленные результаты получены при поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-3546.2021.5).

Библиографический список

1. **Jackson, C.R.** and Apel, J.R., An atlas of internal solitary-like waves and their properties // Global Ocean Associates, 2nd ed. Global Ocean Associates, Alexandria, 2004, VA, 560 p.
2. **Pelinovsky, D.** and Grimshaw, R. Structural transformation of eigenvalues for a perturbed algebraic soliton potential // Phys. Lett. A, 1997, 229, p. 165-172.
3. **Clarke, S.,** Grimshaw R., Miller P., Pelinovsky E., Talipova T. On the generation of solitons and breathers in the modified Korteweg - de Vries equation. // Chaos. 2000. V. 10. No. 2.P. 383-392

УДК 517.958

ШАНТИН М.С.

МЕТОД КВАЗИОБРАЩЕНИЯ ДЛЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С НЕПРЕРЫВНЫМ ПАРАМЕТРОМ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Постановка задачи. Для заданной функции $\chi(x), x \in [0,1]$ требуется найти функцию $\xi(x), x \in [0,1]$, такую, что для функции $u(x, t), t \in [0, T]$, являющейся решением задачи

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left[a(x) \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right] = 0, u(0, t) = u(1, t) = 0, u(x, 0) = \xi(x), \quad (1)$$

верно неравенство $\left[\int_0^1 (u(x, T) - \chi(x))^2 \right]^{\frac{1}{2}} \leq \eta$, где η – малое заданное положительное число.

Непосредственное решение задачи (1) невозможно, так как данная задача не является корректной.

Метод квазиобращения с непрерывным параметром. Одним из способов регуляризации задачи (1) предлагается метод квазиобращения с непрерывным параметром регуляризации $\varepsilon(t)$. Он сводится в гильбертовом пространстве H к решению регуляризованной задачи следующего вида

$$\left(\frac{\partial U}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left[a(x) \frac{\partial U(x, t)}{\partial x} \right] - \varepsilon(t) \frac{\partial^4 U}{\partial x^4} = 0, \right.$$

Пусть функция $\varepsilon(t)$ непрерывна на $[0, T]$ и удовлетворяет следующим условиям:

$$\int_{t_0}^T \varepsilon(\tau) d\tau > 0, \quad \lim_{t_0 \rightarrow 0} \int_{t_0}^T \varepsilon(\tau) d\tau = 0, \quad 0 < t_0 < T.$$

Тогда доказываем, что $u(x, t)$, где $u(x, t)$ - решение задачи (1) с начальным условием $\xi(x) = U(x, 0)$, сходится по норме H к заданной функции $\chi(x)$ при $t \rightarrow T$.

В книге Р. Латтеса, Ж.-Л. Лионса «Метод квазиобращения и его приложения» предложен метод квазиобращения с дискретным параметром регуляризации ε . Используя данный подход для решения задачи (1), для получения лучших приближений к искомому решению необходимо каждый раз заново решить задачу (2) с новым значением параметра регуляризации ε . В методе регуляризации с непрерывным параметром $\varepsilon(t)$ для получения наиболее точных результатов достаточно всего лишь сделать несколько шагов вперёд по времени для задачи (2).

УДК 621.396

ЮНИСОВ А.Р.¹, ГОРЧИНСКИЙ И.А.¹, ЕРМОШКИН А.В.²,
КАПУСТИН И.А.², БОГАТОВ Н.А.², РОМАНОВ А.Д.³

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Общество с ограниченной ответственностью "Радионавигационная компания"¹
Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики РАН²
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева³

Активные исследования Арктики начались более века назад, на сегодняшний день она остается одним из малоизученных участков нашей планеты. Как для науки, так и для практики необходимы многолетние круглогодичные наблюдения в одних и тех же районах арктического бассейна и морей. Сегодняшние реалии таковы, что и наука, и практические запросы человечества требуют такого количества информации об океане, которого никак не могут дать ни отдельные корабли, даже если бы их было на порядки больше, чем сейчас, ни отдельные дрейфующие станции, так как для создания эффективной системы океанологических наблюдений стоимость такой системы оказывается неподъемно высокой. Кроме того, она требует надёжной эксплуатации большого количества кораблей. При этом увеличить количество буев-измерителей и оснастить специально создаваемые суда большим количеством средств измерения — это путь экстенсивный и весьма затратный. Применительно к Арктике в настоящее время невозможно собирать достаточное количество данных, с помощью которых можно было с приемлемой точностью описать динамику химических, биологических и физических параметров и процессов.

Разреженность океанологических измерений в пространстве и времени является важным фактором на который давно обращали внимание океанологи. Одним из возможных путей решения данной задачи является создание комплексной автоматизированной распределительной системы как неподвижных, так и подвижных автономных измерительных платформ. Предполагается, что данная сеть позволит проводить измерения в заданном районе с высоким разрешением как по времени, так и в пространстве. Благодаря автономности удельная стоимость сбора данных будет много меньше, чем при сборе данных традиционными методами.

Ожидается, что использование групп автономных измерительных систем – приемлемый вариант для сбора достаточного количества данных для понимания, мониторинга и прогнозирования процессов, которые продолжительны во времени и имеют значительный пространственный масштаб. При этом спутниковые и береговые системы накапливают значительный объем данных для понимания процесса, а автономные подводные аппараты позволяют детализировать локальные проявления. Ключевое отличие в применении для необитаемых подводных аппаратов энергетической установки на основе высокометаллизированного безгазового топлива и совмещенной с механизмом изменения плавучести, что позволяет существенно увеличить подводную автономность аппарата

УДК 658.7 (075.8)

ЗАРУБИНА А.А., КАШИНА Е.Г.**О ВЛИЯНИИ ВЫПУСКНИКОВ НГТУ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА НА КУЛЬТУРУ
НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Средняя школа № 8

В городе Заволжье можно часто услышать слово «Ждановец». Есть в нашем городе не только поклонники-студенты этого спортивно-оздоровительного лагеря, но и люди, которые с теплом вспоминают о нём всю жизнь, ведь они именно там «вспыхнули» и с тех пор несут свет всем людям вокруг.

Пожалуй, трудно найти в нашем городе человека, который ни разу не видел выступления этого семейного дуэта. Серьёзный, сосредоточенный Сергей Григорьев с гитарой в руках и нежная, улыбчивая Наташа, его жена, с чарующим голосом – без них невозможно представить ни одного городского мероприятия, концерта. Они – неизменные участники и лауреаты различных областных и даже российских песенных конкурсов и фестивалей. Люди творческие, увлечённые, интересные, вот уже много лет они щедро делятся своим талантом с земляками. Я тоже неоднократно и с удовольствием слушала их на концертах, встречалась и общалась в творческом клубе «Вдохновение».

Сергей – коренной заволжанин, выпускник средней школы №8. С детства любил петь, год отучился в музыкальной школе, но потом его захватили другие увлечения – фото, живопись, спорт. С первого класса мечтал научиться играть на гитаре, и мечта эта осуществилась, когда после школы поступил в Горьковский политехнический институт на механический факультет. На четвёртом курсе с друзьями создали вокально-инструментальный ансамбль. Выступали на танцах, играли популярные в те времена песни из репертуара групп «Машина времени», «Пламя», «Самоцветы». На ЗМЗ, куда распределился после института, Сергей продолжил занятия музыкой. Вместе с другом Александром Седовым, выпускником ЗАМТ, организовали ансамбль, выступали на концертах, в 1986 году на заводском смотре-конкурсе, исполнив авторскую песню (слова А.Седова, музыка С.Григорьева), заняли первое место.

Тогда-то художественный руководитель Дворца культуры загорелся идеей создать свой песенный коллектив и пригласил Сергея Григорьева. Сергей привёл Наталью, которая с детства мечтала о сцене. Вот так появился ансамбль «Гитара и песня», который в течение двадцати лет радуется заволжан выступлениями. Обращения в адрес выпускников политехнического института звучат постоянно. Их у нас немало. В городе работает вечернее отделение НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Сейчас творческий коллектив переживает новый этап. Сергей создал рок-группу «Гвардия». Кроме того, Сергей продолжает работу с участниками группы «Гитара и песня». Изменился репертуар, инструменты, но суть осталась прежней – желание нести людям радость и добро. Репетируется новая программа.

А Сергей с Натальей стали чаще выступать дуэтом. Дуэт творческий и семейный с годами всё более и более укреплялся, становясь неделимым целым, звучащим в унисон. Дебют этого дуэта состоялся в ноябре 1999 г. на сцене Дворца культуры во время концерта, посвящённого Дню Матери.

Музыка живёт в семье, наполняя жизнь особым светом, содержанием и смыслом. Музыка для них - это огромный и удивительный мир, в котором есть всё: творчество, выступле-

ния, поездки, встречи с интересными людьми, самовыражение и саморазвитие. Музыка – это связующее звено между детьми и родителями. Дмитрий стал программистом, но в свободное время любит играть на гитаре и пробует сочинять. Марина в 19 лет своими музыкальными успехами уже превзошла родителей. В составе народного вокального ансамбля «Заволжье» (руководитель А. Доброхотова) участвовала в семи международных конкурсах в разных городах России и даже во Франции, где была лауреатом и дипломантом. Сейчас Марина – студентка третьего курса Дзержинского музыкального колледжа, учится на отделении «Хоровое дирижирование» и мечтает стать профессиональным музыкантом.

А началось всё с Горьковского политехнического института!

УДК 658.7 (075.8)

КОПОТОВА М.И., МИНУТИН С.А.

**В. И. БРЕНИНГ – ЗАСЛУЖЕННЫЙ УЧИТЕЛЬ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ВЫПУСКНИК ГОРЬКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ИМ. А.А. ЖДАНОВА**

ЦВР «Ровесник

История нашего района и города Заволжье неразрывно связана с историей Заволжского автомоторного техникума. Его выпускники всегда были востребованы в Нижегородской области.

Но главное богатство техникума – его преподаватели, квалифицированные педагогические кадры и прекрасные специалисты в области преподаваемых предметов. Многие из них получили образование в стенах Горьковского политехнического института им. А.А. Жданова, ныне Нижегородского технического университета им. Р.Е. Алексеева. Одним из таких педагогов и специалистов был Виктор Иванович Бренинг. Сегодня он на пенсии, но связь с техникумом не утратил и продолжает консультировать преподавателей специальных дисциплин электротехнического цикла.

Родом из Владимирской области, после окончания школы он решил пойти по стопам отца-электрика и поступил в Дзержинский химико-механический техникум. Затем работал электромонтёром и служил в рядах Советской Армии. Демобилизовавшись, Виктор Иванович поступил в Горьковский политехнический институт имени А.А. Жданова на электротехнический факультет по специальности «Электропривод и автоматизация промышленных установок». По совокупности приобретённого жизненного и профессионального опыта он решил, что может передавать его другим и 1 сентября 1972 года становится преподавателем специальных дисциплин в Заволжском автомоторном техникуме. На протяжении 50 лет он беспрерывно преподавал электротехнические дисциплины.

В процессе педагогической работы Виктор Иванович выстроил стройную систему обучения. Им выпущено около 3000 студентов по специальности «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического электромеханического оборудования». Знания, полученные в техникуме, позволили многим его выпускникам поступить в высшие учебные заведения Нижнего Новгорода, Москвы, Санкт-Петербурга, других городов России и успешно продолжать учёбу.

Приобретение навыков студентами – это особый род деятельности Виктора Ивановича. Совместно со студентами он создавал и постоянно совершенствовал кабинеты и лаборатории, признанные лучшими среди техникумов РФ машиностроительной отрасли. Требовательность, принципиальность, умелое сочетание теории и практики, постоянное и многолетнее классное руководство сделали Виктор Ивановича одним из самых популярных людей в Заволжье. Практически его знают все выпускники ЗАМТ и Заволжского филиала Н Г Т У им. Р.Е. Алексеева.

В течение многих лет он был руководителем технологических и преддипломных практик студентов, старшим консультантом дипломного проектирования, членом Государственной аттестационной комиссии по специальности «Техническая эксплуатация и обслуживание электротехнического и электромеханического оборудования».

Виктор Иванович – ветеран автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения, награждён нагрудным знаком «Почётный работник среднего профессионального образования Российской Федерации», почётным дипломом «Благодарность губернатора Нижегородской области».

Указом президента Российской Федерации от 18 января 2007 года В.И. Бренингу было присвоено звание «Заслуженный учитель Российской Федерации».

УДК 004

КОРЬЕВЩИКОВА П.С., ХОЗЕРОВ В.С.

РАЗРАБОТКА УМНОГО ЦВЕТОЧНОГО ГОРШКА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение «Лицей-интернат «ЦОД»

Выращивание комнатных цветочных растений требует соблюдения определенных условий. Иногда условия содержания растений нарушаются. Существует такое устройство, как умный цветочный горшок. Он позволяет контролировать условия содержания, но обладает высокой стоимостью. В связи с этим было решено разработать бюджетный умный горшок с применением технологий компьютерного моделирования.

Выбранными параметрами, данные о которых будет собирать и обрабатывать умный цветочный горшок, являются влажность почвы, температура окружающей среды и уровень освещённости. В основе блока управления лежит микроконтроллер Arduino nano. Цветочный горшок был смоделирован в программном комплексе Autodesk Fusion 360, в этой же среде были созданы электрические схемы печатной платы расширения микроконтроллера и платы, содержащей светодиода. Была выполнена трассировка печатных плат, и их трехмерные модели помещены в корпус горшка. Датчики температуры, влажности почвы, уровня освещённости были смоделированы и помещены в корпус модели в посадочных местах. Способ установки датчиков был выбран с учетом повышения ремонтпригодности устройства. Также было смоделировано дренажное отверстие для защиты блока управления от влаги.

Алгоритм работы модуля управления составлен в среде Arduino IDE. Программный модуль позволяет выводить данные на светодиодную панель, содержащую в себе 6 светодиодов, и на компьютер. Для обозначения уровня влажности почвы предназначены 3 светодиода, аналогично для данных о температуре.



Рис. Рендер цветочного горшка

Дополнительно были получены фотографические рендеры изделия (см. рисунок), взрыв-схема, а также его характеристики: габариты, масса, объем, центр тяжести. Цена производства одного экземпляра в 5 раз меньше стоимости ближайшего конкурента. Благодаря используемому САПРу, Autodesk Fusion 360 имеется возможность быстрой подготовки технической документации, технологической карты изготовления изделия, а также программ управления для станков с ЧПУ. Перечисленные свойства позволяют прототипировать изделие практически без участия сторонних лиц, быстро адаптировать его для массового производства и снизить вероятность получения брака как на уровне прототипа, так и при серийном производстве.

УДК 004.55

МАРСАНОВ О.Ю., КЕЧКИНА Н.И.

СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО WEB-САЙТА

Средняя школа № 12, г. Дзержинск

Во исполнение решения заседания президиума Совета при Президенте РФ по развитию информационного общества в Российской Федерации от 30.12.2010 N А4-18040, раздел II, Минобрнауки России были разработаны методические рекомендации по внедрению систем ведения журналов успеваемости в электронном виде.

В соответствии с приказом Министерства образования, науки и молодежной политики Нижегородской области от 11.09.2020 г. № 316-01-63-1554/20 в 2020-2021 учебном году школы были переведены на цифровую образовательную платформу Нижегородской области и новый электронный журнал. Многие пользователи нового электронного журнала (ученики) в качестве его достоинств отмечают расширенные функциональные возможности, но присутствуют и недостатки, отсутствие дружественного интерфейса.

На первом этапе выполнения работы был проведен анализ функциональных возможностей существующего ресурса, а также альтернативных вариантов электронного журнала. Проведенная работа позволила определить цель разработки сайта: улучшить интерфейс предлагаемого электронного журнала в области отображения результатов учебной деятельности и добавить более удобной чат для общения. Основными целевыми клиентами сайта были определены ученики.

Для достижения поставленной цели проведен анализ современной научно-технической, методической литературы с целью выбора перспективной технологии создания сайтов. В качестве инструмента для разработки дизайна веб-страниц выбрано программное обеспечение Adobe XD, которое отличается простой реализации идей. Adobe XD – это решение для проектирования пользовательского интерфейса приложений, для создания веб-сайтов и мобильных приложений. Принцип работы продукта в программном обеспечении построен на таких главных идеях: создание прототипа, его проектирование и накладка анимационных эффектов выполняются в едином пространстве; быстрое и упрощенное тестирование готового продукта.

Выбор правильного цветового оформления сайта позволяет не только сделать его визуально привлекательным, но и создать запоминающийся бренд. Наглядная инфографика подбора цветовых схем позволила выбрать преобладающие цвета для оформления сайта. Среди цветового оформления разрабатываемого сайта преобладают оттенки серого и содержатся некоторые элементы черного цвета.

Структура будущего сайта в виде схемы, состоящей из основных разделов, подразделов – карта сайта, представлена на рисунке.



Рис. Карта сайта

УДК 004

ПЛЮСНИН Е.П., КАПРАНОВ С.Н.

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ВИЗУАЛЬНОГО СКРИПТИНГА

Гимназия №1

Умение организовывать свое время, произвести планирование дня, недели, месяца, года и четко следовать ему стало актуальной компетентностью успешного человека [1]. Решение данной проблемы возможно посредством создания конструктора приложений с технологией визуального скриптинга и дизайнером форм, чтобы пользователи, без профессиональных знаний языков программирования смогли создавать собственные программы для тайм-менеджмента.

Целью проекта является разработка инструмента, позволяющего пользователям, не знающим языки программирования, создавать свои программы по тайм-менеджменту для эффективного использования своего времени. Разрабатываемый конструктор приложений Essentials опирается на следующие требования:

- возможность программирования и тестирования,
- управление процессом разработки,
- стабильность работы,
- наличие обучающего контента,
- легкость в освоении,
- наличие большого числа элементов интерфейса и шаблонов визуального скриптинга.

В ходе работы над проектом создана основа конструктора приложений, реализована система проектирования интерфейса пользовательской программы, сформирована система визуального скриптинга, создана возможность сохранения и загрузки проектов, осуществлена функция перевода нодов в команды языка программирования, установлена связь встроенного в ОС Windows компилятора для сборки программы, реализована система получения обновлений и настройки программы [2].

Пользователь этого конструктора создает интерфейс своего будущего приложения, используя встроенный в Essentials конструктор форм. Далее разработчик прописывает логику своего ПО с помощью технологии визуального скриптинга (например, какое действие должна совершать программа при открытии). После этого конструктор приложений форми-

рует код языка ООП С# из интерфейса и нодов визуального скриптинга пользовательской программы, компилирует их. Конечным результатом является исполняемый файл ОС Windows.

К преимуществам Essentials можно отнести возможность разрабатывать ПО для личного тайм-менеджмента и не только, не требуются профессиональные знания в работе ПК, простота в использовании и установке, удобный конструктор форм, легкость в освоении системы визуального программирования, низкие системные требования, формирование исполняемого файла для ОС Windows, создание своих шаблонов и публикация в общественном репозитории.

Библиографический список

1. **Лессер, М.** Достичь большего, делая меньше. Опыт учителя дзен - успешного бизнесмена/ М. Лессер - М.: ИГ "Весь", 2010. - 161 с.
2. **Рихтер, Д.** Программирование на платформе Microsoft .NET Framework: учеб. пособие/ Д. Рихтер - М.: Русская Редакция, 2013. - 896 с.

УДК 621.22

СОБОЛЕВ А.А.

РАСШИРЕНИЕ СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЫТОВЫХ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ

Лицей № 38

Цель исследования – изучение возможностей расширения применения микро-турбинного гидроэлектрического генератора F50 (Китай)-(Г.) и получения альтернативной энергии независимо от государства для жителей частного сектора (земли ЛПХ и ИЖС).

Создание мини-ГЭС для ЛПХ. База эксперимента: дача. Вдоль участка под уклоном проложена водопроводная труба. Вода идет самотеком, скорость неизвестна. Задача: создание мини-ГЭС для освещения участка при отключении централизованного электроснабжения. Приборы и материалы: шланг 25 м, переходник с шланга на резьбу ½ дюйма, шаровый кран, хомут, мультиметр, Г.: мощность 10-20 Вт., макс. выходное напряжение: 80 В, макс. выходной ток: 220 мА, диапазон расхода: 3-18 л/м. Макс. давление замкнутого выхода: 0.6 МПа; макс. давление открытого выхода: 1,2 МПа, пусковое давление воды: 0.05 МПа. После сборки конструкции проведены замеры, подключена лампочка 12 В.

Таблица

Результаты измерений (выдержки)

№ опыта	Время измерения, ч.	Показатель вольтметра, В	Примечания
1	7.20	15,3	Число пользователей водопровода максимально; Напор воды минимален
2	14.20	17,2	Число пользователей водопровода умеренное; Напор воды средний
3	23.40	21,2	Число пользователей водопровода минимально; Напор воды максимален

Выводы

Мощности Г. хватает, чтобы подключить источник света у обеденного стола. Возможно создание поливального устройства с электролампой на базе мини-ГЭС, что обеспечит обзор места полива и выполнение агротехнических требований в отношении времени проведения (вечер).

Модернизация схемы работы газового котла при помощи Г. (сфера ИЖС)

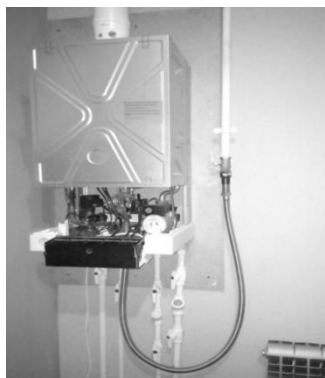


Рис. 1. Газовый котел Viessmann Vitopend 100 24кВт

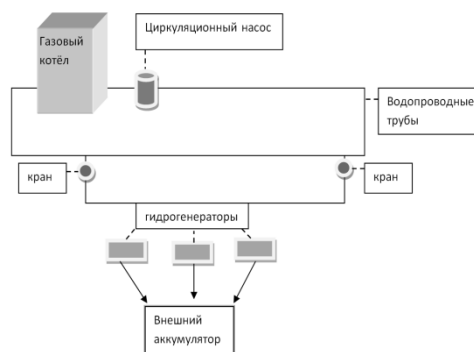


Рис. 2. Примерная модернизированная схема организации работы газового котла

Пусть отопление дома организовано газовым котлом Viessmann Vitopend 100 24кВт с циркуляционным насосом. Предполагаю, что если подсоединить в систему 3 Г. на 80 В, тогда насос будет нагнетать воду по системе, заставляя Г. вырабатывать напряжение для работы насоса (самообеспечение), траты на электроэнергию сократятся. Если установить Г. в конец цепи, то он не повлияет на напор воды для пользователей, но его выходное напряжение будет зависеть от их активности. Если установить Г. в начало трубопровода, то напряжение будет стабильно максимальным, но это негативно повлияет на напор воды - проблема при большом числе пользователей. Надо подключать Г. параллельно основному трубопроводу с возможностью перекрытия в период пика использования. Однако необходим Г. из материалов, рассчитанных на $t = 95\text{ C}^\circ$.

УДК 004

СОБОЛЕВ А.А.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ПРОДВИЖЕНИЯ АВТОРСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ

Лицей № 38

Цель исследования – разработка и вывод на рынок компьютерной игры для определенного сегмента потребителей.

1 этап. Исследование рынка. Метод: анкетирование. Референтная группа: старшеклассники гимназии и лицея (40 чел.). В результате выявлена закономерность: люди с мощными устройствами хотят видеть реалистичную картинку, физику, масштаб. Пользователи со слабыми девайсами не могут претендовать на это, но весьма активны и потенциально прибыльны. Вывод: привлечь таких потребителей можно необычными игровыми решениями (механика, принципы) и сюжетом.

2 этап. Разработка алгоритма и тестового уровня игры. Концепт игры: квест. Суть: перемещаться по уровню, решая головоломки, открывая новые области. Сюжет (цель): объект должен путем решения несложных физических головоломок покинуть уровень. Персонаж: шар. Место действия: футуристичная исследовательская лаборатория.

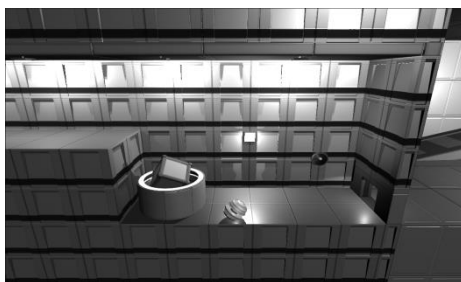


Рис. 1. Иллюстрация 1-го уровня игры

3 этап. Устранение ошибок. Разработка последних уровней. Чтобы расширить целевую аудиторию, следует оптимизировать код игры, сокращая количество выполняемых операций, вызовов и занимаемой памяти. Это позволяет запускать проект на слабых устройствах, добавить больше элементов геймплейной и графической составляющих без потери производительности по сравнению с первоначальной версией. Однако это может привести к необходимости полного пересмотра алгоритма работы некоторых механик и иных алгоритмов, что вернет разработку на несколько этапов назад. После финальной оптимизации начинается завершающий этап: придание игре «товарного вида», составление описания игры, иконка, рекламная составляющая и т.д.

4 этап. Анализ особенностей размещения авторских проектов.

№	Название	Описание (анализ) условий
<i>Для ПК</i>		
1	Steam direct	+ и -
2	Epic Games Store	+ и -
3	Microsoft Store	+ и -
<i>Для мобильных площадок</i>		
1	Google Play	+ и -
2	App Store	+ и -
3	AppGallery	+ и -

Рис. 2. Образец таблицы для сравнения условий размещения

Вывод

Начинающему разработчику-одиночке лучше всего пытаться продвигать свои игры в Microsoft Store для ПК из-за меньших финансовых затрат и более лояльных условий размещения. Если собрана небольшая команда и итоговый продукт имеет качество выше, чем у абсолютных новичков, то можно попробовать Steam и Google Play. Epic Games Store и App Store для неопытных разработчиков подходят плохо, так как они отдают предпочтение качественным и проверенным временем проектам.

УДК 537.6

ШЛЯНДИНА М.А., ГУРЫЧЕВА Е.А.

БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ - ОБЩЕДОСТУПНЫЙ И ПРОСТОЙ МЕТОД АНАЛИЗА

Средняя школа № 17 им. Н.В. Арюткина

Перед человечеством всегда остро стояли проблемы самосохранения, но совсем недавно стало понятно, что благополучие зависит от общего биоразнообразия и здоровья почв.

вы, а угасание человечества напрямую связанного с ухудшением состояния качества окружающей среды. Для своевременной оценки параметров среды создана система экологического мониторинга, включающего химические, физические и биологические методы оценки качества среды. Существуют простые, хотя и очень эффективные методы оценки местоживания.

Состояние (качество) почвы – это важнейший показатель экологии места проживания, определяющий протекание как естественных климатических процессов, от которых зависит состояние почвенной экосистемы в целом, так и искусственных: выбросы в атмосферу промышленных предприятий, загрязнение почв различными отходами жизнедеятельности и т.д. Почва обладает в значительной степени буферностью, способностью к самоочищению и самовосстановлению, но воздействие антропогенных факторов настолько мощно негативно воздействует, что создает угрозу почвенному здоровью, а следовательно, приводит к серьезным изменениям в состоянии растительного сообщества, особенно если действие этих факторов продолжительно. А следом за разрушением почвенного здоровья наступает и разрушение здоровья человека. При этом почва оказывается под влиянием целого комплекса факторов, длительное воздействие которых может привести к необратимым последствиям.

Современные зарубежные и отечественные исследователи предлагают оценивать уровень загрязнения почвы на основе наблюдений за биологическими объектами, которые могут быть индикаторами загрязнений окружающей среды. У некоторых видов растений изменяются особенности развития (скорость роста, процесс цветения, образования плодов, интенсивность окраски и др.) в ответ на разные стрессорные факторы. Эти свойства человечество заметило уже давно и использовало для практических нужд. Например, редис обладает по сравнению с другими объектами наиболее высокой чувствительностью к фитотоксичным препаратам, что обусловлено высокой энергией прорастания его семян и скороспелости культуры. Он является традиционным биотестом при исследовании остатков пестицидов в почве и конечной продукции растениеводства. Следовательно, обыкновенный редис может нам рассказать очень многое о месте проживания.

Биоиндикация почвы – метод обнаружения и оценки абиотических и биотических факторов местообитания при помощи биологических систем.

Биоиндикация почвы дает возможность получить информацию о биологических последствиях и сделать косвенные выводы об особенностях самого фактора. Преимуществом методов биоиндикации и биотестирования почвы перед физико-химическими методами являются ответные реакции организмов, которые:

- суммируют все без исключения биологически важные данные об окружающей среде и отражают ее состояние в целом;
- выявляют наличие в окружающей природной среде комплекса загрязнителей;
- позволяют судить о степени вредности тех или иных веществ для живой природы и человека;
- дают возможность контролировать действие многих синтезируемых человеком соединений;
- в условиях хронической антропогенной нагрузки биоиндикаторы могут реагировать на очень слабые воздействия в силу аккумуляции дозы;
- фиксируют скорость происходящих в окружающей среде изменений;
- указывают пути и места скопления различного рода загрязнений в экологических системах и возможные пути попадания этих веществ в организм человека;
- делают необязательным применение дорогостоящих трудоемких физических и химических методов для измерения биологических параметров.

Опасность загрязнения почвы состоит не только в изменении ее физико-химических свойств. Посторонние вещества, попадая в почву, разрушают сложившиеся связи между отдельными группами почвенного биоценоза. Разрушаются сложившиеся трофические цепи. Все это сказывается на плодородии. Бытовые и животноводческие сточные воды загрязняют почву болезнетворными бактериями.

Существуют три основных источника загрязнения атмосферы: промышленность, бытовые котельные, транспорт. Доля каждого из этих источников в загрязнении воздуха значительно различается в зависимости от места. Сейчас общепризнанно, что наиболее сильно загрязняет воздух промышленное производство. Источники загрязнений – промышленные предприятия, которые вместе с дымом выбрасывают в воздух сернистый и углекислый газ, окислы азота, сероводород, хлор, фтор, аммиак, соединения фосфора, частицы и соединения ртути и мышьяка. Вредные газы попадают в воздух в результате сжигания топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, работы транспорта, сжигания и переработки бытовых и промышленных отходов.

Основные источники загрязнения атмосферы в городах – автотранспорт и промышленные предприятия. В то время как промышленные предприятия в черте города неуклонно снижают количество вредных выбросов, автомобильный парк представляет собой настоящее бедствие. Решению этой проблемы поможет перевод транспорта на высококачественный бензин, грамотная организация движения.

Исследовательская работа по использованию метода биоиндикации для оценки загрязнения почвы на территории города Заволжья была проведена в октябре 2020 года. Для решения задач исследования и достижения его цели применялась методика использования редиса как тест-объекта оценки загрязнения почвы и воды. Прежде чем ставить эксперимент по биоиндикации загрязнений с помощью редиса, партию семян, предназначенных для опытов, проверили на всхожесть. Для этого семена проращивали в чашках, в которые положили смоченную фильтровальную бумагу. Затем проращивали их при комнатной температуре в течение 3 суток. Процент проросших от числа посеянных (всхожесть) составил 95%, что считается нормой.

После определения всхожести семян приступили к проведению опытных экспериментов по проращиванию редиса и определению экологического состояния почв.

Были взяты образцы земли с шести разных участков: 1) в лесу; 2) в огороде; 3) на пришкольном участке; 4) у ЗМЗ вдоль реки Волги; 5) у завода «Schott»; 6) у дороги. Чашки мы заполнили до половины вытяжкой. В каждую чашку на поверхность фильтровальной бумаги уложили по 50 семян редиса. Расстояние между соседними семенами было примерно одинаковое. В течение 10 дней наблюдали за прорастанием семян, поддерживая влажность субстратов примерно на одном уровне. Результаты наблюдений записывали в таблицу.

Таблица

Скорость прорастания семян редиса

Исследуемый субстрат	Число проросших семян %						
	3-4суток	5	6	7	8	9	10
В лесу (1), почва в огороде (2)	35%	85%	87%	88%	88%	88%	88%
Почва на пришкольном участке (10 м от дороги) (3)	23%	55%	57%	59%	59%	59%	59%
Почва у ЗМЗ вдоль Волги (4)	20%	25%	25%	25%	26%	27%	27%
Почва у завода «Schott» (5), почва у дороги (6)	18%	19%	20%	20%	20%	20%	20%

Таким образом, земля была взята с шести участков, расположенных на разном расстоянии от автомобильной магистрали, и в нее было посажено одинаковое количество семян редиса. Оказалось, что чем ближе к непосредственному месту загрязнения, тем меньше число и процент проросших семян. Чем дальше от места загрязнения, тем число проросших семян больше.

Редис как биоиндикатор определил состояние почвы. Можно сделать вывод, что повышенное загрязнение почвы в городских агломерациях отрицательно влияет на прорастание и развитие растений, замедляет процесс их роста и может привести к их гибели, и, конечно, приносит вред человеку.

Выводы

Проведенные экологические исследования показывают, что редис реагирует на изменения (загрязнение) окружающей среды. Полученные данные подтвердили, что растение редис удобно использовать в качестве биоиндикатора окружающей среды. На собственном опыте убедились в возможности использования методов биоиндикации в оценке качества состояния окружающей среды. Эксперимент подтвердил гипотезу о том, что всхожесть семян редиса зависит от состояния (качества) почвы. Загрязнители, присутствующие в почве на участках у дороги и заводов, оказывают влияние на рост и развитие растений. Несомненно, полученные результаты необходимо использовать для разработки комплекса мер по предотвращению дальнейшего загрязнения этих участков. Для этого необходимо провести дальнейшие исследования по определению качественного состава загрязнителей.

Библиографический список

1. История биоиндикационных исследований – <https://refdb.ru/look/1221275-p3.html>
2. Методы экологического мониторинга — Студопедия – http://studopedia.ru/17_30886_metodi-ekologicheskogo-monitoringa.html
3. Оценка качества окружающей среды при помощи растений-индикаторов – <http://www.eco-oos.ru/biblio/sborniki-nauchnyh-trudov/ekologicheskii-ustoiichivoe-razvitie-racionalnoe-ispolzovanie-prirodnih-resursov/26/>
4. Использование метода биоиндикации для оценки загрязнения почвы – <http://konspektdoma.ru/uchebnoe/2-kurs/ispolzovanie-metoda-bioindikatsii-dlya-otsenki-zagryazneniya-pochvy-na-territorii-shkoly/>

УДК 674 (09)

ШОРОХОВА В.В., МИНУТИН С.А.

Г.П. ИВАНОВ – ВЫПУСКНИК НГТУ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

ЦВР «Ровесник», г. Заволжье

Любовь к голубям... В наше рациональное и прагматичное время это увлечение может показаться архаичным и старомодным. Сейчас это большая редкость. Где-то далеко, в прошлом веке, остались те времена, когда возле каждого дома был сарай, в котором держали голубей. Не корысти ради, а ради красоты. И мальчишки, задрав голову и приложив ладонь ко лбу, наблюдали свободный полёт этих красивых птиц.

Живёт в нашем городе человек, который воплотил свою детскую мечту в реальность. Зовут его Геннадий Петрович Иванов. Свои детские годы, выпавшие на военное и послевоенное время, Геннадий Петрович до сих пор не может вспоминать без слёз. Родился в предвоенном 1939 году в городе Горьком. Помнит немецкие самолёты, бомбёжки, возвращение с войны солдат в гимнастёрках и орденах. Треугольные письма, которые бабушка всю жизнь хранила у икон как святыню, как память о своих не вернувшихся с фронта сыновьях. Помнит он и тяжёлые послевоенные годы.

Свою судьбу Геннадий Петрович уже в юности накрепко связал с автомобильным транспортом, Горьковским автозаводом, а затем Заволжским моторным заводом. Наверное, для мальчишки, выросшего на автозаводе, иначе просто быть не могло. После окончания средней школы учился в Горьковском автомеханическом техникуме, потом – служба в армии в Ленинградском военном округе. После армии поступил в Горьковский политехнический

институт на вечернее отделение и работал слесарем на автозаводе. Дипломированного специалиста вместе с другими выпускниками направили в молодой город Заволжье на только что построенный моторный завод. Было это 1 апреля 1964 года. Работал сначала конструктором ОГТ ЗМЗ, затем в горкомах комсомола и партии. Затем с 1971 года в течение двадцати лет возглавлял городецкую автоколонну №1304. Довелось Геннадию Петровичу поработать представителем по автомобильному транспорту и за границей – два года на Кубе и более трёх лет – в Лаосе. А с апреля 1991 года и по сей день трудится в городецком филиале Российской транспортной инспекции.

Как и многие послевоенные подростки, Гена Иванов держал голубей. Они были тогда олицетворением наступившего мира, счастья и красоты, по которым так истосковались люди. Только когда выросли дети и был построен дом на Финском посёлке, что в городе Заволжье, Геннадий Петрович смог осуществить свою давнюю мечту. Сначала голубятня была на крыше дома, а потом он построил для своих питомцев отдельный домик. Сейчас в нём живёт около 60 голубей разных пород: турманы, чиграши, беляки, пёстрые, горьковские, гривастые, голоногие, мохноногие.

Геннадий Петрович любит своё беспокойное хозяйство, изучает специальную литературу. Заботится о своих крылатых подопечных: кормит, поит, чистит клетки, выпускает полетать. Дело это хлопотное, но для него привычное и приятное, да и внуки охотно помогают. Особенно ему нравится за голубями наблюдать. «Посмотришь на них – и сердце отходит, душа радуется», говорит он. Голуби живут парами, верны друг другу до конца жизни, заботятся друг о друге и птенцах, охраняют и оберегают друг друга.

Питомцы Геннадия Петровича являются украшением городских праздников: День города, День Победы, праздники микрорайонов, а также их можно видеть на свадьбах и юбилеях. Он отбирает для этого 10-15 самых красивых голубей, специально их готовит. И когда они дружно взмывают ввысь, у всех присутствующих захватывает дух от необыкновенно красивого зрелища, и раздаются аплодисменты.

УДК 629.113

ЩЕПИЛОВА В. В., ХОЗЕРОВ В.С.

ТРЕХМЕРНЫЙ ПРОТОТИП МОТОЦИКЛЕТНОГО ДИСКА С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ, СОЗДАННЫЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ТРЕХМЕРНОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Лицей-интернат «ЦОД»

В настоящее время на рынке присутствует малое количество мотоциклетных колес, удовлетворяющих следующим требованиям: легкость, прочность, износостойкость, технологичность, эстетичность, совместимость со специфическими группами мотоциклов, таких как ретро мотоциклы, мотоциклы для соревновательных дисциплин и т.д. Поэтому было принято решение о создании трехмерного прототипа мотоциклетного колеса.

Разработанный трехмерный прототип мотоциклетного колеса (рис. 1) является литым и представляет из себя совокупность компонентов – диска и составляющих сердцевины. Диск состоит из относительно доступного материала «Алюминий 3003», позволяющего добиться требуемых характеристик.

Сердцевина состоит из ступицы, распорной втулки, шлицевой группы, подшипников, промежуточной втулки, шайб промежуточной втулки, а также заклепок и креплений как для барабанной, так и для дисковой тормозной системы с целью обеспечения совместимости колеса с большинством существующих мотоциклов. Компоненты сердцевины выполнены из сталей 15, 30 и 45. Дополнительно в модель была добавлена бескамерная шина.

Соединителем колесного диска и сердцевины служит система заклепок. Данная конструкция позволяет увеличить прочность сборки (сердцевина может быть изготовлена из более прочных материалов), удешевить производство и повысить его технологичность.

После этапа проектирования проведен инженерный анализ статических нагрузок в программном пакете Autodesk Fusion 360, найдены и исправлены ошибки. Использование возможностей применяемой САПР позволило добиться шестикратного запаса прочности в самых непрочных местах. Также произведен расчет стоимости изготовления прототипа, партии прототипов разными методами производства. Представленный на рис. 2 график показывает экономическую целесообразность применения метода изготовления при помощи станка с ЧПУ партии колес до 5 шт. При большем количестве выгоднее применять метод литья в кокиль.



Рис. 1. Рендер мотоциклетного колеса

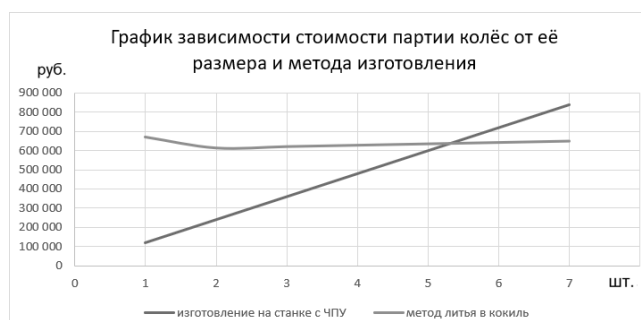


Рис. 2. График зависимости стоимости партии колёс от её размера и метода изготовления

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ (УМНИК)

УДК 616-092.18

БЕЗРУКОВ Н.А., ПЛЕСКОВА С.Н.

СОЗДАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ДВУХСЕКЦИОННОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Трансэндотелиальная миграция (диапедез) нейтрофильных гранулоцитов – важнейший физиологический процесс при реализации механизмов неспецифической резистентности организма, обеспечивающий успешное достижение нейтрофилами крови очага инфекции. Диапедез обуславливает эффективный ответ организма на воздействие патогена, но в то же время является потенциально разрушительным процессом, коррелирующим с отрицательным прогнозом при онкологических заболеваниях [1], а также напрямую связанным с возникновением гнойно-воспалительных инфекций, представляющих актуальную проблему стационаров РФ и мира [2]. Кроме того, процесс трансэндотелиальной миграции является критическим для метастазирования злокачественных новообразований на 3-4 стадии опухолевого процесса. Однако, несмотря на клиническую значимость, трансэндотелиальная миграция остается малоизученным процессом, в частности, это касается визуализации процесса. Одна из существенных проблем исследования – отсутствие аналитических камер для такой визуализации. Поэтому целью данной работы была разработка новой двухсекционной аналитической камеры для методики визуализации трансэндотелиальной миграции в режиме реального времени.

В рамках работы нами был смоделирован прототип двухсекционной камеры, обеспечивающий возможность исследования диапедеза *in vitro*. Камера представляет собой две разделенные мембраной зоны, в нижнюю из которых планируется внесение хемоаттрактанта для стимуляции процесса миграции, а в верхнюю – суспензии исследуемых клеток. На мембране будет выращиваться монослой эндотелиоцитов, моделирующий стенку сосуда. В ходе опытных экспериментов была установлена возможность исследований в данной системе методом сканирующей ионпроводящей микроскопии с получением изображений в высоком разрешении.

В рамках проекта планируется создание двухсекционной камеры с моделированием следующих параметров: (1) среды исследования; (2) оптимальных характеристик мембраны, обеспечивающих стабильный рост эндотелиоцитов и миграцию исследуемых клеток; (3) режимов сканирования методом СИПМ. Конечным итогом моделирования прототипа будет создание двухсекционной аналитической камеры для изучения процессов воспаления и опухолевого метастазирования в системе *in vitro*.

Полученная методика позволит расширить спектр исследований, связанных с изучением процесса диапедеза, что даст толчок к разработке новых подходов противовоспалительной терапии, применимых в стационарах для прогнозирования тяжести инфекции и наиболее полного использования собственного гомеостатического резерва организма.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № проекта 16-14-10179.

Библиографический список

1. **Лисяный, Н.И.** Нейтрофилы и онкогенез / Н.И. Лисяный, А.А. Лисяный // Клиническая онкология. – 2018. – Т. 8. – №1 (29). – С. 40-45
2. **Kozlov, R.S.**, Krechikova O.I., Ivanchik N.V. et al. Etiology of Nosocomial Bacterial Infections in Russia. Rosnet Study Group. Proceedings of the 48th Interscience Conference on Antimicrobial Agents and Chemotherapy; 2008 Oct 25-28; Washington, DC, USA; p. 572, abst. K-4108.

УДК 004.415.2

БОРОДИНА Т.Л.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДЕЙСТВИЙ СТУДЕНТОВ ВО ВРЕМЯ СДАЧИ ЭКЗАМЕНА НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В современных реалиях многие компании переходят на удаленный режим работы, на что влияют условия пандемии и активно растущий уровень развития информационных технологий (ИТ). Не являются исключением и учебные заведения, где переход на дистанционное обучение вовсе не отменяет проведение лекционных занятий, зачетов и экзаменов. Все это требует не только автоматизации сбора, учета и анализа данных об успеваемости обучаемых пользователей, но и повышения эффективности такого обучения путем применения систем анализа вовлеченности в процесс обучения во время видеоконференций, лекций и вебинаров и систем надзора в ходе проверочных испытаний, то есть систем прокторинга (англ. Proctoring). Это позволит максимально объективно оценить реальные знания обучаемого, исключая возможность применения различных уловок.

Целью научно-исследовательской работы является разработка системы интеллектуального мониторинга за поведением пользователя во время аттестации для объективной оценки знаний экзаменуемого с защитой от фото- и видеоподлога, балансировкой нагрузки между клиентом и сервером, криптографической защитой данных и настройкой параметров под конкретного пользователя.

Интеллектуальная система работает следующим образом:

- с блоков контроля запущенных программных процессов, контроля подключения к веб-камере и контроля подключений происходит сбор данных и передача в модуль агрегации, где по каждому типу данных осуществляется извлечение вектора признаков и передача его на GPU сервер посредством модуля передачи данных;
- принятые данные распределяются модулем на два блока:
 - предобработка данных – интеллектуальная фильтрация шумов и сжатие видеосигнала с дальнейшей передачей в блок валидации,
 - анализ событий;
- при валидации данных на основе алгоритма 3d-реконструкции лица и оценки глубины локальных дескрипторов происходит выявление фото и видео-подлога в режиме реального времени;
- после успешной валидации кадры отправляются в блок биометрической верификации, где производится выделение высокоуровневых признаков лица и дальнейшее сравнение с биометрическими данными, хранящимися в базе данных
- в блоке видеоаналитики происходит анализ невербальных признаков поведения с использованием сверточных нейронных сетей для определения положения головы, ключевых точек лица и направления взгляда пользователя [1];

- данные после обработки в блоках анализа событий и видеоаналитики поступают в модуль агрегации, где осуществляется контроль совокупности групп событий и дальнейшая запись в базу данных;
 - с помощью блока подведения итогов происходит получение результатов, что позволяет в удобном формате отследить результаты интеллектуального мониторинга за поведением пользователя и получить сформированный Excel отчет с полной статистикой по выявленным нарушениям;
 - в режиме реального времени в окне экзаменатора можно отслеживать нарушения при анализе поведения пользователя в виде интерактивных графических схем.
- Архитектура системы представлена на рисунке.

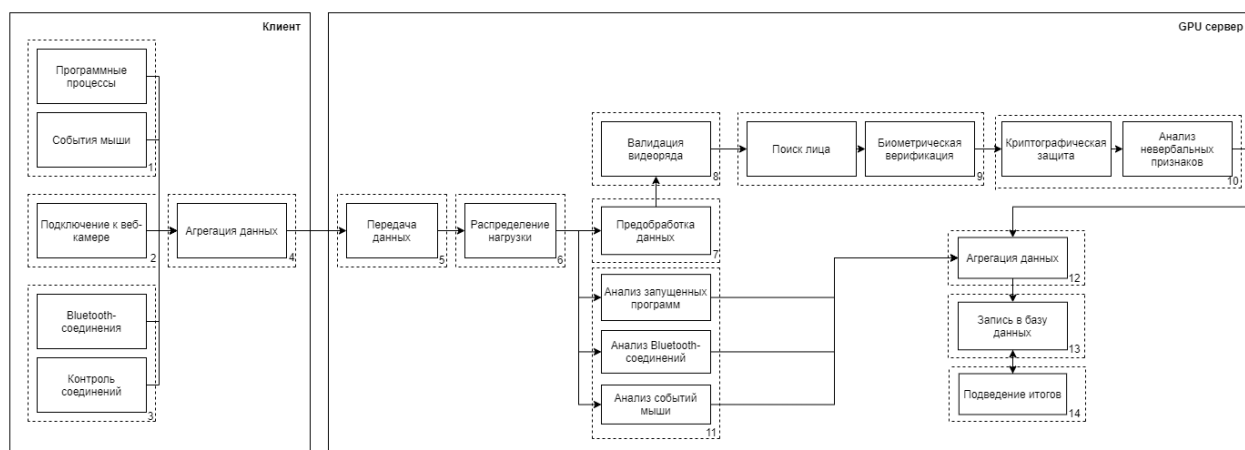


Рис. Архитектура системы

Данная система может быть внедрена в образовательные учреждения (вузы, учебные заведения общего образования, частные учебные заведения) для проведения дистанционных вступительных экзаменов, массовых онлайн-экзаменов, зачетов и лабораторных работ, онлайн-олимпиад, в корпоративный сектор для проведения онлайн-собеседований, корпоративного обучения, сертификации и аттестации, а также в госсектор для сертификации и аттестации как работников, так и нанимаемых специалистов.

УДК 621.43

ВАРСЕЕВ Д.Н., ХРУНКОВ С.Н.

РАЗРАБОТКА МАЛОРАЗМЕРНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РУЧНОМ ПНЕВМАТИЧЕСКОМ ШЛИФОВАЛЬНОМ ИНСТРУМЕНТЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Турбомашины – роторные лопаточные устройства непрерывного действия, в которых рабочее тело (воздух, продукты сгорания, пар) движется в межлопаточных каналах, осуществляя преобразование энергии в результате взаимодействия с поверхностью лопаток. В ручном пневматическом шлифовальном инструменте применяют в основном пневматический привод, являющийся взрыво- и пожаробезопасным и способным длительное время работать в запыленных условиях.

Пневматические двигатели по принципу организации рабочих процессов разделяют на объёмные (поршневые и ротационно-пластинчатые) и турбинные. Турбинные пневматические двигатели отличаются от объёмных тем, что в них кинетическая энергия потока воздуха превращается в механическую работу на турбинном колесе, закреплённом непосредственно на валу.

ственно на выходном валу двигателя. Турбинные моторы применяют, если требуется высокая частота вращения и длительный режим работы.

Пневматические турбины представляют собой машины с непрерывным потоком, которые могут быть одноступенчатого или многоступенчатого исполнения. Преобразование энергии давления в кинетическую энергию происходит в сопловом аппарате. В многоступенчатой турбине большая часть кинетической энергии преобразуется в первом турбинном колесе, а оставшаяся энергия преобразуется во втором и последующих турбинных колесах.

Анализируя имеющуюся информацию, можно сделать вывод, что пневматический турбинный привод наиболее предпочтителен для ручного пневматического шлифовального инструмента за счёт своих относительно малых габаритов и меньшего удельного веса, а также большего крутящего момента и максимальной частоты вращения, по сравнению с объёмным приводом.

В настоящее время весь ручной пневматический шлифовальный инструмент оснащён ротационными пневматическими двигателями с неуравновешенными вращающимися массами. Это вызывает профессиональные заболевания (виброблезнь) и не позволяет повысить рабочую частоту вращения. Предлагаемый турбинный привод полностью уравновешен, что даёт ему ключевые преимущества.

Объект исследования: малоразмерная двухступенчатая пневматическая турбина

Предмет исследования: геометрические характеристики пневматической двухступенчатой турбины

Цель исследования: аналитический обзор технических средств для проведения стендовых исследовательских испытаний малоразмерной двухступенчатой пневматической турбины.

Библиографический список

1. **Быков, Н.Н.** Выбор параметров и расчёт маломощных турбин для привода агрегатов / Н.Н. Быков. - М.: Машиностроение, 1972. - 228 с.
2. **Кириллов, И.И.** Теория турбомашин / И.И. Кириллов, А.И. Кириллов.- Л.: Машиностроение, 1974. - 320 с.
3. **Наталевич, А.С.** Воздушные микротурбины / А.С. Наталевич. - М.: Машиностроение, 1970. – 208 с.

УДК 621.43

ВАРСЕЕВ Д.Н., ЛОКТЕВ А.В.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СОСТАВЕ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тепловой насос – это система, с помощью которой можно переносить тепло от менее нагретого тела к более нагретому, увеличивая температуру последнего. Тепловые насосы являются альтернативными источниками термической энергии, позволяющими получать дешевое тепло без вреда для окружающей среды.

Применение тепловых насосов в судовой энергетической установке (СЭУ) – актуальная задача, позволяющая снизить эксплуатационные затраты за счет экономии топлива. Это достигается уменьшением потерь тепловой энергии от работающего оборудования СЭУ (утилизацией теплоты). На сегодняшний день около 50% энергии, выделяемой при сгорании топлива в СЭУ, отдается в окружающую среду с уходящими продуктами сгорания 30-40%, с охлаждающей забортной водой 10-15%.

Высокая стоимость теплового насоса (что значительно превышает стоимость котельной вспомогательной установка на начальном этапе) обусловлена более высоким гарантийным сроком службы в 20 раз и более, а применение низкопотенциальных источников тепла

позволяет полностью окупить высокие затраты на начальном этапе за пять-десять лет. При полном же сроке эксплуатации экономическая выгода при использовании теплового насоса вместо котла будет составлять до 30-50%.

При использовании теплового насоса возможен отказ от работы вспомогательной котельной установки на ходовом и, возможно, стояночном режимах судна, а следовательно, понизить загрязнение окружающей среды токсичными компонентами уходящих дымовых газов, и сэкономить невозобновляемые источники энергии, и снизить затраты на отопление помещений судна высокопотенциальным основным источником тепла за счет использования дополнительно низкопотенциального. Эффективность теплового насоса возрастет, если в летний период он будет покрывать одновременно холодильную нагрузку (например для кондиционирования) и тепловую нагрузку для горячего водоснабжения.

Библиографический список

1. **Соболенко, А.Н.** Судовые энергетические установки: дипломное проектирование /А.Н. Соболенко, Р.Р. Симашов. – М.: Моркнига, 2015. – Ч. 2. – 426 с.
2. Справочник по теплообменникам: В 2 т.; Пер. с англ.; под. ред. Б.С. Петухова, В.К. Широкова. – М.: Энерго- атомиздат, 1987. – Т.1. – 561с.
3. **Захаров, А.П.** Судовое холодильное оборудование и кондиционирование. – М.: Транспорт, 1976. – 210с.
4. **Varseev, D.N., A.V. Loktev** Effizienz des Einsatzes von Wärmepumpen bei Schwimmeranlagen. - *Aspire to Science*: материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – С.637-642

УДК. 621.311.1

ВОРОШИЛОВ А.А., ШАЛУХО А.В.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из приоритетных направлений развития электроэнергетического сектора экономики Российской Федерации определено развитие распределенной генерации (РГ) на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Направление РГ является перспективным, поскольку предполагает использование местных энергетических ресурсов в качестве основных источников, что позволяет снизить конечную стоимость электроэнергии, минимизировать транспортные потери, повысить энергетическую безопасность региона.

Предполагается, что приросту новых мощностей ВИЭ в энергетическом балансе может способствовать оптимизация алгоритмов выбора параметров оборудования генерирующих мощностей. Детальная проработка систем РГ требует глобального сбора и многокритериального анализа исходных данных, что без применения специализированных технологий не представляется возможным. В качестве наиболее перспективного подхода к решению данной задачи может выступать технология Больших данных (*Big Data*) – область, в которой рассматриваются различные способы анализа и систематического извлечения больших объемов данных.

Большие данные (англ. *big data*) — совокупность подходов, инструментов и методов обработки данных огромных объёмов для получения результатов, эффективных в условиях непрерывного прироста, распределения по многочисленным узлам вычислительной сети.

Big Data на сегодняшний день является одним из перспективных и быстроразвивающихся направлений информационных технологий. Технология подразумевает хранение и анализ большого объема структурированных данных, и сбор, хранение и использование неструктурированных или полуструктурированных данных.

Для сбора и обработки больших объемов информации применяются три основные группы технологий:

1. Программное обеспечение позволяет структурировать огромные объемы данных и быстро обрабатывать их при помощи использования определенных подходов, таких как *SQL*, *NoSQL*, *Hadoop*, *MapReduce* и др.
2. Сервисные услуги выделяют услуги по обустройству и оптимизации инфраструктуры, построению архитектуры системы базы данных и обеспечению безопасности хранения данных.
3. Аппаратное обеспечение включает серверы для хранения данных и инфраструктурное оборудование (источники бесперебойного питания, средства ускорения платформ, комплекты серверных консолей и др.).

Планируется, что использование технологий *Big Data* при разработке систем с источниками РГ позволит формировать базу генерирующих установок в режиме реального времени, оптимизировать алгоритм выбора источников, а также создаст возможность долгосрочного планирования, что в итоге позволит повысить эффективность применения установок РГ.

УДК 621.311

ДОКУЧАЕВ В.М.

АВТОНОМНЫЙ ОТОПИТЕЛЬНО-ГЕНЕРАТОРНЫЙ АГРЕГАТ НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА (АОГА)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Имеющиеся системы автономного отопления автомобилей, кунгов представляют собой дизельную или бензиновую горелку, теплообменник, электровентиль и блок управления. При работе такого отопителя тратится 80-150 Вт электроэнергии. Т.о. для работы необходим источник электроэнергии. Аккумулятор на морозе теряет ёмкость и после нескольких часов работы отопителя энергии может не хватить для пуска двигателя автомобиля. Для решения этой проблемы используют отдельный аккумулятор или портативный генератор с ДВС.

Цель проекта - создать отопитель, способный не потреблять, а отдавать электроэнергию. Такой агрегат позволит поддерживать комфортную температуру и постоянно заряженный аккумулятор. Он является полностью автономным отопительно-генераторным агрегатом (АОГА). Возможна модификация для работы на газообразном, твёрдом топливе, а также на любом источнике тепла.

За основу взят двигатель Стирлинга. Большой теплоотвод на охлаждение - недостаток двигателя Стирлинга, преимущество – для АОГА. Сложности в двигателе Стирлинга связаны со стремлением уменьшить теплопотери и увеличить удельную мощность. В АОГА этого не требуется, следовательно, можно использовать распространённые в автомобилестроении материалы, технологии и точности. Создание двигателя Стирлинга малой мощности (до 500 Вт) с КПД 10-15% не представляет особых сложностей. Производство также будет недорогим. Конструкция двигателя позволяет сделать его необслуживаемым на весь срок эксплуатации. При серийном производстве его себестоимость будет невысокой благодаря широкому применению литых деталей из пластмассы.

Особенности конструкции двигателя

Для уменьшения размеров двигателя Стирлинга применена схема «БЕТА» с ромбическим приводом. Схема полностью сбалансирована (отсутствие вибрации). Горячая и холодная полости размещены не вдоль цилиндра, а поперёк. Внутри вытеснителя горячая полость, снаружи – холодная. Регенератор размещён внутри вытеснителя. Система полностью замкнутая.

Большинство комплектующих АОГА используется от широко распространённых, отечественных автономных отопителей ООО «Адверс» и ООО «Теплостар»: электроника, вентилятор, горелочное устройство, топливный насос, а также радиатор от отечественного отопителя легкового автомобиля. Преобразователи напряжения широко применяются и имеются как импортные, так и отечественные. Оригинальным является только сам двигатель с генератором.

Таким образом, АОГА является модульным устройством, что значительно уменьшает стоимость сборки и ремонт.

УДК 62-182.38

ЖУКОВ С.С., МАКАРОВ В.С., БЕЛЯКОВ В.В.

ПОДВИЖНОСТЬ АГРАРНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН С УЧЕТОМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА

Нижегородский государственный инженерно-экономический университет
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Функционирование сельскохозяйственных технологических машин в условиях сельского хозяйства сопряжено с рисками природно-климатического и пространственно-временного характера. Необходимо принять во внимание и то, что около 80% всего машинно-тракторного парка занимают тягово-толкательные системы, то есть трактора или иная аналогичная техника. Потеря сцепных свойств опорной поверхностью напрямую сказывается на производительности всего аграрно-промышленного хозяйства либо комплекса в масштабе региона или страны.



Рис. 1. Местность проведения исследования

Проектирование конструкции шасси сельскохозяйственных технологических машин должно основываться на динамике изменения физико-механических свойств грунта под воздействием природно-климатических свойств местности и пространственно-временного фактора области функционирования машин. Таким образом, на сцепные свойства опорной поверхности влияют температура окружающей среды, влажность воздуха и его запыленность, высота над уровнем моря, скорость ветра и интенсивность осадков, рельеф местности и близость грунтовых вод.

В период с апреля по октябрь 2020 г. было проведено экспериментальное исследование типовых поверхностей движения в сельскохозяйственной местности. Цель исследования

– оценить динамику изменения физико-механических свойств опорной поверхности и определить сцепные свойства грунта на протяжении сельскохозяйственного сезона. Данная работа проводилась в районе с. Белка Княгининского района Нижегородской области, где было выбрано 5 типовых участков с типом почвы чернозем и суглинок (рис. 1).

Данная местность была выбрана по причине специфического пространственного расположения: различные высоты над уровнем моря, черноземные и суглинистые грунты. Участки выбраны согласно их использованию: участок №1 – поле (суглинок), участок №2 – грунтовая дорога (суглинок), участок №3 – целина (суглинок), участок №4 – поле (чернозем), участок №5 – грунтовая дорога, уплотненная кирпичом. По итогу исследования было получено около трех тысяч значений и получены физико-механические характеристики опорных поверхностей (рис. 2).

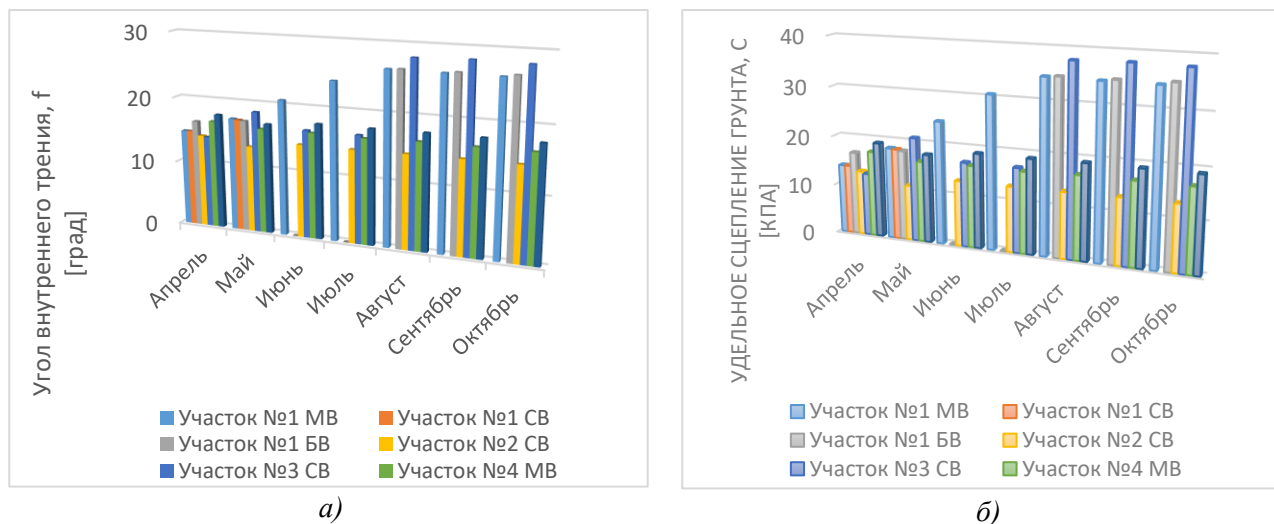


Рис. 2. Динамика изменения характеристик грунта в течение периода весна-осень:
а) угол внутреннего трения; б) угол сцепления грунта;

По полученным графикам можно сделать выводы об изменении сцепных качеств грунта в течение периода весна-лето-осень и на этой основе разработать конструкционные особенности колесного и гусеничного движителя.

Работа проведена при финансовой поддержке грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых учёных - докторов наук МД-226.2020.8.

Библиографический список

1. Концепция подвижности наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков и др. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н.Новгород, 2013. №3(100) С. 145-175
2. **Беляков, В.В.** Подвижность наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков и др. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н. Новгород, 2013. №4(101) С. 72-77
3. **Барахтанов, Л.В.** Проходимость автомобиля / Л.В. Барахтанов, В.В. Беляков, В.Н. Кравец. – Нижний Новгород: НГТУ, 1996. – 200 с.
5. **Bekker, M.** Theory of land locomotion. University of Michigan, Press, 1960, 520 p.
6. **Wong, J.Y.** Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering. Elsevier, 2010, 463 p.
11. **Макаров, В.С.** Разработка научно обоснованных технических решений по созданию подвижных комплексов мониторинга береговых зон. Диссертация... докт. техн. наук: 05.05.03 М: Моск. гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2017.
14. **Беляев, А.М.** Исследование движения шасси мобильного робототехнического комплекса с гусенично-модульным движителем по песчаному опорному основанию / А.М. Беляев и др. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н.Новгород, 2020. №2(129) С. 94-106
15. **Belyaev, A.** Experimental Theoretical Study of the Mobile Robotic System Movement with Caterpillar-modular Propulsion on the Beach Line Terrain / A. Belyaev [et al.] // Proceedings of the 6th International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems (VENITS 2020), pages 567-572.

16. Михайлин, А. А. Натурные испытания инновационного глубокорыхлителя в режиме «обработка склонов» // Вестник НГИЭИ – г. Княгинино, 2021. №1 (116) С.138
17. Кудрявцев А.В. Результаты технологии введения залежных земель в севооборот / Ю.А. Кокорев, П.В. Морозов, В.В. Голубев, Е.С. Беляков, В.В. Косолапов. // Вестник НГИЭИ – г. Княгинино, 2020. №12(115) С.146

УДК 66.069.832

ЗАЙЦЕВ А.А., КОСЫРЕВ В.М., НОСКОВ А.Д., УТЕХИНА А.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ФОРСУНКИ ТИПА ФПТ

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

Известна форсунка ФПТ, имеющая подвижный турбулизатор в виде шарика и крепление на упругой вставке [1]. Форсунка испытана и была успешно внедрена на химическом производстве.

Эксплуатация форсунки показала ряд особенностей её работы. Шарик совершает планетарное движение внутри вихревой камеры, обеспечивая тем самым круговые колебания корпуса устройства. По сравнению с обычной центробежной форсункой происходит рост производительности и заполнение факела орошения. Однако при движении шарика внутри корпуса имеет место одновременный контакт с цилиндрической поверхностью и торцовой стенкой, где сопловое отверстие. Наличие двух точек контакта шарика затрудняет его движение. На торцовой стенке возникает его проскальзывание и, как следствие, износ этой поверхности. При высоком входном давлении возможны сбои. Для сохранения имеющихся преимуществ и устранения недостатков предлагается модернизация устройства.

Форсунка после модернизации имеет подвижный турбулизатор – дебаланс измененной конструкции. Дебаланс в новом устройстве контактирует лишь с одной поверхностью внутри вихревой камеры, а движение его более упорядоченное. При этом, принцип создания колебаний, необходимость упругой вставки, достоинства ФПТ должны сохраниться. Проверку работоспособности проводили на форсунках с диаметром камеры 36 мм. Для сравнения испытывали простую центробежную форсунку ФЦ-36, форсунку ФПТ-36 (шарик из стали диаметром 15,8 мм) и модернизированную ФПТ-36М (масса дебаланса 16 г). Для всех форсунок завихрительный диск имел 4 щели, диаметр соплового отверстия - 8 мм. Опыты выполняли на воде. Давление на входе в форсунку $P_{вх}$ меняли от 0,05 до 0,25 МПа.

Таблица

Результаты испытаний форсунок

$P_{вх}$, МПа	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Q , м ³ /час	0,942	1,338	1,694	1,866	2,166
	1,080	1,548	1,884	2,094	2,310
	1,236	1,776	2,082	2,382	2,700
W , 1/сек.	-	-	-	-	-
	45,75	64,5	80,75	99,5	106,5
	17,75	27,75	31,5	35,75	38,0

Примечание: верхнее поле – ФЦ-36; среднее поле ФПТ-36; нижнее поле – ФПТ-36М.

В ходе опытов определяли производительность Q , угол раскрытия факела и частоту его колебаний W . Вели видеосъемку работы форсунки (частота 240 кадров/с.). Видео обрабатывали на компьютере. Расход воды определяли по счётчику (время замера - 60 с). В ходе опытов установлено, что ФПТ-М работает ровно, устойчиво. Результаты некоторых опытов приведены в таблице.

Из приведенного видно, что форсунка ФПТ-М имеет преимущества. Производительность её в среднем на 14% выше, чем у ФПТ. Частота колебаний факела распыла в 2,3-2,8 раз ниже, что хорошо соответствуют выполненным расчётам.

В планах работ: испытание форсунок ФПТ-М других типоразмеров, изучение возможности дальнейшей оптимизации её конструкции и подача заявки в ФИПС.

-
1. А.С. 1205939 СССР Центробежная форсунка / В.М.Косырев, Л.Я.Живайкин, В.А. Алексеев и др. опубл. 23.01.86 Бюл.№ 3.

УДК 66.081.6-278

ЗАРУБИН Д.М., АТЛАСКИН А.А., ПЕТУХОВ А.Н., КРЮЧКОВ С.С.,
СМОРОДИН К.А., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕМБРАННО-АБСОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ АММИАКА В ПРОЦЕССЕ ГАБЕРА-БОША

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аммиак является одним из наиболее важных и широко производимых неорганических веществ, используемых в сельском хозяйстве в качестве охлаждающего агента в крупномасштабных процессах кондиционирования и т.д. Основная технология производства аммиака – процесс Габера-Боша – осталась неизменной в своих принципах с момента создания. Большими преимуществами процесса Габера-Боша являются простая и стабильная реакция, стабильный продукт и отсутствие побочных реакций. Однако, стоит отметить, что стадия выделения аммиака требует высоких энергозатрат, а традиционные методы, к примеру криогенные очистители, не обеспечивают достаточного разделения и требуют значительного количества охлаждающего агента. Поэтому разработка новых физико-химических методов, которые будут направлены на повышение эффективности технологии очистки, представляет большой интерес.

Выгодно выделяются процессы мембранного газоразделения среди других энергоёмких кандидатов (дистилляция, кристаллизация, криофильтрация и др.). Разделение аммиачной газовой смеси происходит в жестких условиях, поэтому для конкурентоспособности и подходящей цели мембрана должна характеризоваться не только высокой селективностью по NH_3/N_2 и NH_3/H_2 , но и устойчивостью к пластифицирующему эффекту, всегда сопровождающему систему.

Многообещающий подход – метод мембранно-абсорбционного газоразделения. Это гибридная технология, которая объединяет в себе методы мембранного газоразделения и сорбции, где абсорбирующий раствор в основном влияет на селективность процесса, в то время как мембрана применяется как разделитель фаз и механическая опора для предотвращения утечки сорбента в пермеат.

Эффективность извлечения аммиака изучалась на специально разработанной испытательной платформе с использованием PVTMS-мембраны в сочетании с четырьмя перспективными эвтектическими растворителями [bmim][MeSO₃]/Мочевина (1:1), NH₄SCN/Глицерин (2:3), NH₄SCN/Этиленгликоль (1:3) и NH₄SCN/Мочевина (2:3).

Эффективность разделения оценивалась по содержанию целевого компонента – аммиака. Было экспериментально показано, что предельно достижимая концентрация NH₃ в пермеате составляет 98,96 об.% с использованием глубокого эвтектического растворителя NH₄SCN:G в качестве сорбента при рециркулирующем потоке равном 25 см³/мин. Тем не менее, при использовании этого сорбента эффективность разделения быстро снижалась с увеличением скорости рециркулирующего потока. В отношении этого явления наиболее многообещающими абсорбентами являются NH₄SCN:U и NH₄SCN:EG, поскольку они спо-

способны обеспечивать эффективное разделение даже при высоких скоростях рециркуляции. В случае расхода $200 \text{ см}^3/\text{мин}$ при использовании $\text{NH}_4\text{SCN:U}$ и $\text{NH}_4\text{SCN:EG}$ можно достичь 98,42 и 98,7 об.% NH_3 в потоке пермеата, соответственно.

Возможность интенсификации процесса заключается в увеличении степени выделения аммиака из рециркулируемого потока в синтез-реактор за счет мембранно-абсорбционного газоразделения. Доля аммиака в этом потоке составляет 4.49 мол.% (15.86 т ч^{-1}). Предварительные эксперименты на экспериментальном лабораторном стенде показали, что степень выделения составила 80 % из газового потока (H_2 0.628, N_2 0.217, CH_4 0.155). Следующим шагом является оптимизация процесса для промышленного внедрения за счет разработки мембранно-абсорбционного блока на основе полых волокон.

УДК 656

ЗДОБНИКОВА П.А., ЖДЫРЕВА А.В.

О МОДЕЛИРОВАНИИ СЕТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА Г. БОГОРОДСК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Городской пассажирский транспорт общего пользования (ГПТ) относится к числу важнейших отраслей жизнеобеспечения города, от функционирования которого зависит качество жизни населения, эффективность работы отраслей экономики и возможности использования градостроительного и социально-экономического потенциала.

Основной целью научно-исследовательской работы является выявление процента дублирования маршрутами г. Богородск. Анализ маршрутной сети позволил определить ряд основных принципов, по которым необходимо оптимизировать существующую сеть городского пассажирского транспорта:

- снижение уровня дублирования маршрутной сети;
- изменение существующей маршрутной сети;
- диверсификация маршрутной сети за счёт переноса дублирующих маршрутов на параллельные улицы-дублёры;
- сохранение основных существующих транспортных связей.

Метод оценки дублирования заключается в сопоставлении фактической протяженности межмуниципального маршрута с протяженностью маршрута муниципального транспорта города Богородск. Оценке дублирования подвергались следующие номера маршрутов: №1 «д.Демидово-Богородск, ул. Минина», №1-з «ул. Минина- ул.Улыбышева», №Т-1 «ул. Минина – ул.Улыбышева», №4 « автовокзал- 2-й микрорайон(школа №6)», №Т-5а «ул. Минина- ул.Улыбышева», №т-5 «ул.Туркова- переулок Добролюбова», №т-15 «ул. Минина- ул.Улыбышева», Т-2 «д. Березовка-г. Богородск», №3 «Автовокзал – п. Центральный», №т-6 «д. Демидово-д. Сысоевка», №Т-7 «Автовокзал – п. центральный», №Т-7а «ул. Туркова - п. Центральный», №Т-9 «Автовокзал – д.Кудрешки», №11 «ул.Туркова – пер. Добролюбова», №т-12 «Воскресенское- д.Выболово», №Т-13 «д.Демидово- п. Центральный».

Процент дублирования маршрутов определяется по формуле:

$$L = \frac{L_{\text{факт}}}{L_{\text{марш}}} \cdot 100\%,$$

где $L_{\text{факт}}$ - длина маршрута, км, $L_{\text{марш}}$ – длина маршрута по реестру, км.

Например, маршрут №1з «ул. Минина- ул. Улыбышева» дублирует маршрут №1 «ул. Добролюбова- д.Демидово» от ул. Добролюбова до Школа №6. Расстояние между ними составляет 4,9 км. Подставив эти значения в формулу получаем то, что дублирование маршрута на 71,5 %.

$$L = \frac{4,9}{6,85} \cdot 100\% = 71,5\%.$$

Сеть автобусного транспорта характеризуется достаточно высоким уровнем дублирования. Основные участки, на которых происходит максимальное наложение трасс маршрутов, находятся на основных магистральных улицах города. Максимальный уровень дублирования отмечается на участке от ул. Улыбышева до ул. Минина, от ост. Центр до ул. Туркова, от Туркова до ул. Минина.

Для более точной оценки принято решение о разработке модели г. Богородск в программной среде PTV Visum, позволяющей вывести графически информацию о дублировании маршрутов, а также провести модельный эксперимент по изменению маршрутной сети г. Богородск.

Цель дальнейшей работы – выделить в модельной среде все участки улично-дорожной сети, на которых происходит дублирование маршрутов и, с учетом корреспонденций пассажирского транспорта, выработать несколько возможных сценариев изменения сети общественного транспорта.

Ряд этапов создания модели уже пройден: разделение города на подрайоны, расчет характеристик подрайонов (население, точки притяжения и т.д.), расчет матриц корреспонденций, построение транспортной сети. В дальнейшем планируется дополнение сети данными маршрутов и проведение модельного эксперимента.

Библиографический список

1. Катунин, А.А. Оптимизация организации движения на основе имитационного моделирования/В.А. Голенков, А.Н. Новиков, А.А. Катунин //Наука и техника в дорожной отрасли. 2015. No 3 (73).
2. Автомобильный транспорт. Научная монография / Р.В. Абаимов [и др.], под редакцией Р.М. Ахмеднабиева. Новосибирск: Изд-во «СибАК», 2013. – 168 с. (гл. 4 С. 109-126).

УДК 519.624

ИВАНИЩЕВА Ю.С.

НЕПРЕРЫВНЫЙ МЕТОД ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА ДЛЯ МОНОТОННЫХ УРАВНЕНИЙ В ГИЛЬБЕРТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пусть X – вещественное гильбертово пространство, (u, v) – скалярное произведение элементов u и v из H . Пусть H – вещественное гильбертово пространство, оператор $A: H \rightarrow H$ обладает свойствами

$$\begin{aligned} (Au - Av, u - v) &\geq M\|u - v\|^2 \quad \forall u, v \in H, M > 0; \\ \|Au - Av\| &\leq L\|u - v\| \quad \forall u, v \in H, M > 0; \end{aligned}$$

функции $\varphi_k(t)$, $k = \overline{1,3}$, определяются соотношениями

$$\begin{aligned} \varphi_1(t) &= \varphi + \psi + \lambda(t), \quad \varphi_2(t) = \varphi\psi + (\varphi + \psi)\lambda(t), \quad \varphi_3(t) = \varphi\psi\lambda(t), \\ \varphi &> \psi > \lambda(t), \quad t \geq t_0 \geq 0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda(t) &= 0, \end{aligned}$$

и удовлетворяют неравенствам

$$\begin{aligned} \tilde{\varphi}_1(t) - \varphi_2(t) &\geq \varphi_0, \quad t \geq t_0, \\ 2\left(1 - \frac{\alpha}{\varphi_0}\right)\varphi_2(t) - \lambda(t) \left[1 + \frac{\alpha}{\varphi_0}\varphi_2(t)\right] - [\varphi_3(t)]^\varepsilon &> \psi_0 > 0, \end{aligned}$$

$\lambda(t)$ – положительная непрерывно дифференцируемая убывающая выпуклая вниз функция, для которой справедливы неравенства

$$(t\lambda(t))' > 0, [(\lambda(t)t)']^2 + (t\lambda(t))'' > 0$$

и предельные равенства

$$\begin{aligned} \lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{[e^{-\mu\tau} + |\lambda(t)|^{2-\varepsilon}]}{(\lambda(\tau)\tau)'} &= 0, \quad \varepsilon \in (0,2), \\ \lim_{\tau \rightarrow \infty} t\lambda(t) &= \infty, \end{aligned}$$

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} \frac{\lambda'(t)}{[(\lambda(t)t)']^2 + (t\lambda(t))''} = 0,$$

где $\mu = \min\{\varphi_0, -\mu_1\}$ и μ_1 – наибольший корень квадратного уравнения $k^2 + (\varphi + \psi)k + \psi_0 = 0$.

Тогда задача Коши

$$y'''(t) + \varphi_1(t)y''(t) + \varphi_2(t)y'(t) + \frac{\varphi_3(t)}{2M}[Ay(t) - f] = 0,$$

$$y(t_0) = y_0, \quad y'(t_0) = y'_0, \quad y''(t_0) = y''_0$$

однозначно разрешима в классе функций $C^3[t_0, +\infty)$ при любых элементах y_0, y'_0, y''_0 из пространства H . Если для решения задачи выполнено условие

$$(y'''(t), y(t)) + \varphi_1(t)(y''(t), y(t)) + \varphi_2(t)(y'(t), y(t)) + \frac{\varphi_3(t)}{2M}(Ay(t) - f, y(t)) \geq 0,$$

то это решение при $t \rightarrow \infty$ стабилизируется по норме пространства H к единственному решению x уравнения $Ax = f$, $f \in H$.

УДК 004

КАМЫШАН Е.А., ВАСИЛЬЕВА Л.А., ЕГОРОВ Ю.С.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОВЕТУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ СТИЛИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обозначим совокупность требований к характеристикам n -го компонента стилистического образа как R_{nl} , $l = \overline{1, L_n}$. При выборе стилистических решений требования R_{nl} , связанные с числовыми характеристиками Y_{nl} , формализуются заданием интервалов значений в виде односторонних неравенств $x_{nl} \geq x_{L_{nl}}$ или $x_{nl} \leq x_{H_{nl}}$ либо двусторонних неравенств $x_{L_{nl}} \leq x_{nl} \leq x_{H_{nl}}$. Допустимые значения дискретных характеристик могут быть заданы равенством либо перечислением с использованием логических связей \wedge – конъюнкция и \vee – дизъюнкция. Так, если образ состоит из рубашки, костюма и галстука, а при этом необходимо поддерживать одну однотонную вещь и две с рисунком, то соответствующее требование выполняется, если одновременно выполняются все элементарные «дочерние» требования. Другое требование может заключаться в поддержке двух однотонных вещей и одной с рисунком [1]. Для учета выполнения требований введем индикаторную (логическую) переменную r_{nl} такую, что $r_{nl} = 1$, если требование R_{nl} выполняются и $r_{nl} = 0$ в противном случае.

Представим результат проверки выполнения l -го требования, k -го варианта реализации, n -го компонента образа в виде

$$r_{nlk} = F_{R_{nl}}(x_{nlk}), \tag{1}$$

где $F_{R_{nl}}(\bullet)$ – формальная спецификация требований, x_{nlk} – значение l -й характеристики k -го варианта реализации, n -го компонента образа.

Для выбора варианта стилистического решения предлагается следующий алгоритм. Сначала на основе анализа требований пользователя для образа формируются ограничения, которые определяют множество допустимых решений V_{An} .

Затем на основе проверки выполнения требований для отдельных вариантов образа (ВР) v_{nk} , $k = \overline{1, K}$ последовательно проверяется выполнение требований. В результате для каждого ВР v_{nk} проверяется принадлежность множеству допустимых решений V_{An} .

Если множество допустимых решений V_{An} содержит один единственный элемент, то этот вариант является решением \hat{v}_{nk} задачи. Однако этот случай возникает достаточно редко.

Если множество допустимых решений содержит несколько элементов, то выполняется процедура выбора одного из нескольких допустимых вариантов реализации. Поскольку индикаторная переменная выполнения требований $r_{nk} = 1$ для всех допустимых ВР $v_{nk} \in V_{An}$, то для их сравнения ВР предлагается применять аппарат нечеткой логики.

Так, для формализации требований вместо указания пороговых значений характеристик с определением двух градаций выполнения требований, предлагается задавать требования с помощью функций принадлежности (ФП) нечеткому множеству $r = \mu_k(x)$. Степень выполнения модифицированного требования R определяется, как значение соответствующей ФП $r \in [0; 1]$.

-
1. **David, Zyla.** Color Your Style / Penguin Books, 2011.

УДК 004.415.2

КАРКЛИН Т.Д

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные системы видеоаналитики представляют собой программное обеспечение (ПО) для автоматизированного получения различных данных, поступающих с камер видеонаблюдения в режиме реального времени. Данная технология использует методы компьютерного зрения и машинного обучения, что позволяет проводить анализ последовательности изображений без прямого участия человека. Алгоритмы видеоаналитики интегрируются в самые различные бизнес-системы, но особенно актуально использование подобных технологий в промышленном производстве.

Для отраслей нефтегазового производства и энергетики характерна масштабность предприятий, где количество камер может исчисляться сотнями и даже тысячами. Использование видеоаналитики в данном случае является единственной возможностью частичной автоматизации процесса наблюдения и контроля

Постановка задачи: разработать систему на основе видеоаналитики, позволяющую осуществлять визуальное наблюдение за сохранностью оборудования и территорий производства, контролировать соблюдение правил техники безопасности и норм охраны труда, что приведет к повышению эффективности производственных операций.

В рамках исследований были проведены сравнения популярных нейросетевых архитектур, в результате выяснили, что существуют алгоритмы, показывающие хорошую скорость распознавания объектов, но качество распознавания недостаточно хорошее, так и наоборот, модели, показывающие хорошую точность, но уступающие в скорости, что не удовлетворяет требованиям к системе. В связи с этим требуется разработать свою архитектуру нейросети, собрать дата-сет, достаточный для обучения сети, обучить ее под поставленную задачу и внедрить в систему.

Целью исследования является создание модели, которая покажет лучшие результаты по параметрам скорость и точность распознавания и будет способна работать с видеопотоком в реальном времени. Сеть будет способна находить человека и детектировать одежду на нем (каска, жилет и защитные очки), определять наличие задымлений и огня. Это позволит создать интеллектуальную систему видеоаналитики для внедрения на нефтегазовых предприятиях.

1. Tensorflow API Documentation. Размещено на: https://www.tensorflow.org/api_docs

УДК 004

КЛИМИН Ю.А., ЗИМИН А.С., ЕГОРОВ Ю.С.

ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СРЕДЫ СМЕШАННОЙ РЕАЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрим разницу между понятиями виртуальная, дополненная и смешанная реальности [1].

Виртуальная реальность (VR) полностью отсекает реальный мир, то есть человек в VR-очках видит только виртуальный мир (графическое изображение и трехмерные модели), созданный проектировщиком.

Дополненная реальность (AR) встраивает в область зрения реального мира виртуальное изображение, то есть человек в AR-очках или с экрана смартфона видит реальный мир, в котором поверх реального объекта наложен виртуальный объект, но виртуальная картинка не дает ощущение реального расположения и взаимодействия объектов с окружающим миром.

Смешанная реальность (MR), как и AR, встраивает в область зрения реального мира виртуальное изображение, а также позволяет реализовать взаимодействие реальных и виртуальных объектов, то есть человек в MR-очках может наблюдать точку соприкосновения реального и виртуального мира и взаимодействовать с ней. Например, если бросить виртуальный шарик на реальный стол, то шарик долетит до стола, затем остановится на его поверхности (не провалится сквозь него) покатится по столу и упадет с края на пол (опять же не провалится сквозь него), в то время как дополненная реальность не обеспечивает такие привязки. Чтобы MR-взаимодействие было возможно, существуют специального вида алгоритмы, описывающие поведение (физические свойства) виртуальных объектов и границы реального мира.

Таким образом, основная сложность систем смешанной реальности – компьютерное согласование систем координации реальной и виртуальной сцены, перекрытие виртуальных и реальных изображений.

Смешанная реальность объединяет реальный и виртуальный мир в новую среду и отображение, где физически существующие объекты и виртуальные (синтезированные) объекты сосуществуют и взаимодействуют друг с другом в реальном времени.

Для связи виртуальных объектов с реальным миром используются две системы.

Система маркеров. В реальной сцене размещаются специальные маркеры, которые распознаются и заменяются виртуальными объектами во время выполнения. QR-коды или коды EAN могут использоваться в качестве маркеров в дополнение к специализированным маркерам.

Безмаркерные (полумаркерные) системы. Системы без (специальных) маркеров - в отличие от маркера AR, в реальной сцене нет необходимости иметь специальные маркеры. Координаты GPS, сигнал Wi-Fi, анализ выходных данных камеры (например, распознавание изображений) и другие средства используются для помещения виртуального объекта в реальную сцену. В полумаркерных системах в качестве маркеров используются объекты реального мира, естественно помещенные в сцену.

Представляется возможным разработка алгоритмов на базе подходов безмаркерных (полумаркерных) систем при создании конструктора среды смешанной реальности, что обеспечит привязку виртуальных цифровых моделей к объектам реального мира в виде SDK для разработчиков сред смешанной реальности.

1. **Смолин, А.А.** Системы виртуальной реальности, дополненной и смешанной реальности / А.А. Смолин, Д.Д. Жданов, И.С. Потемкин, А.В. Меженин, В.А. Богатырев – СПб: Университет ИТМО, 2018 – 59 с.

УДК 62.835

КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А., ТУМАСОВ А.В.

РАЗРАБОТКА КРЕПЛЕНИЙ БЫСТРОСЪЕМНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСАМОКАТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире большую популярность как средство перемещения в городской среде приобрели самокаты с электрическим приводом. По этой причине растет количество агрегаторов, предлагающих аренду данных транспортных средств. Как и во всех видах транспорта, которые используют в качестве привода электрический двигатель, главной проблемой электросамокатов является тяговая аккумуляторная батарея (АКБ), а именно емкость батареи, скорость зарядки, а также ее стоимость.

Если стоимость аккумулятора в настоящее время едва ли возможно уменьшить без негативного воздействия на остальные эксплуатационные характеристики электросамоката, то проблему с емкостью и скоростью зарядки АКБ можно нивелировать, используя быстросъемные аккумуляторные батареи. Это позволит сменить АКБ с израсходовавшимся зарядом аккумулятора на заряженную в минимальное время. При этом разряженную АКБ поставить на зарядку, тем самым уменьшить простой для электрического транспортного средства.

Данная технология быстросъемных аккумуляторных батарей для электросамокатов станет особенно актуальной для арендаторов подобных транспортных средств. В современных российских городах у таких владельцев существует множество точек, где имеется возможность приобрести на временное пользование самокат. В действительности многие из электросамокатов находятся в разряженном состоянии без ресурса для их использования. В этих местах можно организовать пространство для смены аккумулятора и его зарядки вне транспортного средства.

Для быстросъемных аккумуляторных батарей необходимо использовать особые крепления, которые можно сомкнуть и разомкнуть за минимальное количество времени, но при этом сохранить как прочностные свойства, так и обеспечивающие надежные электрические связи аккумулятора с тяговым электроприводом.

При проектировании данных креплений нужно рассмотреть условия эксплуатации электросамоката, которые накладывают на них особые требования к конструкции:

- эксплуатация на плиточной поверхности и неровном асфальте. Данные условия накладывают особые требования к прочностным характеристикам креплений и их устойчивости к вибрациям, трению при движении;
- эксплуатация в дождь и влажную погоду. Данные условия накладывают особые требования к контактному соединению тяговой аккумуляторной батареи с остальной электрической частью электросамоката. При соединении быстросъемных креплений должна обеспечиваться герметичность электрических соединений;
- активная эксплуатация в сезонные периоды. В теплый период при активном использовании будет происходить частая смена разряженных тяговых аккумуляторных батарей на вновь заряженные. При этом должна обеспечиваться долговечность креплений при большом количестве циклов их размыканий и замыканий.

Также при разработке креплений аккумулятора необходимо рассмотреть финансовый аспект. Стоимость электросамокатов с возможностью такой технологии не должна превышать стоимость иных самокатов более чем на 15% для сохранения рентабельности. Требуется внимательно подойти к вопросу выбора и расчета нужных материалов, сохраняющих баланс цены и качества продукта.

При учете данных факторов на стадии проектирования креплений быстросъемных тяговых аккумуляторных батарей для электросамокатов возможна разработка качественного продукта, актуального для использования в современной городской среде.

УДК 656.1

КУНИЦОВА Е.Г., АГАПОВ М.М.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ И/ИЛИ НЕГАБАРИТНЫХ ГРУЗОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО И МЕЖМУНИЦИПАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Транспортировка грузов – ключевая фаза логистического процесса. Организационный процесс транспортировки имеет ряд особенностей, связанных с характером, видом груза, а также способом его перевозки. Крайне важное значение имеет транспортировка тяжеловесных и/или негабаритных грузов. Главными проблемами таких перевозок являются совместное воздействие массы автомобилей и массы находящихся на них грузов на автомобильную дорогу, приводящее к ухудшению транспортно-эксплуатационных параметров дороги и ее разрушению, а также созданию помех другим участникам дорожного движения и возможному нанесению ущерба объектам придорожной инфраструктуры при таких перевозках.

Решением таких проблем на дорогах федерального назначения было введение «Платон», плата за тонну. На дорогах регионального и межмуниципального пользования до недавнего времени был весовой контроль крупногабаритного груза. Он был возможен только в случае обязательного наличия при нем, кроме сотрудников поста, еще и сотрудника ГИБДД. Решением федеральных органов МВД РФ было прекращено выделение нарядов сотрудников ГИБДД для совместной работы на постах весогабаритного контроля. Отличным решением проблемы стала установка автоматического поста весогабаритного контроля (АСПВК). Функциональные задачи АСПВК – это оперативное круглосуточное измерение весовых и габаритных параметров грузовых транспортных средств на автоматических пунктах весогабаритного контроля, выявление транспортных средств, движущихся с превышением предельно допустимых норм, установленных в действующем законодательстве Российской Федерации, фотовидеофиксация транспортных средств с выявленными превышениями, переда-

ча информации о транспортных средствах с выявленными превышениями предельно допустимых норм в центр обработки данных для определения состава административных правонарушений и оформления постановлений по делам об административных правонарушениях.

Для законного проезда по а/д регионального и межмуниципального назначения выдается специальное разрешение - бумажный документ, изготовленный на бланке, выдаваемый заявителю под расписку. При выдаче специального разрешения в регионах, у которых имеются установки АСПВК, информация о его данных посредством СМЭВ автоматически попадает в федеральную БД специальных разрешений. Оно нужно для расчета компенсации вреда автомобильным дорогам. Процедура выдачи этого разрешения является государственной услугой, предоставляемой на платной основе, и осуществляться в обычной или электронной форме.

Организация контроля АСПВК на автомобильных дорогах регионального и межмуниципального значения направлена не на получение штрафов, а на понуждение участников логистического процесса к соблюдению законодательства РФ по выплатам компенсаций в связи с нанесением вреда дорогам.

УДК 004

ЛАЩУК К.В., ЧИКАЕВ А.О.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА МОДЕЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИ СОЗДАНИИ МАКРОМОДЕЛИ ГОРОДА (РАЙОНА)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование моделирования для описания транспортных систем уже является стандартным. Так, макро- и микромоделирование обязательно при разработке КСОДД (комплексных схем организации дорожного движения) городов и районов на территории РФ. Наиболее часто для создания макромоделей в России используется программный продукт PTV Visum. Существенную сложность при разработке таких моделей является определение ряда коэффициентов, таких как пропускная способность дорог, влияние на нее расположения остановочных пунктов и т.п. Использование стандартных констант, справедливых для Германии, в которой разрабатывалась программа PTV Visum, приводит к большой погрешности моделей.

Авторы публикации уже сталкивались с необходимостью уточнения этих коэффициентов для городов в РФ. Данное исследование продолжает исследования начатые специалистами НГТУ им. Р.Е. Алексеева в этой области. В конечном итоге оно направлено на создание вспомогательного программного продукта, позволяющего вычислять ряд модельных констант, в частности при вычислении с матриц корреспонденций.

В работе рассматриваются маршруты, отвечающие поездкам «дом-работа» с попутным завозом ребенка (детей) в садик. Напомним, что стандартно все корреспонденции личного транспорта делятся в зависимости от цели поездки на «дом-прочее», «дом-работа», «работа-прочее», «прочее-прочее» и т.д. Установлено, что необходимо рассматривать цепочки вида "дом-прочее-работа" и т.п., которые называются моделями активности - «activity-based». Одной из первых моделей активности является модель SAMS, разработанная Китамурой и др. [1][2]

В данной работе анализируются цепочки вида "дом - детский сад - работа" (модель утреннего час пик) и " работа - детский сад - дом " (модель вечернего часа пик).

Было проведено исследование с целью подсчёта количества респондентов, совершающие такие поездки в утренний час пик. Для учёта выбраны два детских сада №314 (г. Нижний Новгород ул. Куйбышева д31) и № 40 (г. Нижний Новгород ул. Куйбышева д.19).

Аналогичный метод использовался для статьи «О некоторых особенностях макромоделирования малых городов с моноструктурной экономикой» [3], только для матрицы корреспонденций «заезд за коллегой по работе». Метод показал большую сходимость по ГЕН-статистике. Использование данного метода позволило получить хорошее соответствие моделей реальным данным.

В заключение еще раз отметим, что конечной целью работы является программный продукт, позволяющий уточнить ряд коэффициентов (применительно к конкретному городу или району), необходимых для разработки качественной макромоделли.

Библиографический список

1. Kitamura, R., E. I. Pas, C. V. Lula, T. K. Lawton, and P. E. Benson (1996). The sequenced activity simulator (SAMS): an integrated approach to modeling transportation, land use and air quality. *Transportation*, 23, pp. 267-291.
2. Kitamura R. and S. Fujii (1998) Two computational process models of activity-travel choice. In *Theoretical Foundations of Travel Choice Modeling* (eds Garling T., T. Laitila, K. Westin), Pergamon, pp 251-279.

УДК 544

МАЙЕРОВА В.Р., ПРОХОРОВ И.О., МОЧАЛОВ Л.А., ЛОГУНОВ А.А.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ОКСИДА ЦИНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оксид цинка - перспективный материал для создания неинвазивных датчиков дыхания человека с высоким аналитическим откликом и скоростью. Большая удельная поверхность наноструктур оксида цинка позволяет эффективно и избирательно адсорбировать органические и неорганические молекулы, а также получать усиленный сигнал за счет большего количества таких молекул, что, как следствие, дает возможность определения их низкой концентрации. В обычных условиях вюрцит наиболее термодинамически стабильная фаза оксида цинка, структура которого является причиной его пьезоэлектрических свойств [1-3]. Ширина запрещенной зоны ($E_g = 3.37$ эВ) позволяет использовать ZnO для создания излучателей и лазеров видимого и УФ-диапазона.

Наноструктуры оксида цинка были получены методом плазмохимического осаждения из газовой фазы. В качестве прекурсора использовался элементарный цинк высокой чистоты. ВЧ (40 МГц) индуктивно-связанный плазменный разряд использовался для инициирования плазмохимических реакций в газовой фазе. В качестве исходной газовой смеси плазмы использовался водородно-кислородный (H_2-O_2) состав различного соотношения. Оптическая эмиссионная спектроскопия использовалась как инструмент для определения промежуточных возбужденных частиц, а также для предположения о возможном механизме плазмохимических реакций. Также исследовалось влияние материалов подложки, ее температуры, мощности плазменного разряда. Свойства осажденных пленок были охарактеризованы методом атомно-силовой микроскопии.

Данное исследование финансировалось РФФИ в рамках исследовательского проекта 2 20-08-00237 А «Разработка научных основ универсального плазмохимического метода

синтеза наноструктур оксида цинка для создания люминесцентных устройств, солнечных элементов, газовых- и биосенсоров нового поколения».

Библиографический список

1. Comini E. et al. ZnO lieri G. Quasi-one dimensional metal oxide semiconductors: Preparation, characterization and application as chemical sensors // Progress in Materials Science. 2009. V. 54. № 1. P. 1.
2. Hagen J.A. et al. Biofunctionalized Zinc Oxide Field Effect Transistors for Selective Sensing of Riboflavin with Current Modulation //Sensors. 2011. V. 11. № 7. P. 6645
3. Norton D.P et al. ZnO: growth, doping & processing // Materials Today. 2004. V. 7. № 6. P. 34.

УДК 629.067

МАРКОВНИНА А.И., ЦЫГАНОВ Н.Д.

РАЗРАБОТКА ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, АНАЛИЗИРУЮЩЕЙ РЫНОК АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Автомобильный рынок в настоящее время очень развит и может предложить потребителю автомобиль почти любой комплектации и ценовой категории. Но такое изобилие создаёт проблему выбора – существуют клиенты, которым нужен автомобиль определённой марки с определёнными характеристиками. А другие, не имея опыта покупки, вождения или имеющих мало знаний о технических характеристик автомобиля, теряются, не зная, что взять или берут не самый подходящий и не самый качественный вариант, поддаваясь уговорам работников автосалонов. И те и другие в итоге тратят много времени на поиск, консультацию и итоговый выбор автомобиля. Разработка вспомогательной системы нацелена на генерацию списка наиболее подходящих автомобилей потребителю «не выходя из дома».

Разрабатываемая система направлена на консультационную помощь в принятии решения выбора автомобиля на основе опроса пользователя.

Цель системы - определить лучший вариант (или несколько вариантов) из автомобилей с учётом личных потребностей и предпочтений пользователя.

Назначение программы: упрощение процедуры подбора автомобиля. Сам процесс работы представляет собой ввод пользователем веса, от 0 до 100, следующих параметров автомобиля: безопасность; цена; комфорт; интерьер; экстерьер; гаджеты и устройства для обеспечения комфорта.

Последние три параметра представляют собой «подпараметры» комфорта, так как они схожи по значению и для отдельных аргументов их роль в автомобиле недостаточна.

Самым подходящим вариантом архитектуры является разработка в виде экспертной системы (ЭС). Проводя поиск решения, ЭС использует заранее созданную базу знаний, которая может корректироваться и обновляться по мере необходимости.

Существующие программные аналоги больше рассчитаны на куплю-продажу подержанных автомобилей, нежели новых. Поиск ведётся по стандартным общеизвестным техническим характеристикам, он не предусматривает частные приоритеты потребителя в виде простейших потребностей.

Библиографический список

1. Исследование активной безопасности автомобиля с применением методов многокритериальной оценки [Текст]/Марковнина А.И. [и др.]// Journal of Advanced Research in Technical Science. – Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. – 2019. – Issue 16. – 126 p. ISSN 2474-5901. С.114-117
2. **Марковнина, А.И.** Применение методов многокритериальной оценки в исследовании безопасности дорожного движения [Текст]/Марковнина А.И., Макаров В.С., Беляков В.В.// IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 819 (2020) 012003 doi:10.1088/1757-899X/819/1/012003

УДК 504.064.45

ОТОПКОВА К.В.^{1,2}, БАЙДАЧЕНКО В.Е.¹, ЕСИПОВИЧ А.Л.¹, КАТУЛИНА Ю.С.¹

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПЭТ С ПОЛУЧЕНИЕМ ВОСТРЕБОВАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева¹
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского²

Полиэтилентерефталат (ПЭТ, Terylene, Dacron, Лавсан) – один из наиболее распространенных термопластов, используемых в различных отраслях промышленности. Важными сегментами потребления ПЭТ являются производство текстиля (лавсан, флис и др.), биомедицина (хирургические нити, сетка для герниопластики и др.), автомобилестроение, 3D-печать FDM, производство композитных материалов, мембран и др. По данным специалистов в 2016 г. мировое производство ПЭТ составило 41,6 млн тонн, при этом в 2020 г. производство выросло до 73,4 млн тонн.

На сегодняшний день основное применение ПЭТ нашел в производстве пластиковых бутылок, одноразовой посуды и пищевой упаковки. В 2016 г. было произведено 485 млрд бутылок ПЭТ, в 2021 г. объем производства оценивается уже в 583 млрд ПЭТ бутылок.

Утилизация использованной ПЭТ тары является большой экологической проблемой. С учетом направлений использования различных изделий и сроков службы, ежегодно в России образуется порядка 600-700 тыс. тонн ходов ПЭТ. При этом использованную ПЭТ тару в основном захоранивают на полигонах ТБО. С учетом того, что период распада ПЭТ может длиться более трёхсот лет, в настоящее время на полигонах ТБО аккумулировалось огромное количество ПЭТ отходов.

Лишь в последние годы использованную ПЭТ тару в России начали подвергать вторичной переработке. При этом основным является механический способ переработки ПЭТ с получением «флексов» и гранулята. Полученный таким образом вторичный ПЭТ имеет существенные ограничения по применению. Вторичный ПЭТ нельзя использовать для получения пищевой упаковки и только не более 50 % вторичного можно вовлекать в продукцию с сохранением эксплуатационных свойств. Следует также отметить, что только 170 тыс. тонн ПЭТ отходов попадает на переработку, что не более 25 % от общего числа собранных бутылок.

В Европе вторичная переработка ПЭТ поставлена на государственную основу и датируется. Основные способы утилизации ПЭТ отходов – сжигание и пиролиз. Однако данные методы связаны со значительной нагрузкой на окружающую среду и требуют больших материальных затрат.

В данной работе разработана лабораторная установка и отработаны режимы гидролиза ПЭТ. Способ позволяет получать терефталат натрия и этиленгликоль с выходом более 95%. Образующийся раствор терефталата натрия с этиленгликолем в воде был испытан в качестве противокоррозионной присадки для антифризов и показал высокую эффективность, не уступающую современным карбоксилатным присадкам.

Также исследована возможность алкоголиза ПЭТ с получением эфиров терефталевой кислоты (дибутилового и диоктилового). Выход эфиров составил не менее 80%. Полученные эфиры могут эффективно применяться в качестве пластификаторов для ПВХ изделий.

Таким образом, химическая переработка с получением производных терефталевой кислоты и этиленгликоля может стать эффективным способом переработки отходов ПЭТ и позволит получать широкий ряд востребованных продуктов. Внедрение данных технологий позволят освободить загруженные в настоящее время полигоны ТБО и существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

УДК 621.3

ПЕЧЕРНИКОВ Д.О., КРАЛИН А.А.

РАЗРАБОТКА ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ТРЕХФАЗНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Система электроснабжения характеризуется высокой степенью неоднородности. В связи с этим линии низких классов напряжения часто перегружаются, в то время как линии более высокого номинального напряжения остаются недогруженными. Такой режим работы электрической сети характеризуется отклонениями уровней напряжения в узлах сети от требуемых значений [1].

Применение тиристорных регуляторов напряжения (ТРН) в электрических сетях 6-20 кВ позволяют решить некоторые проблемы повышения качества электроэнергии. Использование ТРН позволяет управлять потоками мощности электроэнергии, следовательно, с помощью этого устройства можно увеличить пропускную способность линий электропередач, а также повысить уровень надежности электроснабжения. Один из вариантов схемотехнического решения силовой части ТРН представлен на рисунке.

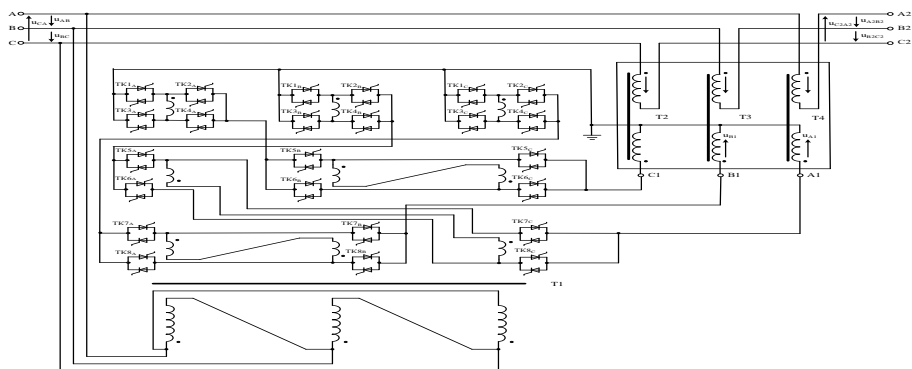


Рис. Силовая схема ТРН

В ходе научного исследования были определены параметры ЛЭП, при которых использование ТРН позволяет загрузить линии пропорционально их пропускной способности. Использование ТРН дает возможность повысить качество электроэнергии в соответствии с ГОСТ в широком диапазоне изменения параметров нагрузки.

Установку ТРН 6-20 кВ следует рассматривать в следующих случаях [2]:

- 1) на линиях, находящихся в эксплуатации, при существующих нагрузках, при наличии жалоб потребителей на несоответствующее установленным требованиям КЭ, подтвержденное результатами периодического контроля;

- 2) на линиях, находящихся в эксплуатации, при существующих нагрузках, в которых потери напряжения значительно превышают допустимые значения установленных требований;
- 3) на линиях, к которым планируется технологическое подключение;
- 4) при новом строительстве ЛЭП в качестве альтернативы сооружения ЛЭП и ПС более высокого класса напряжения.

1. Плешкова, Т.А. Оптимизация режимов работы замкнутых сетей с высокой степенью неоднородности / Т.А. Плешкова, А.В. Лохтин, И.С. Феоктистова // Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция. Вятский государственный университет, 2017. – С 7.

УДК 159.922.7

ПОСЫПКИНА Е.В., ЧЕКАЛОВА С.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В АМБУЛАТОРНО-ПОЛИКЛИНИЧЕСКИХ УЧЕРЕЖДЕНИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России

В настоящее время информационная индустрия связана с созданием технических методов, средств и технологий для получения и хранения имеющейся информации. Учреждения здравоохранения различного типа не являются исключением, нуждаясь в создании удобных для пользователей и надёжных баз данных. Управление данными для каждого врача может быть использовано для получения информации о пациенте, обеспечит её пополнение и проведения сравнительного анализа.

Целью выполнения работы является создание программного комплекса для оптимизации обработки информации в условиях детской поликлиники. Разработанная программа должна представлять собой программное средство хранения и обработки информации, а также получения отчётов в требуемом виде. Медицинская система способна повысить эффективность деятельности врача на основе автоматизации трудоёмких операций обработки статистического анализа информации.

Создаваемый программный комплекс обеспечивает реализацию следующих функций: авторизация пользователей; хранение данных; обработка и редактирование данных; выгрузка информации о хранящихся данных в требуемом формате; удалённый доступ к данным.

Сравнительный анализ популярных языков программирования позволил выбрать для программной реализации язык python как наиболее удобное и компактное средство для создания приложений, работающих с большими объемами данными. На сегодняшний день Python является самым распространённым языком для построения научных и технических программных продуктов ввиду компактности и наглядности синтаксиса языка, мощной технической поддержки и наличия крупнейшей свободной базы библиотек (пакетов) с реализованными алгоритмами практически во всех областях научной деятельности. Графический интерфейс программы будет разрабатываться с помощью библиотеки PyQt, являющейся оберткой к популярной C++ графической библиотеке Qt. Данная библиотека предоставляет удобную среду для создания оконных приложений с широким набором готовых компонентов пользовательского интерфейса (виджетов), в то же время допускающих гибкую настройку под непосредственные нужды разработчика.

Отображение данных в форме графиков и диаграмм будет осуществляться с использованием пакета matplotlib. Данный модуль является наиболее распространённым средством для построения графиков в языке python с возможностью чрезвычайно гибкой

настройки и отображения различных типов графиков и диаграмм (график кривой, гистограмма, столбчатая и круговая диаграмма, поверхность в трехмерном пространстве).

Наконец, для удобной организации программного кода и обеспечения возможности сборки проекта в исполняемый exe файл мы будем использовать специализированную python библиотеку fbs, непосредственно предназначенную для создания pyQt проектов и их сборки в исполняемый файл для любых операционных систем.

Таким образом, разрабатываемый программный комплекс способен повысить эффективность деятельности врача детской поликлиники на основе автоматизации трудоемких операций хранения большого количества информации о пациентах, её обработки, выборки и вывода информации в необходимом формате, проведения статистической обработки и дальнейшего анализа полученных данных.

УДК 519.624

САБЛУКОВ Д.С.

НЕПРЕРЫВНЫЙ РЕГУЛЯРИЗОВАННЫЙ МЕТОД ПЕРВОГО ПОРЯДКА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ОБОБЩЕННОЙ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ НЕРАСТЯГИВАЮЩЕГО ОПЕРАТОРА НА ПРИБЛИЖЕННО ЗАДАННОМ МНОЖЕСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

$A: H \rightarrow H$ – нестягивающий на Ω оператор, Ω – выпуклое множество из H , $0 \in \Omega$, множество обобщенных неподвижных точек A на Ω непусто, $\alpha(t)$, $\beta(t)$, $\gamma(t)$ – невозрастающие положительные дифференцируемые функции при $t \geq t_0$, причем $\alpha(t)$ и $\beta(t)$ выпуклы и являются бесконечно малыми при $t \rightarrow \infty$, кроме того, они обладают свойствами:

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{\alpha(t)}{\beta(t)} &= 0, \\ \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{\alpha'(t)}{\alpha^2(t)\beta(t)\gamma(t)} &= 0, \\ \int_{t_0}^{\infty} \tilde{\alpha}(t) dt &= +\infty. \\ \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{\beta'(t)}{\alpha^2(t)\beta^2(t)\gamma(t)} &= 0, \\ \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{\gamma'(t)}{\alpha(t)\beta(t)\gamma^2(t)} &= 0. \end{aligned}$$

Пусть множество Ω аппроксимируется последовательностью выпуклых замкнутых множеств из H , причем справедливо неравенство $r(\Omega, \Omega_t) \leq \sigma(t)$, вместо оператора A известно семейство отображений $A(t)$ ($t \geq t_0$), обладающее свойствами:

$$\begin{aligned} \|A(t)x - A(t)y\| &\leq [1 + h(t)]\|x - y\|, \quad \forall x, y \in \Omega_t, \quad t \geq t_0, \\ \|A(t)x - Ax\| &\leq \delta(t)g(\|x\|), \quad \forall x \in \Omega, \quad t \geq t_0, \end{aligned}$$

и верны соотношения

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{\sqrt{\sigma(t)}}{\beta^2(t)\alpha(t)} &= 0. \\ \lim_{t \rightarrow +\infty} \frac{h(t) + \delta(t)}{\alpha(t)} &= 0. \end{aligned}$$

Пусть построены операторы $B = E - P_\Omega$, $C = E - AP_\Omega$, где E – единичный оператор в H . Операторы B и C монотонны и непрерывны на H , так как оператор P_Ω в гильбертовом пространстве является нестягивающим и имеет место условие

$$(Cx, x) \geq 0, \text{ при } \|x\| \geq r > 0, x \notin \Omega$$

Предположим, что дифференциальные уравнения первого порядка

$$\frac{dx}{dt} + \gamma(t)[Bx + \beta(t)(Cx + \alpha(t)x)] = 0,$$

$$\frac{dy(t, \tau)}{dt} + \gamma(t)[By(t, \tau) + \beta(\tau)(Cy(t, \tau) + \alpha(\tau)y(t, \tau))] = 0,$$

$$\frac{d\tilde{x}(t)}{dt} + \gamma(t)[B(t)\tilde{x}(t) + \beta(t)(C(t)\tilde{x}(t) + \alpha(t)\tilde{x}(t))] = 0$$

имеют единственные решения на $[t_0, +\infty)$ при любых начальных условиях.

Тогда решение задачи

$$\frac{d\tilde{x}(t)}{dt} + \gamma(t)[B(t)\tilde{x}(t) + \beta(t)(C(t)\tilde{x}(t) + \alpha(t)\tilde{x}(t))] = 0,$$

$$\tilde{x}(t_0) = x_0$$

при любом начальном условии $x_0 \in H$ стабилизируется при $t \rightarrow +\infty$ к обобщенной нормальной неподвижной точке оператора A на выпуклом замкнутом множестве Ω из H .

УДК 621.3: 519.8

САВЧУК В.С., ПЛЕХОВ А.С.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРОЧНОЙ УСТАНОВКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время практически невозможно найти отрасли промышленности, где бы не использовались те или иные технологии сварки. Чаще всего они применяются в области строительства, монтажа и ремонта.

Рассматривая конкретику, необходимо упомянуть ее применение в автомобиле-, самолето-, судо-, ракето- и станкостроении. Сварка MIG, при которой в качестве изолирующей среды выступает инертный газ (гелий или аргон), MAG с использованием активного газа, например, азота, углекислого газа и т.п., являются основной технологией при производстве трубопроводов, эстакад и прочих металлоконструкций.

Реализация технологий сварки требует решения множества проблем, в их числе разбрызгивание электродного материала в зоне термического влияния, высокая степень инерции процессов, происходящих в активной зоне, в том числе тепломассоперенос, сценарии взаимодействия защитных сред и дуги, и ряд других [1].

Пока еще нет возможности создать полностью автоматизированную систему сварки из-за сложности учета всех факторов, влияющих на сам процесс горения дуги и формирования сварного шва.

В данном докладе показаны и классифицированы наиболее актуальные проблемы сварочной отрасли, предложены концепции решений некоторых из них. Эти концепции представлены в математических и имитационных моделях силовой схемы источника питания, системы управления и алгоритма роботизации сварочной установки. Система уравнений отражает все факторы процесса дуговой сварки, учитывает теплотворную способность электрической дуги.

Предложены направления дальнейшей работы в данной области и подходы к внедрению полученных результатов на действующих промышленных площадках.

-
1. **Завьялов, В.Е.** Технология сварки плавлением: учеб. пособие/ В.Е. Завьялов, И.В. Иванова, Н.Г. Кобецкой. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2018.- 484 с.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО АНАЛИТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ УВЛАЖНЕННЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ IN-SITU МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В задачах очистки природного газа, а также выделения CO_2 из дымовых газов ТЭЦ мощностей традиционных методов со временем становится недостаточно. Данная проблема приобретает все большую актуальность и ведутся разработки более совершенных и экологичных технологий. Все больше внимания уделяется технологическим решениям, основанным на мембранном газоразделении. Метод мембранного газоразделения имеет весомые плюсы, такие как энергоэффективность, экологичность, экономичность, что делает его интересным и перспективным.

В реальных системах для многих промышленных задач, например, газодобычи, существует одна важная проблема: присутствие влаги в газовом потоке, что может провоцировать появление различных специфических эффектов: пластификацию мембраны или же явление конкурентной сорбции, что может ухудшать эффективность выделения целевого компонента. Пары воды имеют крайне высокую проницаемость, что позволяет ей проникать в подмембранное пространство, также конденсироваться в микропустотах мембраны и разрушать ее из-за излишнего капиллярного давления, созданного водой внутри пустот.

Процесс массопереноса в полимерных мембранах описывается механизмом растворения-диффузии. Долгое время наиболее информативным подходом к исследованию газотранспортных характеристик являлся манометрический метод, предложенный Баррером. Он позволяет определять коэффициенты проницаемости и диффузии в рамках одного эксперимента за счет исследования переходных процессов и оценки коэффициента диффузии через *time-lag*, однако только для индивидуальных газов.

Для определения возможности применения мембранного материала в конкретных задачах необходимо корректно и достоверно определять его характеристики (при разделении реальных смесей газов, содержащих пары влаги или летучих органических соединений). Необходимо удобный метод анализа количества влаги в подмембранном пространстве.

Целью работы является разработка экспериментального стенда и метода исследования газотранспортных характеристик различных полимерных образцов в присутствии паров воды с применением *in-situ* масс-спектрометрии. Данный подход позволит исследовать поведение мембраны при переходных процессах, отслеживая накопление компонентов в подмембранном пространстве, используя детектор масс-спектрометра в режиме реального времени с необходимой частотой детектирования. Метод позволяет определять количество воды в подмембранном пространстве, также коэффициенты проницаемости и диффузии для многокомпонентных систем независимо для каждого конкретного газа смеси.

В рамках настоящего исследования разработан экспериментальный стенд, позволяющий проводить исследования газотранспортных характеристик полимерных мембран как в вакуумном режиме, так и с продувкой полости низкого давления мембранного модуля инертным газом. Ключевыми элементами установки являются система подачи жидкости с контролем расхода пара Bronkhorst и квадрупольный масс-спектрометр Prisma Pro QMG 250 M2, в детектор которого компоненты из подмембранного пространства попадают напрямую, что позволяет измерять коэффициенты проницаемости и диффузии в реальном времени.

РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГИДРОЦИКЛОННЫХ АППАРАТОВ

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

Испытательный стенд — это лабораторное оборудование, предназначенное для проведения испытаний различных предметов, объектов и сред. Преимуществом испытаний на стенде перед испытаниями в реальных условиях является возможность оценки реакции исследуемого образца на определённый тип и величину нагрузки при прочих фиксированных параметрах, что позволяет выявить скрытые конструктивные недостатки. Целью испытаний является выявление реакции объекта исследования на специфические условия проведения процесса [1].

В связи с необходимостью повышения качества очистки оборотных и сточных вод следует тщательно изучить этот процесс. Одна из стадий очистки вод – механическое разделение. Характерным примером данного вида разделения является очистка в гидроциклонах.

Выбор гидроциклона в качестве базового аппарата для схем разделения жидких неоднородных систем обусловлен, прежде всего, достаточно высокой эффективностью разделения и производительностью при относительно небольших размерах и стоимости. Также, эксплуатация гидроциклонов не требует больших затрат и дополнительного персонала для обслуживания. Гидроциклоны могут успешно использоваться в качестве сгустителей, осветлителей, классификаторов во многих технологических циклах промышленного производства [2]. Широкое применение они нашли в металлургическом производстве, в угольной промышленности и нефтедобыче, в пищевой, целлюлозно-бумажной отрасли и системах водопользования. Таким образом, изучение процесса разделения в гидроциклонах и усовершенствование их конструкций является актуальным вопросом на сегодняшний день.

На кафедре «Технологическое оборудование и транспортные системы» ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева проводятся исследования процессов разделения, в том числе и в гидроциклонах – аппаратах, имеющих определяющий размер – диаметр от нескольких миллиметров и более одного метра. Кроме того, такие гидроциклоны могут быть установлены последовательно, объединены в батареи или блоки для повышения производительности при сохранении достаточно высокой эффективности [3].

На данный момент разработан график по реализации проекта, изготовлена технологическая схема установки, создана 3D модель, выполнены рабочие чертежи и изготовлены основные детали. Производятся работы по сборке несущей конструкции стенда. Ожидается, что с вводом в эксплуатацию данной установки появится возможность не только испытывать новые конструкции батарейных и блочных гидроциклонных аппаратов, но и исследовать их работу, что позволит быстроразвивающимся предприятиям по очистке и разделению применять конструкцию данного стенда в коммерческих целях.

Библиографический список

1. Большая Советская Энциклопедия / ред. О.Ю. Шмидт. - М.: Советская Энциклопедия, 1992. - 921 с.
2. **Терновский, И. Г.** Гидроциклонирование / И.Г. Терновский, А.М, Кутепов. – М.: Наука, 1994. – 350 с.
3. Патент № 2684078 Диков В.А., Суханов Д.Е., Многоступенчатая гидроциклонная установка – Оубл. 03.04.2019 Бюл. № 10.

РАЗРАБОТКА РОТОРНО-ВИХРЕВОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

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

На кафедре ТОТС была разработана конструкция вихревого теплообменного аппарата (ВТА) с вращением потоков теплоносителей. Изучение его работы показало высокую эффективность [1]. В отличие от традиционных рекуперативных теплообменных аппаратов («труба в трубе», кожухотрубчатых и т.п.), ВТА обеспечивает возможность повышения коэффициента теплопередачи K без увеличения расхода теплоносителя или числа ходов. Роторно-вихревой аппарат (ВРА) позволяет увеличить преимущества ВТА. Проект решит проблему сложности изготовления теплообменных аппаратов. Простота конструкции обеспечивает возможность изготовления практически на любом предприятии. Достоинствами аппарата, являются высокая эффективность работы, простота конструкции, небольшая масса, технологичность изготовления, легкость очистки поверхностей теплообмена.

ВРА состоит из двух вихревых камер и диска между ними, являющегося поверхностью теплообмена. Внутренние устройства представляют собой ротор, установленный в вихревых камерах. Его вращение осуществляется за счет движения теплоносителя с наибольшим расходом. Таким образом, теплоносителю с меньшим расходом передается дополнительное вращение. Опытная модель ВРА испытана на экспериментальном стенде. Опыты проводили с ротором, и без ротора (ВТА). Коэффициент теплопередачи K достигал $1708 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. В таблице показано преимущество конструкции аппарата с ротором.

*Таблица***Сравнение эффективности работы ВТА и ВРА**

$V_{\text{гор}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$V_{\text{хол}}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$K, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (без ротора)	$K, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ (с ротором)
0,171	1,756	667	932
0,641		1034	1142
1,126		1268	1296
1,628		1428	1432
2,167		1511	1599
2,740		1518	1708

Основными потребителями станут малые предприятия химической, энергетической, нефтегазовой и других отраслей промышленности. На данный момент проект находится в стадии опробации опытной модели ($D=335 \text{ мм}$). На реализацию проекта требуется около 2-х лет. Реализацией проекта занимается команда из 4-х человек. Результатом работы станет выход на рынок. Продукция будет продвигаться в г. Дзержинске. Планируется производство небольших партий теплообменников по заказам предприятий.

Необходимое финансирование на реализацию проекта включает:

- регистрацию предполагаемого изобретения в ФИПС;
- разработку технологии изготовления и проектно-конструкторской документации;
- покупку оборудования;
- продвижение продукта.

Информирование потенциальных потребителей будет осуществляться за счет рекламы в интернете и участия в конкурсах и выставках.

-
1. **Косырев, В.М.** Гидравлическое сопротивление и теплопередача в вихревом теплообменном аппарате / Косырев, В.М., Аверьянов Д.Р., Мальков С.В. // Ежемес. научн. журнал «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук». - 2017. - № 12 (107), Ч.II. - С.18-23.

УДК 66.041.59

СОКОЛОВА В.М., ЕЛИЗАРОВ Е.И., ГАЛКИН С.А., СУХАНОВ Д.Е.

РАЗРАБОТКА ПЕЧИ ПИРОЛИЗА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ НАКОПЛЕННЫХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭНЕРГОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ

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

В связи с ужесточением экологических требований и поиском новых топливно-сырьевых ресурсов для различных отраслей промышленности все большую актуальность получает такой вид сырья, как накопленные отходы. В состав ТБО входят:

- продукты питания – 20-50%.
- бумага, картон, подлежащие переработке – 9-26%.
- полимеры – 10-25%.
- стеклотара, стеклобой – 5-20%.
- металлолом – 2-6%.

После проведения сепарационных мероприятий наибольший интерес в плане последующего использования представляет категория полимеров, так как химический компонентный состав этой категории включает в себя в основном соединения углеводородов, которые могут быть при определенных условиях разрушены с получением более простых веществ, обладающих достаточным энергетическим потенциалом для использования в качестве топлива. Наибольшее распространение для подобной переработки отходов получила технология пиролизной переработки.

В результате переработки отходов пиролизом получают около 50 % твердых остатков (уголь, полукокс, или пирокарбон), примерно 25 % жидких продуктов (смола или первичный деготь) и 12÷15 % смеси газообразных продуктов. Наиболее ценными продуктами пиролиза являются пирокарбон и смола, или деготь. При современных технологических разработках они являются целевыми продуктами или полупродуктами для дальнейшей химической переработки. Первичный деготь при фракционной разгонке может дать такие ценные продукты, как парафины, асфальтены, карбоновые кислоты, фенолы, органические основания. Остатки процесса преобразовывают в экологически безопасный гранулированный остеклованный продукт.

Считается, что утилизация отходов пиролизной переработкой открывает новые возможности их перспективного использования, особенно в тех случаях, когда по содержанию вредных веществ не представляется возможным их использование в качестве удобрения или кормового продукта.

Различают окислительный пиролиз с последующим сжиганием пиролизных газов и сухой пиролиз, при котором разложение твердых отходов происходит без доступа кислорода. В результате процесса образуется пиролизный газ с высокой теплотой сгорания, жидкие продукты и сухой углеродистый остаток. Сухой пиролиз наиболее экономически эффективен и оказывает наименьшее влияние на окружающую среду.

Пиролиз и газификацию пока еще считают неконкурентоспособными методами в экономическом плане из-за отсутствия четкой политики в распоряжении отходами, наличия свободных земель для захоронения отходов; низких цен на электроэнергию, что лишний раз заставляет более пристально исследовать данный метод переработки отходов с учетом перспективы его востребованности в ближайшем будущем.

С целью экспериментального исследования возможности пиролизной переработки ТБО различной природы и состава нами предлагается разработать пилотную установку, включающую в себя печь пиролиза, систему сбора жидкой фракции и систему санитарной обработки дымовых газов. Данные, полученные на этой установке, позволят более квалифицированно подойти к вопросу конструирования печей пиролиза и компоновки всей пиролизной установки в целом.

УДК 57.087

СУДАКОВА И.С.¹, ФОМИЧЕВ О.И.², ПЛЕСКОВА С.Н.^{1,2}

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭКСПРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ БАКТЕРИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЬЕЗОСЕНСОРОВ

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

Проблема нозокомиальных инфекций, вызванных антибиотикорезистентными бактериями, является одной из главных в современной медицине [1]. Для диагностирования чувствительности к антибиотику микроорганизма, вызвавшего инфекцию, уходит несколько дней. Самый распространенный на данный момент в клинической практике диско-диффузионный метод требует около 4 дней. За это время воспаление может развиваться до необратимых последствий (вплоть до летального исхода). Поэтому крайне важно правильно и максимально быстро подобрать для лечения антибиотик, обладающий бактерицидным действием к обнаруженному возбудителю.

Целью данного проекта является разработка методики, позволяющей определить резистентность бактерий к антибиотикам в кратчайшие сроки принципиально новым методом. Для этого на начальных этапах необходимо подобрать оптимальные условия проведения эксперимента, отработать методику и добиться положительных результатов и их статистической значимости. В 2014 году было установлено, что все живые микроорганизмы в процессе метаболизма осуществляют осцилляции, а после их гибели осцилляции прекращаются [2]. Нанофлуктуации можно отслеживать методом атомно-силовой микроскопии. Сущность метода состоит в регистрации колебаний кантилевера, вызванных метаболической активностью адгезированных на нем бактерий с помощью атомно-силового микроскопа. Для подготовительных экспериментов был выбран штамм *Escherichia coli* 321. Необходимая для исследования суточная культура бактерий выращивалась в LB среде, являющейся стандартом для выращивания *Escherichia coli*. Суспензия трижды отмывалась центрифугированием (стерильной LB средой, 10 мин, 450 g) и доводилась до концентрации 10^9 кл/мл. В качестве контроля для оценки среднего уровня шума, в котором проводится эксперимент, а также для определения амплитудно-частотной характеристики применяемого кантилевера, необходимо зарегистрировать колебания пустого кантилевера в растворе. Чтобы обеспечить прочное прикрепление живых биологических образцов, кантилевер необходимо обработать специальными агентами. Были апробированы два варианта: глутаровый альдегид и поли-L-лизин. Колебания кантилевера, помещенного в аналитическую камеру со стерильной LB средой, регистрировали в виде электрического сигнала DFL 15, 30 и 60 мин, предварительно выждав 5 минут для стабилизации системы. Затем на этот же кантилевер носилось 10 мкл бактериальной суспензии, образец помещался в термостат (37°C, 30 мин), для клеточной адгезии, после чего регистрировались колебания. После этого в аналитическую камеру вносилось 2 мл гентамицина, для которого была обнаружена бактерицидность в отношении данного штамма. Измерение DFL в среде с антибиотиком проводились в течение 1 ч. Данная методика может стать основой для создания портативных диагно-

стических устройств, определяющих профили резистентности штаммов бактерий за 60-120 мин.

Библиографический список

1. Venturelli L. et al. A perspective view on the nanomotion detection of living organisms and its features // Journal of Molecular Recognition. 2020, №33(12).
2. Патент 2014/0287.403 A1 - Nanoscale Motion Detector (Kasas S., Longo G., Dietler G., Livan B.A.S.)

УДК 635-154, 007.51

СЫЧЕВ К.С., ДЕНИСОВ С.И., ГАЙНОВ С.И., КАРАСЕВА Т.В.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ

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

Индивидуальное выращивание продовольственных растений (рассады) целесообразно как с экологической, так и экономической точки зрения. Обеспечить доступное выращивание растений (рассады) в домашних условиях можно помощью доступных систем, отвечающих требованиям:

- конструктивная простота и возможность самостоятельной сборки и модернизации;
- низкое количество нестандартных деталей с возможностью их самостоятельного исполнения;
- наличие базовых функций полива и освещения;
- возможность как автоматического, так и ручного управления.

На основе анализа предъявленных требований разработана макетная конструкция установки, представленная на рисунке.

Текущий уровень влажности грунта и освещенности растений контролируются рележными датчиками, который определяет уровень влаги и текущей освещенности относительно величин, задаваемых экспериментальным путём. Команды с датчиков подаются в плату автоматического управления и рележные схемы подключает электронасос полива и ленты светодиодной подсветки. Дополнительно обеспечивается ручное управление по командам с пульта в плату управления.

С экономической точки зрения преимуществом установки является значительно меньшая себестоимость и возможность самостоятельной сборки из доступных материалов по прототипу. Некритичность к конструктивным материалам каркаса, полок, светотехнической арматуры, компоновки электроники определяют значительные возможности самостоятельной индивидуальной модернизации.

В отличие от заводских систем, стоимость которых начинается от 10000 р. [1], себестоимость разработанной гидропонной системы в максимальной комплектации (с автоматическим и ручным управлением) не превышает 5000-6000 р.

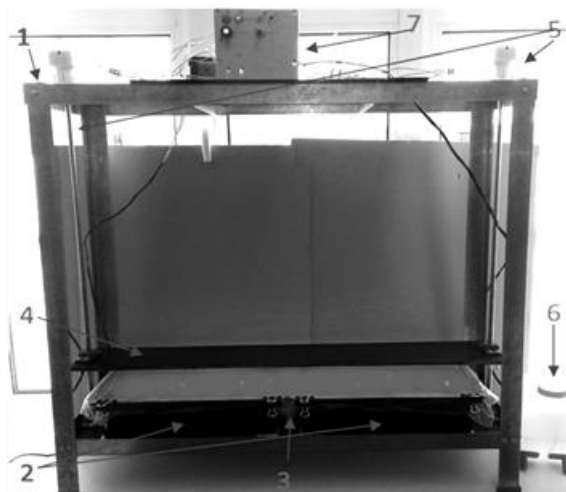


Рис. Вид конструкции автоматизированной системы:

- 1 – модульная рама, 2 – лотки с грунтом, 3 – трубки полива, 4 – планка светильника, 5 – винтовые стойки с приводами вращения, 6 – бак полива стандартной конструкции (с встроенным насосом), 7 – пульт управления

1. Основные типы гидропонных систем [Электронный ресурс] // URL: <https://gidronom.ru/uroki/uroki-nachinaiushchego/1-osnovnye-tipy-gidroponnyh-sistem.html>

УДК 681.5

ТРОШИН С.П., КИСЕЛЕВ Н.Д., ВАДОВА Л.Ю.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗАДАННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В соответствии с п.1.6 проекта ФГОС ВО++ по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» реализация образовательных программ должна включать дистанционные образовательные технологии, применяемые при обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Авторы видят пути решения проблемы в обеспечении возможности выполнения лабораторных работ без личного присутствия в образовательном учреждении. Для обеспечения таких возможностей необходима разработка лабораторных установок с использованием технологии удаленного доступа. Таким образом, применение новых образовательных технологий позволит обеспечить доступность образования для лиц с ОВЗ.

Социальная значимость такого проекта заключается в повышении доступности образования для молодежи с ОВЗ за счет применения инновационных дистанционных технологий. Инвалиды и лица с ОВЗ получают реальную возможность не только получать теоретические знания, но и практический опыт, выполняя лабораторные работы на установках с применением технологий удаленного доступа. Кроме того, студенты заочного отделения могут проходить обучение в вузах, удаленных от места их проживания.

Целью проекта является создание лабораторной установки управления процессом поддержания заданной температуры теплоносителя с использованием технологии удаленного доступа по дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств».

Процесс поддержания заданной температуры теплоносителя или его нагрев/охлаждение по заданной программе является одним из наиболее распространенных технологических процессов. Аналоги такого процесса есть как в бытовых системах отопления зданий, так и на реальных химических и нефтехимических производствах.

Объект управления представляет собой систему, объединяющую трубопроводы, теплообменник, реактор с нагревательным элементом (ТЭНом), циркуляционный насос. Система заполнена жидкостью. Циркуляция жидкости происходит при включении циркуляционного насоса. Нагрев жидкости осуществляется в реакторе при помощи электрического ТЭНа при подаче на него напряжения 220В 50 Гц.

Для достижения поставленной цели необходимо специальное оборудование и программное обеспечение.

Таким образом, задачами проекта являются:

- разработка технологической схемы процесса управления нагревом жидкости;
- разработка схемы шкафа управления с контроллера ОВЕН;
- приобретение необходимого оборудования и монтаж установки;
- запуск лабораторной установки;
- приобретение оборудования и программного обеспечения для организации дистанционного доступа.

Предполагается в дальнейшем использовать положительный опыт для дистанционного проведения лабораторных работ по другим дисциплинам, а также в других вузах региона.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ НАСАДКИ АППАРАТОВ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Одним из направлений ресурсосберегающей энергетики является использование установок вторичной переработки газовых выбросов. На сегодняшний момент они получили довольно широкое распространение в промышленности РФ и за рубежом [1-2]. В рамках использования разработанной технологии улавливания CO₂ из газовых выбросов предлагаются многочисленные варианты схем поглощения [2]. Наиболее эффективным вариантом является использование схемы с абсорбером и десорбером, работающими на специальном поглотителе (например, моноэтаноламин).

В качестве основных контактных устройств колонн абсорбции часто применяют насадочные. Это связано с тем, что давление нагнетания газов невелико, а значит, одно из основных требований к колоннам – наличие низкого гидравлического сопротивления. Насадочные колонны обладают этим свойством.

На основе опыта работы с системами поглощения отходящих газов сложился целый комплекс требований к контактным устройствам аппаратов очистки:

- малый вес, прочность в слое;
- высокая эффективность работы слоя насадки;
- низкое гидравлическое сопротивление;
- низкая стоимость;
- коррозионная и химическая стойкость, общая долговечность.

Каждое из этих свойств является важным при проектировании и эксплуатации контактных устройств. Разработка таких устройств ведется на базе кафедры ТОТС ДПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Основные причины, обуславливающие трудность их внедрения: непроработанность технологии изготовления, необходимость проведения исследования на реальных средах и долгий оптимизационный цикл.

Первые пилотные испытания одной из таких насадок, имеющей гиперболоидную форму, показали, что она работает на уровне контактных устройств ведущих производителей, представленных на российском рынке (Koch-Glich, Sulzer, Инжехим). При этом качество процесса при работе предлагаемой полимерной насадки оказалось несколько лучше. Немаловажным фактором с точки зрения применения контактных устройств является гидравлическое сопротивление, которое также невелико (2 – 6,4 мБар/м). Таким образом, применение разработанных контактных устройств в рамках очистки и рекуперации газовых выбросов весьма перспективное направление.

Библиографический список

1. **Amrollahi, Z.**, Optimized process configurations of post-combustion CO₂ capture for natural-gas-fired power plant-energy analysis / Z. Amrollahi [et al.] // Int. J. Greenh. Gas Control. – 2011. – Vol. 5 – P. 1393–1405.
2. **Yann, Le Moullec**, Process modifications for solvent-based post-combustion CO₂ capture/ Thibaut N., Adam Al Azk [et al.] // Int. J. Greenh. Gas Contr. – 2011.–31–P. 96–112.

МОДУЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АСУ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одними из важнейших частей современного спортивного автомобиля, помимо подвески, рамы, тормозной системы, являются электроника и подконтрольная ей мехатроника. Входящие в данную группу элементы должны отвечать высоким требованиям безопасности, надежности и стойкости к воздействиям окружающей среды. В процессе решения задач по созданию системы управления двигателем внутреннего сгорания, коробкой передач, выводу информации водителю с возможностью легкой доработки в дальнейшем, инженеры команды Amigo НГТУ «им Р. Е. Алексеева» пришли к выводу о необходимости создания электронной платформы.

Силовая установка гоночного спортивного автомобиля представляет из себя четырехтактный двигатель внутреннего сгорания мотоцикла Honda CBR 600 RR с измененной системой впуска топливовоздушной смеси. Для менеджмента двигателем, исходя из требуемых параметров, лучше всего подходит электронный блок управления Frankenso (рис. 1), работающий на базе микроконтроллера STM32, от компании RusEFI LLC. Поддержка шины CAN и возможность управления электронной дроссельной заслонкой позволяют использовать данный ЭБУ даже в беспилотных транспортных средствах.

Важным параметром в гоночных автомобилях с механической коробкой передач является скорость и точность выбора момента переключения. Для минимизации ошибок в данном процессе было решено использовать мехатронную систему управления механической трансмиссией собственной разработки на базе микроконтроллера Arduino Mega 2560 (рис.2). Разрабатываемая система способна работать не только в автономном режиме, но и в режиме электронного помощника, вывода на экран приборной панели рекомендации по переключению передач. На данном этапе разработок команде удалось при помощи мехатронных систем выключить сцепление, сменить передачу и включить сцепление за 0.94 с. При применении алгоритма «quick shift» это время можно уменьшить до 0.36 с. На текущем этапе в полной мере реализованы две составляющие: ЭБУ роботизированной трансмиссии и ЭБУ ДВС. Созданные системы управления, объединённые в шину данных, поддерживающую стандарт Controller Area Network, становятся частью легко модифицируемой и дополняемой электронной платформы. Реализация расширений данной платформы, включающих электронную систему управления тормозными механизмами, позволят адаптировать данную систему для беспилотной платформы спортивного автомобиля.



Рис. 1. Электронный блок управления двигателем Frankenso



Рис. 2. Электронный блок управления роботизированной трансмиссией

ФИЛОСОФСКО - МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЗНАНИЯ

УДК. 004.14/17

БАРИНОВ Р.О.

ДЕФИЦИТ И НЕРЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТЬ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧАХ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, ИЛИ ОБ ЭТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

К началу третьего десятилетия XXI века нет ни одной отрасли, в которой не использовались бы достижения искусственного интеллекта (ИИ), в частности, машинного обучения (МО). Существуют различные задачи МО: классификация, кластеризация, регрессия, идентификация и прогнозирование. Известны различные модели решения этих задач. Наряду с задачами МО и моделями их решения есть проблемы, связанные с применением алгоритмов МО. В это множество входят проблемы формирования обучающих выборок [1], переобучения (недообучения), длительности обучения моделей, интерпретации результатов [2;3], этики, выбора типов моделей для применения в конкретной задаче, а также проблемы, связанные с количественными (недостаток данных для обучения моделей, несбалансированность данных) и качественными (нерепрезентативность данных) характеристиками обучающей выборки.

Проблема интерпретация результатов модели связана с точностью, целостностью и детализацией формулировки решаемой задачи МО. Однако, даже если предположить, что решаемая задача имеет максимально полное и детальное описание, на основе которого конструируется модель и ее результат, его интерпретация будет зависеть и от данных, на которых модель обучалась. Поэтому при обучении модели на нерепрезентативных или ошибочных данных результатом работы такой модели следует ожидать неверные выходные данные. Такое свойство моделей информационных систем имеет название GIGO (англ. Garbage In, Garbage Out) [4]. Безусловно, ошибочные выходные данные модели, обученной на нерепрезентативных, дефицитных, неверно сформированных или неверно интерпретируемых данных, могут привести к некоторым этическим проблемам [5], а именно: дискриминации тех или иных групп населения, отражению ошибочной картины уровня преступности. Причём, эти проблемы, часто возникают по неведению самих разработчиков системы МО. Итак, большинство проблем МО связано с проблемой формирования обучающего набора данных и его свойствами.

В ряде задач МО (распознавание образов естественной природы, классификация дорожных знаков, детектирование автомобилей, для которых не затруднительно вручную собрать реальные наборы данных для обучения моделей, нет необходимости в *синтетической генерации данных*). Собранные таким образом наборы данных обладают большей репрезентативностью и вариативностью по отношению к *синтетическим данным*, что скажется на результатах обучения моделей, приводя к снижению риска этических проблем, связанных с некачественными данными. Наряду с задачами, не требующими генерирования синтетического набора обучающих данных, есть задачи, решение которых выводит на необходимость синтетических данных. Пример подобных задач – задачи, связанные с обнаружением патологий в

медицинских анализах (рентгеновские снимки, результаты компьютерной томографии), распознавания выходных данных радаров, анализа процессов в ядерной, химической, металлургической промышленности.

Таким образом, проблемы дефицита и нерепрезентативности данных, особенно в задачах сугубо специализированных, не обобщенных, являются инициаторами генерации синтетических данных. В свою очередь, создание искусственной информации накладывает на инженеров по работе с данными *этический и моральный груз ответственности*. Поэтому работа по созданию синтетических данных, их дальнейшему применению для решения задач МО в различных средах жизнедеятельности человека связана с поиском решений *моральных и этических проблем искусственного интеллекта*.

Библиографический список

1. **Кафтаников, И.Л.** Проблемы формирования обучающей выборки в задачах машинного обучения / И.Л. Кафтаников, А.В. Парасич // Вестник ЮУрГУ. Серия. Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2016. – Т. 16. № 3. – С. 15–24. DOI: 10.14529/ctcr160302
2. **Lipton, Z. C.** The Mythos of Model Interpretability. *Queue* 16 (2018): 31 - 57.
3. Doshi-Velez, F., Kim, B. Towards A Rigorous Science of Interpretable Machine Learning. arXiv: Machine Learning (2017): n. pag.
4. **Gelman, I.** (2011). GIGO or not GIGO: The accuracy of multi-criteria satisficing decisions. *J. Data and Information Quality*. 2. 9. 10.1145/1891879.1891882.
5. **Müller, Vincent C.**, Ethics of Artificial Intelligence and Robotics, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL: <https://plato.stanford.edu/archives/win2020/entries/ethics-ai/>. (Дата обращения: 25.12.2020).

УДК 17.001. +004.167.14

ГОЛУБЕНКО В.А.

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА – ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ОПИСАТЕЛЬНОГО МОРАЛЬНОГО РЕЛЯТИВИЗМА

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

Стремительное развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) в единстве с осознанием роли больших данных (БД) в исследованиях – привели научное сообщество к активному обсуждению *вопросов машинной этики* [7]. Рассуждения о возможности синтеза *суперинтеллекта* и автономных аппаратов наталкиваются на проблему предвзятости разрабатываемых систем. Логичным является решение создавать модели, основанные на соображениях морали, но открыт вопрос, какие соображения закладываются в алгоритм. Исследования ИИ можно охарактеризовать как *научно-исследовательскую программу* по определению И. Лакатоса [1]. «Жесткое ядро» данной программы – базовые принципы формирования и совершенствования гипотез путем *конструирования моделей*, обрабатывающих большие количества данных и опирающиеся в процессе на функции ошибки; в то время как «*защитный пояс*» формируется из различных методик: а) конструирования моделей; б) формирования выборки данных. Так как согласно методологии Лакатоса, ядро не подлежит изменению, то внесение моральных установок в ИИ в рамках программы связано с решением проблем, коррелирующих со *вспомогательными гипотезами*. *Описательный моральный релятивизм* – позиция, согласно которой неверно предполагать, что в различных социокультурных обстоятельствах действуют одинаковые морально-этические рамки. Отталкиваясь от этой точки зрения, в сфере изучения ИИ можно найти факторы, служащие источником систематической предвзятости в моделях.

Один из социокультурных факторов – распределение финансирования исследований. Согласно статистике от 2017 года [2], лидерами в финансировании проектов, связанных с

ИИ, являются США и Китай, занимая более 80% рынка. Это неравномерное распределение финансовой поддержки, даже несмотря на совместные усилия исследовательских сообществ разных стран, приводит к формированию определенного набора этических границ, приемлемых в лидирующих странах, но ставящихся под сомнение в других. Другой фактор – отсутствие общепринятых установок по сбору данных для исследования. БД – это неотъемлемая часть исследований ИИ; в связи с проблемами использования подобных объемов данных, в последние годы появилось множество инициатив, направленных на формирование *принципов этической разработки ИИ* [3]. Но у этих инициатив нет легальной силы для поддержания; поэтому на практике они – лишь рекомендации по работе с набором данных. Проблема машинного обучения – и сами методы, использующиеся для поиска и сбора данных. Сбор и разметка «БД» для задач ИИ – сложная и объемная работа, осуществляющаяся вручную наемным персоналом [4]. В процессе часто не учитываются как многие признаки самих данных ввиду изначальной сложности процесса, так и культурные профили людей, участвующих в процессе разметки, чей личный опыт, верования и убеждения – могут играть неоднозначную роль в итоговой композиции данных.

Итак, рассмотрение направления машинного обучения как научно-исследовательской программы через призму описательного *морального релятивизма*, привело к выводу: причина сложности формирования *морального базиса* для внедрения в ИИ – недостатки текущих методов отбора данных для обучения, их регуляции. Отталкиваясь от невозможности установления *универсальной системы ценностей* для ИИ, можно сделать вывод: решение проблем сбора данных для обучения моделей заключается, с одной стороны, в формировании и закреплении на уровне как государств, так и научного сообщества в целом, указаний, соответствующих общепринятым *моральным установкам* о человеческих правах, а с другой – улучшению методов поиска, категоризации и распределения данных с целью создания возможности точного отбора образцов, совпадающих с актуальными для задачи моральными установками. Так сталкиваются этико-аксиологическое и эпистемологическое измерения.

Библиографический список

1. **Лакатос, И.** Фальсификация и методология научно-исследовательских программ; пер. В.Н. Поруса // Избранные произведения по философии и методологии науки. – М.: Академический проект, 2008. – С. 281-440.
2. **Guillén, M. F.** We know ethics should inform AI. But which ethics? / M. F. Guillén, S. Reddy // World Economic Forum [Электронный ресурс]. 2018. – URL: <https://www.weforum.org/agenda/2018/07/we-know-ethics-should-inform-ai-but-which-ethics-robotics/> – (Дата обращения: 12.12.20)
3. **Luccioni, A.** On the Morality of Artificial Intelligence/A. Luccioni, Y. Bengio //IEEE Technology and Science [Электронный ресурс]. 2020. – URL: <https://technologyandsociety.org/on-the-morality-of-artificial-intelligence/>
4. **Roh, Y.A** Survey on Data Collection for Machine Learning: a Big Data – AI Integration Perspective / Y. Roh, G. Neo, S.E. Whang. // IEEE, 2019. – URL : <https://arxiv.org/abs/1811.03402>
5. **Müller, V.C.** Ethics of Artificial Intelligence and Robotics // The Stanford Encyclopedia of Philosophy [Электронный ресурс], 2020. – URL : <https://plato.stanford.edu/entries/ethics-ai/>
6. **Гордеев, М.М.** Темная сторона искусственного интеллекта // Будущее технической науки: сборник материалов XIX Международной научно-технической конференции. 2020. – С. 279–280.
7. **Багиров, М.Б.** Большие данные и этика / М.Б. Багиров, Т.Л. Михайлова // Международный студенческий вестник. 2018. № 3.Ч. 6. –С. 941-945.

ЮЗАБИЛИТИ КАК СЛЕДСТВИЕ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Теория прогресса, возникшая в эпоху Просвещения и ставшая идеологией Модернити, объясняет развитие общества, определяемого сегодня NBICS-технологиями. Колесо прогресса невозможно остановить; история приоткрывает все новые горизонты. Информационно-сетевая форма организации общества требует другой парадигмы. С точки зрения Н. Лумана, общество как самореферентная система воспроизводит себя посредством коммуникаций [1]. Коммуникация есть селекция трех ее составляющих: информации, сообщения, понимания. Вне коммуникации нет никакой информации, как нет понимания смысла, нет решения. Понимание – тоже селекция: оно не есть дублирование сообщения в сознании; оно присоединяется к опыту коммуникации, становясь предпосылкой соединения следующей коммуникации в коммуникативной системе [1]. Коммуникация тотально завязана на сознании, ибо только сознание может воспринять смыслы. Так, в процессе дискуссии происходит операция «распределения знания или незнания», вследствие чего осуществляется процесс развития науки.

В последние годы информационные технологии достигли уровня, при котором общество в основном получает информацию, часто не обрабатывая ее. *Информационное излишество* порождает потребность общества в еще большем количестве информации и в ее упрощении. Из-за перенасыщения в онлайн-торговле возникает конкуренция, вследствие чего обостряется вопрос об юзабилити веб-приложения и о формировании концепции товара или услуги. Юзабилити продукта определяет его востребованность.

Одна из главных проблем юзабилити – определении целевой аудитории [2]. Для ее решения производится анализ общества, его дифференциация на различные группы, что предполагает выбор *типа языка*, на котором подается информация целевой аудитории. Выбор типа языка обусловлен важностью коммуникации между продавцом и пользователем [2]. Цель использования продукта не есть основная проблема юзабилити; она формируется перед анализом целевой аудитории или после нее, подстраиваясь под выбранную общность. Вторая проблема юзабилити – определение и реализации метода производства продукта. Есть множество подходов производства, например, «методика бережливого стартапа» и «принцип сафари продаж» [2]. Первый метод состоит в опросе целевой аудитории, но он скорее ошибочен, ибо люди недостаточно рациональны, не осознавая своих потребностей, бывает трудно получить ответы на ёмкие вопросы. Второй метод основывается на техниках наблюдения в сочетании с пристальным изучением и эмпатией. Его цель – выявить потребительское поведение в естественных условиях. У этого метода есть плюсы: а) доступность, т.е. возможность связи с любым сообществом; б) дистанция – нахождение вдали от объекта наблюдения, что позволяет быть беспристрастным; в) перспектива – нет ограничений по местности, т.е. возможно составить представление о целевой аудитории мира, что требует большего времени.

Конкуренция в сфере информационных технологий породила быстрое развитие данной сферы; вследствие чего IT-сообщество разделилось на два лагеря: А) специалисты, не признающие и не изучающие новые технологии; Б) специалисты, пользующиеся и создающие новые технологии. Этот пример напоминает опыт научных революций, описываемый

Т. Куном [3]. Информационная революция инициировала потребность в юзабилити, породившую новый виток прогресса, темп которого все ускоряется.

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. Херф, Скотт. Как создать продукт, который полюбят: опыт успешных менеджеров или дизайнеров; пер. И. Айзатулова. – Манн, Иванов и Фербер, 2019. – 288 с.
3. Кун, Т. Структура научных революций; пер. с англ. И.Э. Налетова. – М. Прогресс, 1977. – 300 с.

УДК 94.008.629.

ЕМЕЛЬЯНЕНКО Г.С., ЗАБЕЛИН Н.Ю.

ОТ МАНХЭТТЕНСКОГО И КУРЧАТОВСКОГО ПРОЕКТОВ – К БИПОЛЯРНОМУ УСТРОЙСТВУ МИРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Тенденции развития международных отношений в 40-50-е годы XX в. воплощались в формировании «жесткой» (по М. Каплану) биполярной системы [1]. Большинство государств мира разделилось на два лагеря, центрами которых стали США и СССР. Одна из причин этого – создание ядерного оружия в рамках Манхэттенского и Курчатова проектов. Противостояние двух держав в холодной войне, составляющей которого стала реализация выше указанных проектов, – привело к формированию *биполярного мира*. Механизм советско-американской ядерной гонки начал формироваться еще в первые годы ядерного века [3]. Уже тогда в полной мере проявили себя такие компоненты механизма, как система «действие-противодействие», согласно которой на каждый шаг Вашингтона или Москвы в ядерной сфере противоположная сторона предпринимала ответные меры. Соревнование *атомного «меча» и атомного «щита»*, когда развитие средств атомного нападения инициировало укрепление стратегической обороны; наконец, неуклонный количественный и качественный рост ядерных взрывных устройств и средств их доставки.

Ведущую роль в «ядерной гонке» с самого начала играл Манхэттенский проект. Именно успехи в целенаправленной научно-пропагандистской деятельности через открытую печать, а также целенаправленной передаче части информации о разработке ядерного оружия советским учёным – позволили открыть США путь к *монополии* на ядерное вооружение, заставив СССР пойти по пути создания копии американской атомной бомбы [4]. Кроме того, американской прессой внутри страны формируется благоприятный образ атомной бомбы в общественном сознании, а также установка антисоветских настроений [6]. США удалось вынудить СССР отставать в ядерной гонке. 29 августа 1949 г. СССР успешно испытал свою первую атомную бомбу РДС-1, явившуюся аналогом американской бомбы «Толстяк», сброшенной на Нагасаки. Фактически этот день ознаменовал конец *однополярного мира*. Сторонникам доктрины сдерживания казалось, что всё идёт по их плану: Советы следуют в фарватере ядерной политики США, изымая колоссальные средства из народного хозяйства. Но советские конструкторы искали собственный путь решения атомной проблемы. Следующая отечественная атомная бомба РДС-3 уже существенно отличалась от заокеанского аналога, обладая при меньших габаритах и весе гораздо большей мощностью [2].

Сравнительный анализе обеих сторон биполярного противостояния позволяет сделать вывод о том, что действия, приведшие к конфронтации сторон, – различались у США и СССР. «Отправной точкой» к формированию противостояния двух сверхдержав явился Манхэттенский проект и попытка удержания США ядерной монополии. Ответ – советский атомный проект, первым успехом которого стала точно скопированная американская атомная бомба. И как результат – появление двух сверхдержав, обладающих ядерным оружием, абсолютным по тому времени. Итогом противостояния и гонки США и СССР в рамках проектов по созданию ядерного вооружения стало формирование *биполярного мира*, суть кото-

рого – гегемония двух сверхдержав, обладающих ядерным оружием и соответственно властью.

Библиографический список

1. Атомный проект СССР: Док, и матер. / Под общ. ред. Л.Д. Рябева. Т. I: 1938-1945. В 2 ч. М., 1998; 2002; Т. II. Атомная бомба. 1945-1954. В 7 кн. – М., Саров, 1999-2007.
2. Харитон, Ю.Б. Мифы и реальность советского атомного проекта / Ю.Б. Харитон, Ю.Н. Смирнов. – Арзамас-16, 1997. – 223 с.
3. Батюк, В.И. Начало Советско-Американской ядерной гонки (1945-1949 годы). – Новая и новейшая история. – 2016. № 6.
4. Родин, А.М. Атомные секреты, или «Троянский конь» холодной войны // Вестник МГОУ. Серия; История и политические науки. – 2013. № 2.
5. Макхиджани, А. Ядерное нацеливание: первые 60 лет // Научно-аналитический журнал обозреватель – Observer. – 2007. № 3.
6. Буранок, С.О. «Россия объявила войну Японии – это всё»: американская провинциальная пресса в августе 1945 г. – Россия XXI. 2-13. № 1.
7. Скорospelова, Т.В. Некоторые вопросы советско-американских отношений в отечественной историографии (1946 – 1956 гг.) // Вестник военного университета. – 2011. № 1.

УДК 001.8. 167/168

ЗАТРАВКИНА Е.И., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ЭТИКО-АКСИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ГЕНЕЗИСА ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЭВОЛЮЦИИ ОЗОНОТЕРАПИИ)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Междисциплинарность современного технознания, к которому относится и физиотерапевтическое приборостроение, – инициирует интерес к *этико-аксиологической* его составляющей. Это объяснимо, ибо исследуемый технологический отсек знания на выходе связан с человеком. *Озонотерапия* – вид физиотерапевтического лечения, *немедикаментозная технология* применения смеси кислорода и озона, рассмотрение становления и генезиса которой предполагает погружение в историко-научный контекст, включающий неоднозначные подходы к ней со стороны научного сообщества в различные периоды. В настоящее время в связи с участвовавшими аллергическими реакциями на лекарственные препараты, увеличением антибиотикорезистентности микроорганизмов возобновляется интерес к озонотерапии. В современной медицинской науке она представляет качественно новое решение назревших проблем. Однако, это направление физиотерапевтического приборостроения весьма противоречно, что связано с высокой токсичностью озона, поэтому *проблема поиска грани между вредом и пользой* весьма актуальна. Вопрос здесь не только в этических аспектах врачевания и компетенции самого врача, на долю которого выпадает жесткая необходимость принятия решений и осуществления действий, которые могут принести человеческому организму, как пользу, так и возможный ощутимый ущерб. Современная медицина становится качественно иной, более технологически оснащенной.

При рассмотрении эволюции озонотерапии как области технознания выделяется момент смещения фокуса науки с исследований природы и свойств озона на создание технологий, когда техника перестала быть приложением научного знания, становясь *естественной средой* его развития. Именно тогда озонотерапия утратила свою популярность, которую без технологичного оснащения невозможно вернуть, гарантируя безопасность процедур для человека, в силу отсутствия точных озонаторов и озоностойких материалов. На протяжении почти трех десятилетий озонотерапия была практически предана забвению.

По словам Ю.В. Чайковского, «если эволюция остановилась, это не значит, что она прекратилась» [1], поэтому озонотерапия, как «любой организм», в том числе целостный организм научного знания как системы, – продолжает эволюционировать. Приложение идей эволюционизма к сфере научного знания, вслед за К. Поппером [2], – позволяет допустить такое предположение. Она находилась в «ожидании», когда техника и технологии созреют до уровня, способного удовлетворить потребности, направленные на сохранение здоровья человека, исключая негативное влияние на его организм.

К началу 70-х гг. XX века стало очевидно, что антибиотики не способны в полной мере решить проблему гнойно-септических заболеваний, а в ряде случаев их применение нецелесообразно; и тут вновь вспомнили о лечебных свойствах озона. Возвращению озонотерапии в медицинскую практику способствовало появление надежных озонаторных установок, созданных с применением стойких к действию озона полимерных материалов. Согласно эволюционной эпистемологии, озонотерапия прошла гармоническую перестройку корреляционных зависимостей разных органов своего эволюционирующего организма. Признание этого факта послужило толчком к разработке *методов озонирования* на новом научно-технологическом уровне. Планомерное развитие озонотерапии продолжалось до конца XX века, и ее история не закончена. Однако *грань* между вредными и полезными свойствами озона обсуждается, а там, где проблема рефлексивного осмысления границы, – всегда возникает *фигура методолога*. Но теперь этот вопрос касается не только исследователей и врачей, но и инженеров, создающих материальную базу для развития озонотерапии. Поэтому этические проблемы важны и для инженерного сообщества, представляющего физиотерапевтическое приборостроение как сферу неклассического технзнания.

Библиографический список

1. **Чайковский, Ю.В.** Невостребованный синтез. Об эволюционных взглядах Карла Поппера // Вопросы философии. 1995. № 12. – С. 50-54.
2. **Садовский, В.Н.** Карл Поппер и Россия. –М.: Едиториал УРСС, 2002. –С.125-162.

УДК 14.008.2.629

ЗЫРЯНОВА Т.К., МИХАЙЛОВА Т.Л.

«ПРАКТИЧЕСКАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЛОСОФИЯ» КАК СПОСОБ РЕФЛЕКСИВНОГО ОСМЫСЛЕНИЯ ЯДЕРНОГО СОЦИУМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема рефлексивного осмысления атомной энергетики актуализировалась в середине XX века. Можно выделить исторические этапы этой значимой для человечества рефлексии моральных аспектов ядерного оружия. Так, У. Гэй выделяет пять этапов этической реакции: а) от Хиросимы до Бикини; б) наземные испытания водородной бомбы; в) появление наступательной стратегии; г) конец «холодной войны»; д) будущее насилия, терроризма и войны [1]. Но тем не менее феномен ядерной энергии не был проблематизирован в необходимой полноте, хотя о важности *этической рефлексии* и создании «*практической ядерной философии*» для сохранения мира – пишут и философы, и инженеры-практики. В докладе К. Ясперса «Атомная бомба и будущее человека» поставлен вопрос о «новом состоянии» человечества» [2]. Доминантой исследования К. Ясперс выбрал *категорию «целое»*: «*атомная бомба как целое*», «рефлексия феноменов бомбы и человека в целом» [2]. Интенция к целому обнаруживает связь с книгой В. Гейзенберга «Физика и философия. Часть и целое», являющейся базой для освоения философско-методологической и этической проблематики инженера-ядерщика. Действительно, атомная энергетика с момента становления есть сфера, определяющая конфигурации социума и судьбы человечества, их

имманентную нераздельность. Философия, топосом существования которой является *граница*, занимается осмыслением пограничных феноменов. Поэтому понятия «атом» и «все ядерное», будучи в центре сознания, раскрываются философами по-разному.

В рассуждениях западных философов прослеживается общая мысль: общество не осознает в полной мере проблематику происходящего в «атомном мире». Так, М. Хайдеггер, сторонник инструментально-антропологического понятия техники, говорит о «*вычисляющем мышлении*» [3], что маркирует сродство науки и техники; в основе сродства лежит *математическое*, горизонт общих схем которого привел человечество к *ядерному социуму* как определенной линии технического прогресса. Проявление этой линии на протяжении нескольких десятилетий XX века приводит к осознанию необходимости *практической ядерной философии* как квинтэссенции ядерного социума. Сама дилемма «быть или иметь», будучи «вызовом человечеству», есть обозначение границы между альтернативными ситуациями: с одной стороны, ситуации бесконтрольного развития техники; с другой – управляемого со-развития, на основе коэволюционных стратегий ядерного социума и природы. П. Тейяр де Шарден, один из авторов *идеи ноосферы*, главным постулатом концепции считал сопряжение концепции атома как бесконечно малого центра и бесконечно большого ядерного социума.

Философы осваивают ядерный социум посредством философской рефлексии. В.В. Степин, «прорабатывая» философские основания науки, отмечал, что по мере развития информационного общества четче проявляется возможность манипуляции общественным сознанием. Эта отмеченная связь есть маркер назревшей потребности в своевременности рождения практической ядерной философии как качественно нового теоретического мировоззрения. Кстати, после Чернобыля академик В. Легасов отмечал: «Специалистам не хватает *гуманитарной компоненты, нравственности, духовности*» [4]. Это означает, что развитие всего «ядерного» не может продолжаться без понятия *ответственности инженеров* перед обществом [5]. Это длительный процесс, включающий формирование практической ядерной философии, ее применение к *ядерной техносфере*. М. Ойзерман считал, что обеспечение безопасности этой сферы возможно тогда, когда человеческий род трансформируется в человечество [6]. Высокий уровень развития человека есть гарант реализации *коэволюционных стратегий*, что предполагает конструирование социальных сценариев будущего на перспективу до десятков тысяч лет [6], учитывающих прогнозы природно-техногенных событий глобального и локального характера по месту и времени.

Библиографический список

1. Гэй, У. Процессы глобализации и наука глобалистика [электронный ресурс] // Режим доступа: <https://textarchive.ru/c-1384864.html>
2. Комлева, Е.В. Социоядерный дискурс: подход Карла Ясперса [электронный ресурс] // Режим доступа: <https://gigabaza.ru/doc/46215.html>
3. Хайдеггер, М. Время картины мира // *Время и бытие*. – М. Изд-во «Республика», 1993. – С.41-62.
4. Комлева, Е.В. Человечество и ядерная энергия: попытка социокультурного соосмысления [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=2629>
5. Гейзенберг, В. Об ответственности исследователя: пер. с нем. В.В. Биbihина // *Физика и философия. Часть и целое*. – М.: Наука, 1989. – С.306-317.
6. Комлева, Е.В. Феномен ядерной энергии, человек и общество / Е.В. Комлева // *Электроэнергетика и теплофикация: актуальные проблемы и драйверы развития*. – 2013 – 4 – стр. 87-93.

КИБЕРПРОСТРАНСТВО КАК НОВАЯ СРЕДА БЫТИЯ ЧЕЛОВЕКА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Актуальность темы обусловлена потребностью рефлексивного осмысления феномена киберпространства как качественно новой среды бытия человека, его социокультурного контекста, что предполагает обозначение путей его исследования. Определение киберпространства может быть раскрыто посредством следующих аспектов: а) физический; б) информационный; в) социальный. С точки зрения *физического* или материального восприятия киберпространства, важным является наличие технических устройств – компьютеры, смартфоны, средства виртуальной реальности, посредством которых оно создается и функционирует. *Информационный аспект* – это анализ киберпространства как совокупности бесчисленных *информационных потоков*, через которые с невероятной скоростью курсирует *информация*, переведенная в *цифровую форму*. *Социальный аспект* анализа – связан с изучением социальных взаимодействий, осуществляющихся в этой неосязаемой *цифровой среде*, в том числе функционирование *виртуальных сообществ*, включая новые возможности построения идентичностей.

Современная жизнь – это господство NBICS-технологий; *технологизированность* становится атрибутом жизни. Люди незаметно, порой не осознавая, начинают воспринимать все происходящее через призму технологических систем: уже появился *симбиоз* между биологической и технологической системами, в результате которого возник сложный *органико-технологический интерфейс*. Он знаменует невозможность жизни индивидов без помощи технических устройств, что есть репрезентант формирования нового типа пространства – киберпространства. Его появление – одна из особенностей информационной эпохи. С распространением в начале 1990-х гг. всемирной паутины термин «киберпространство» получил практическое применение для описания онлайн мира, в котором взаимодействия людей осуществляется посредством *электронных сетей*, соединенных посредством информационно-коммуникационных технологий [2].

Уильям Гибсон пишет в рассказе «Сожжение Хром» о киберпространстве как о среде «чувственных галлюцинаций, испытываемых ежедневно миллиардами операторов всех наций, в том числе и детей, изучающих математические науки...» [1]. Согласно данному высказыванию, можно сделать вывод о том, что *виртуальная сеть* заменяет собой реальный мир для большинства людей и, как следствие, делая их всё более социально неадаптированными в реальном мире. В эпоху господства *цифровых технологий* киберпространство становится «пространством, одновременно определяющим организацию производства и социальные отношения, но и само формирующееся под их влиянием» [1]. Для многих теоретиков киберпространство интересно с точки зрения внутренних отношений – *новые формы социализации*, а также соотнесение киберпространства с реальным географическим, физическим пространством [1]. Барри Уэллман рассматривает киберпространство в качестве *посредника*, благодаря которому люди организуют свои дела, заполняя время между встречами. Киберпространство предоставляет ряд несомненных преимуществ: люди могут общаться онлайн именно с теми, с кем они хотят, с кем интересно [1].

Таким образом, киберпространство рассеяно повсюду, и одновременно оно не отображено ни на одной карте мира. Киберпространство едино и неделимо границами национальных государств. Киберпространство – это *бесконечные возможности для коммуникации*. Оно есть потенциал, реализуемый каждым, кто в него погружается и кого оно «захватывает» помимо воли и желания. Но так уж безобидна его всепоглощающая власть, власть симультанности и симулякров? [3]

Библиографический список

1. Добринская, Д.Е. Киберпространство: территория современной жизни [Текст] // Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. 2018. Т. 24. № 1. – С. 52-70.
2. Кастельс, М. Власть коммуникации: учебное пособие; пер. с англ. Н.М. Тылевич; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. Дом Высшей школы экономики, 2016. – 564 с.
3. Бодрийяр, Ж. Симулякры и симуляции; пер. с фр. А. Качалова. – М.: Изд. Дом «ПОСТУМ», 2015. – 240 с.

УДК 94. 174

КОНОВАЛОВ И.А.

ПРАВСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВЕТСКОЙ РАЗВЕДКИ В ПРОЕКТЕ «ЭНОРМОЗ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблемой расщепления атомного ядра и получения нового источника атомной энергии ученые Германии, Англии, США, Франции и других стран вплотную стали заниматься еще до Второй мировой войны. Подобные работы велись и в Советском Союзе, однако начавшаяся война и эвакуация научных институтов прервали работы по созданию атомного оружия в нашей стране. Однако эмиграция ключевых ученых-ядерщиков в США, а также наличие в Германии сильной школы ученых-ядерщиков свидетельствовало об опасности появления атомного оружия у враждебных или потенциально враждебных стран и о необходимости определения реальности создания подобного оружия в других странах.

Вследствие этого перед внешней разведкой стояли следующие задачи по проблеме ядерного оружия, которая в оперативной переписке получила в дальнейшем название «Энормоз» [1]:

- определить круг стран, ведущих практические работы по созданию атомного оружия;
- информировать Центр о содержании этих работ;
- через свои агентурные возможности приобретать необходимую научно-техническую информацию, способную облегчить создание подобного оружия в СССР.

В последнее время много говорится и пишется о роли внешней разведки в деле создания ядерного оружия в СССР. При этом, при упоминании блестящих результатов советских разведчиков, проникших в Лос-Аламос – сердце Манхэттенского проекта, зачастую не принимаются во внимание причины такого успеха, что в свою очередь, может исказить понимание роли разведки в ликвидации Американской атомной монополии. В связи с этим, данная работа призвана в некоторой мере заполнить этот пробел. В докладе приводится описание основных исторических вех проекта «Энормоз» а также проводится краткий анализ и систематизация причин, толкнувших ученых, принимавших участие в Манхэттенском проекте, на сотрудничество с советскими агентами. В данном случае акцент сделан на причинах, имеющих под собой *идеологическую и этическую основу*, что нашло отражение в протестах ключевых ученых, принимавших участие в Манхэттенском проекте. Кроме того, в рамках доклада кратко рассмотрены основные стратегии применения ядерного оружия, прорабатывавшиеся руководствами противоборствующих военно-политических блоков, с целью оценки действий советской резидентуры.

Результаты проведенного анализа позволили сделать обобщающий вывод о роли и вкладе советской внешней разведки в развитие отечественного атомного проекта и промышленности в целом.

-
1. Судоплатов П. А. Разведка и Кремль. Записки нежелательного свидетеля. – М.: Гея, 1997.

КОЭВОЛЮЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ – ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В связи с увеличивающимся антропогенным воздействием на окружающую среду актуализируется проблема природных изменений; это влечет за собой необходимость изучения коэволюционных стратегий [7] взаимодействия природы и атомной энергетики. Цель доклада – артикуляция основных положений и аспектов, с помощью которых тематизируется культура атомной безопасности, ее влияние на ядерную безопасность. Для обозначения развития атомной энергетики был проведен анализ материалов, содержащих основные принципы *культуры безопасности атомной энергетики* и основные положения в области радиационной защиты окружающей среды [1].

В докладе, определяется понятие «коэволюционной стратегии» по Н. Н. Моисееву и В.А. Кутыреву, а также приводится основополагающая цель ядерной безопасности [2]. По Моисееву, *коэволюционная стратегия* – это совместное развитие атомной энергетики и окружающей среды, взаимообусловленные изменения элементов, являющейся целостной системой. Цель ядерной безопасности – это обеспечение радиационной безопасности человека. Из следует вывод: коэволюционная стратегия развития атомной энергетики совпадает с целью ядерной безопасности – это гарантия обеспечения безопасности человека, а, соответственно, окружающего мира, природы, и их дальнейшее взаимовыгодное развитие [3;4]. Рассматриваются основные принципы и цели безопасности атомных станции, а также понятие низкоуглеродной энергетики [5].

Низкоуглеродная энергетика – это энергетика, не загрязняющая атмосферу выбросами парниковых газов, в основном диоксида углерода. Необходимо проанализировать понятие «*культура безопасности*» на атомных станциях, являющееся набором характеристик и особенностей деятельности организации, поведения отдельных лиц, устанавливающих, что главный приоритет – это безопасность; недопустимо подвергать сомнению ее значимость. Определяются *четкие границы ответственности*, линии взаимодействия и полномочия, подкрепленные соответствующими ресурсами, разрабатываются обоснованные процедуры; обеспечивается строгое выполнение этих процедур; проводится внутренний анализ деятельности, связанной с безопасностью; при подготовке и обучении персонала выявляются причины установления принятой практики обеспечения безопасности, а также последствия для безопасности, к которым ведут недостатки в выполнении персональных обязанностей. Рассматриваются основные требования на разных социальных уровнях людей для обеспечения безопасности окружающей среды [6]. Один из главных аспектов безопасности атомных станций – ответственность к проблеме безопасности.

В качестве итога отметим, что атомная энергетика в настоящий момент – это одна из самых безопасных и экологичных, при совместной работе государства, руководства и отдельных людей. Безопасность атомной станции зависит не только от технических систем безопасности, а в большей части – от культуры безопасности на предприятии. Со всей очевидностью можно сказать, что главная экологическая проблема заключена не в природе, а в *ценностно-этических представлениях человека, общества и государства*.

Библиографический список

1. **Алексашина, В.В.** Стратегия развития мировой энергетики и проблемы биосферосовместимости // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2013. – № 2.
2. **Алексашина, В.В.** Перспектива развития мировой энергетики и проблемы сохранения экологического равновесия в биосфере. Ч. I. Традиционная энергетика // Academia. Архитектура и строительство. – 2013. – №2.

3. **Моисеев, Н.Н.** Судьба цивилизации. Путь Разума. – М., 2000. – С. 28.
4. **Кутырев, В.А.** Естественное и искусственное: борьба миров. – Н. Новгород: Изд-во «Нижегород», 1994. – С. 17.
5. Концептуальные положения стратегии развития ядерной энергетики России в 21 веке. М.: ОАО «НИКИЭТ», 2012. – 62 с.
6. О стратегии ядерной энергетики России до 2050 года. М., НИЦ «Курчатовский институт», 2012. – 144 с.
7. **Захаров, А.С.** Бинарная оппозиция «естественное – искусственное как основа формирования коэволюционных стратегий / А.С. Захаров, Т.Л. Михайлова // Будущее технической науки: сборник материалов XV Международной молодежной научно-техн. конференции; НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2016. – С. 601-602.

УДК 14: 004.167/168

ЛАЗАРЕВА Е.И., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ: ПРАКСЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ APQP

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

Проблема повышения качества и надежности изделий РЭС является на современном этапе актуальной, охватывая все области их изготовления и применения. Эффективная разработка продукции и управление качеством на основе *онтологического подхода*, выполнения требований стандартов, применения баз знаний, предметных онтологий и методов *менеджмента качества* является важнейшим направлением повышения конкурентоспособности продукции [1]. Учитывая современную конкуренцию и задачи импорто-замещения, вопросы модернизации продукции и технологий для промышленности выходят на передний план. Проектирование и модернизация продукции осуществляется посредством оптимизации технологических процессов на основе широкого использования различного рода информации (знаний) и идентификации целевых значений характеристик продукции и параметров процессов при эффективном применении развёртывания (структурирования) *функции качества*.

Основной целью проекта является повышение качества и конкурентоспособности продукции за счёт разработки организованной системы мероприятий по обеспечению необходимого качества на приборостроительных предприятиях, а также разработка необходимой универсальной *модели системы качества*, которая будет удовлетворять требованиям предприятий, имеющих широкую номенклатуру изделий [2]. Одним из наиболее эффективных процессов, применяемый для предотвращения дефектов продукции на промышленном предприятии является APQP–процесс («Advanced Product Quality Planning» или «Перспективное планирование качества продукции»).

Конструктивное решение проблем (методы конструктивного решения проблем применяются в *экспертных системах*, используемых для планирования, проектирования и некоторых видов диагностирования) анализа результативности любой деятельности предполагает имманентное включение *праксеологического подхода*. *Праксеология* как раздел философского знания концентрируется на рассмотрении человеческой деятельности с точки зрения оптимальности ее осуществления и инновационной результативности. В процессе APQP используется *кросс-функциональная команда*. Кросс-функциональная команда – это группа сотрудников, обладающих знаниями, умениями, навыками и профессиональными компетенциями в различных областях знаний, совместно работающих для достижения общей цели и несущих ответственность за ее выполнение.

В области приборостроения в APQP–процессе кросс-функциональная команда включает в себя специалистов по маркетингу, проектированию, закупкам, производству и дистрибуции. Основным преимуществом кросс-функциональной команды является *синергетический эффект* от деятельности всех членов команды.

Применение технологии APQR гарантирует, что «голос заказчика» будет четко понят, вследствие чего грамотно и рационально переведен в требования, технические и специальные характеристики, что позволит повысить качество выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. **Дмитриев, А.Я.** Проектирование качества продукции на основе параметрической идентификации моделей, требований потребителей, знаний: онтологическая парадигма / А.Я. Дмитриев, Т.А. Митрошкина // Онтология проектирования. – 2015. – Т.5, №3. – С. 313-327.
2. **Лазарева, Е.И.** Проблемы обеспечения качества электронных средств на приборостроительном предприятии / Е.И. Лазарева, О.Н. Кирсанова // Будущее технической науки: сборник материалов XIX Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород –2020. – С. 98-99.

УДК 94. 008.2. 629

ЛОБАЗОВ А.С.

РОЛЬ И ВЛИЯНИЕ ПЕРВОЙ ОБНИНСКОЙ АЭС НА АТОМНУЮ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В октябре 1945 года Технический комитет, учреждённый Совнаркомом СССР Первого главного управления, по результатам рассмотрения записки академика П.Л. Капицы «О применении внутриатомной энергии в мирных целях» принял решение о создании ведомства для работ по мирному атому [1]. Руководство было отдано президенту Академии наук С.И. Вавилову. Вскоре И.В. Курчатов вынес идею о возможности применения *графитового реактора* для наработки *оружейного плутония* и для производства электроэнергии. На основании всех доводов учёных, правительством СССР было выпущено постановление от 16.05.1949 о создании первой АЭС, дав начало созданию новой отрасли не только в стране, но и в мире [6]. Было решено начать с создания ядерной энергетической установки для кораблей и подводных лодок. В качестве обоснования проекта такого реактора и для «принципиального подтверждения практической возможности преобразования тепла ядерных реакций атомных установок в механическую и электрическую энергии» было принято решение построить в Обнинске, на территории Лаборатории «В», АЭС с тремя реакторами, в том числе и установкой АМ, ставшей реактором Первой АЭС [2]. Проектом предусматривался реактор на тепловом спектре нейтронов, графитом в качестве замедлителя и водой в качестве охладителя. В СССР уже был опыт создания подобных реакторов (промышленные реакторы-наработчики материала для создания бомб), но они в значительной степени отличались от энергетических [5]. Инициаторам строительства атомной станции с реактором АМ эти проблемы были очевидны изначально, вопрос был в скорости их преодоления. Опыт реакторов военного назначения постепенно переходил в мирное русло. Стиль работы по строительству первой АЭС отличался быстрым принятием решений, скоростью разработок, глубиной первичных проработок, способами доработки принимаемых технических решений, широким охватом вариантных и страхующих направлений. Первая АЭС была создана за три года.

В мае 1954 г. был произведен пуск реактора, а в июне – Обнинская АЭС выдала *первый промышленный ток*, открыв путь использованию атомной энергии в мирных целях. Эксплуатация первой, по сути экспериментальной, АЭС доказала эффективность инженерно-технических разработок, созданных специалистами атомной отрасли, что дало начало реализации программы строительства новых АЭС в СССР. Обнинская станция еще до пуска стала школой подготовки научных работников, строительных и монтажных специалистов, эксплуатационного персонала [1]. Эту задачу АЭС выполняла многие годы как во время промышленной эксплуатации, так и во время экспериментов, проводимых на ней; помимо исследо-

ваний, АЭС служила базой для выработки изотопов для нужд медицины. Пуск первой АЭС вызвал международный резонанс, став поворотом от чисто военных программ к мирному использованию атомной энергии. Восторженно был встречен доклад Д.И. Блохинцева, научного руководителя Обнинской АЭС, о её создании на Первой Женевской конференции [4]. Начиная с 1956 года АЭС открыта для делегаций из СССР и других стран. Тысячи экскурсантов со всех уголков мира посетили АЭС, что содействовало изменению взгляда общественности на *атомную проблему*.

Первая АЭС доказала миру возможность и перспективность применения атомной энергии в *мирных целях*, положив начало становлению отрасли. Знаменитой стала фраза академика Николая Антоновича Доллежала: «Проектирование и создание реакторной установки Первой в мире АЭС было первым и, вероятно, самым значительным достижением в области ядерной энергетики. Ее пуск доказал и продемонстрировал практическую возможность получения электроэнергии на АЭС» [3]. За этим достижением стояли не только цифры и сухие исторические факты, за ним стояли судьбы реальных людей – ученых, инженеров, строителей. Каждый из них внес свой вклад в создание той новой отрасли, к которой мы, магистры, имеем счастье быть причастными.

Библиографический список

1. Первая в мире АЭС – отраслевой мемориальный комплекс [Электронный ресурс]: Миссия первой АЭС, хроника создания – Режим доступа: <http://www.aes1.ru/>, свободный (Дата обращения: 15.12.2020).
2. Сайт РФЯЦ-ВНИИЭФ [Электронный ресурс]: Хроника атомной эры – Режим доступа: <http://www.vniief.ru/about/history/timeline/> свободный (Дата обращения: 15.12.20).
3. Сайт АО «ГНЦ РФ - ФЭИ» [Электронный ресурс]: Хроника атомной эры – Режим доступа: <https://www.ippe.ru/history/1aes>, свободный (дата обращения: 15.12.20).
4. Пуск первой в мире атомной электростанции: 27 июня 1954 // Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.prilib.ru/history/619342>, свободный (дата обращения: 15.12.2020).
5. **Велихов, Е. П.** От ядерной бомбы к атомной электростанции. Игорь Васильевич Курчатов (1903-1960) // Вестник РАН. 2003. Т. 73. № 1. С. 51-64
6. 10 лет Первой в мире атомной электростанции СССР. М., 1964; – Первая в мире АЭС – как это начиналось: Сб. ист.-арх. док. / Физико-энергетический институт имени академика А. И. Лейпуновского; [Сост. Н. И. Ермолаев]. Обнинск, 1999.

УДК 94.008.2.629

ЛЫСКОВА В.Э., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ЛЕНИНГРАДСКИЕ ИНСТИТУТЫ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ – АЛЬМА-МАТЕР ИНЖЕНЕРОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Известно, что без подготовки научных кадров в области ядерной физики и радиохимии невозможно развитие отрасли атомной энергетики в целом. Цель доклада – рассмотреть значение ленинградской школы физики и высших учебных заведений города в подготовке высококвалифицированных кадров-исследователей в создании отечественной физической науки, ее технических приложений в народном хозяйстве. Ленинград – город, в котором были заложены основы отечественной ядерной физики и радиохимии. Еще в первые десятилетия XX века труд ученых всего мира позволил перейти от первых абстрактных теорий к практическим результатам и техническим достижениям *С фундаментальных* открытий 1932 г. началась новая эра научно-технического прогресса в истории – *атомная эра*. Только энтузиасты достигали результатов, среди них – блестящая группа молодых ученых: В.И. Вернадский, А.Ф. Иоффе, И.В. Курчатов, Ю. Б. Харитон и другие. В результате их усилий в стране в 1930-е гг. началось образование и подготовка первых *инженеров атомной отрасли*.

Передовые русские ученые, начиная с В.И. Вернадского предвидели научное и практическое значение явления *радиоактивности*. Но научно-исследовательские институты для изучения радиоактивных процессов и ядерных превращений были созданы после Великой Октябрьской революции; их было два: а) Радиевый институт, основанный В. И. Вернадским и В.Г. Хлопиным [2; 4], и б) Физико-технический институт, созданный А.Ф. Иоффе, который называли «гнездом», «колыбелью», «кузницей кадров», «альма-матер» [6]. Мечтая, чтобы его «институт стал центром европейской науки», А.Ф. Иоффе придавал большое значение научным *коммуникациям* – обмен визитами, международные съезды, конференции, семинары. Уже в 1916 г. А.Ф. Иоффе возглавлял созданный им научный семинар по физике.; на его заседаниях обсуждались новейшие проблемы физики, воспитывалась молодежь, закладывались направления будущей научной работы. П.Л. Капица, Н.Н. Семенов, П.И. Лукирский, Я.И. Френкель, Я. Г. Дорфман, М.В. Кирпичева, Н.И. Добронравов, К. Ф. Нестурх [5; 6] – были участниками этого семинара.

Созданный 23.09.1918. Государственный рентгенологический и радиологический институт, директором которого стал А.Ф. Иоффе, состоял из четырех отделов: физико-технического, медико-биологического, оптического и радиевого. Он впоследствии стал Ленинградским физико-техническим институтом РАН, названным именем А.Ф. Иоффе. Именно в ФТИ в 1932 г. под его руководством создан *отдел ядерной физики*, заместителем которого стал И.В. Курчатов, впоследствии руководитель работ по атомной проблеме.

23.01 1922 был создан Радиевый институт имени В. Г. Хлопина, созданию которого предшествовало получение первых радийных препаратов из ферганской руды в конце 1921 года. Именно в Радиевом институте в 1937 был запущен первый в СССР *циклотрон*, в создании которого принимали участие Л.В. Мысовский, Д.Г. Алхазов, В.Н. Рукавишников, а в пуске и проведении работ – И. В. Курчатов [2]. С 1949 по 1962 годы представители радиоинститута участвовали в ядерных испытаниях (взрывах), а с 1965 г. – они обеспечивали подготовку ядерных взрывов подземного характера в мирных целях.

Помня важность подготовки инженеров в сложной новой отрасли, еще в 1919 г. А.Ф. Иоффе создал в Петроградском (Ленинградском) политехническом институте (ЛПИ) физико-механический факультет, обеспечивающий физические исследовательские институты Ленинграда кадрами, а в последующем – тысячами инженеров-физиков для конструкторских бюро, промышленных предприятий различных городов страны.

Библиографический список

1. **Академик Б. П. Константинов:** Воспоминания. Статьи. Документы / АН СССР, Ленингр. ин-т ядер. физики им. Б. П. Константинова; отв. ред. О. И. Сумбаев; сост. А. В. Зайцева, Л. А. Колесникова, В. Я. Френкель. – Л.: Наука, 1985. – 295 с.
2. **Академик В.Г. Хлопин:** Очерки, воспоминания современников / сост.: М.И. Жилкина и др. – Ленинград: Наука. Ленинградское отделение, 1987. – 229 с.
3. **Водошин, А.И.** Тридцать один год, два месяца и три дня работы с академиком Ю. Б. Харитонов. – Саратов: ООО «Интерконтакт», 2012.
4. Радиевый институт имени В. Г. Хлопина: к 75-летию со дня основания; под общ. ред. Е. И. Ильенко. – Санкт-Петербург, 1997. – 340 с.
5. ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова НИЦ «Курчатовский институт» [Электронный ресурс] URL: <http://www.pnpi.spb.ru/> (Дата обращения: 13.12.2020).
6. Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук [Электронный ресурс] URL: <http://www.ioffe.ru/> (Дата обращения: 15.12.2020)

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АТОМНОГО ПОДВОДНОГО ФЛОТА РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Изначально в подводном судостроении одной из проблем было увеличение времени нахождения судна под водой и увеличение скорости подводного хода, важнейшей характеристике подводных лодок. Прогрессу мешало несовершенство *энергетических установок*, в частности, их небольшая мощность и зависимость времени нахождения под водой от содержания кислорода в воздухе внутри судна.

В послевоенное время в США и СССР появилась атомная энергетика, открыв новый этап развития подводного флота. Однако создание мобильного компактного реактора заняло длительный срок, потребовав значительных усилий. В США проблемой создания компактных ядерных энергетических установок озаботились в 1949 году, после появления ядерного оружия у СССР, результатом чего стал спуск на воду атомной подводной лодки (АПЛ) «Наутилус» в 1954 году.

Советским ответом на это послужило появление АПЛ «Ленинский Комсомол» в 1957 году [1]. С этого момента подводные лодки начали неофициально относить к различным поколениям, в зависимости от их технических характеристик. Практически сразу после спуска на воду первых АПЛ возникла идея разместить у них на борту ядерное оружие, что давало бы неоспоримое преимущество при нанесении первого удара, поскольку пуски ракет в непосредственной близости от территории противника не позволяли существующим системам противоракетной обороны эффективно противодействовать нападению. Этот факт дал толчок очередному витку гонки вооружений; и как результат – появление атомных подводных лодок с баллистическими ракетами (ПЛАРБ), проекта 667 (СССР) и проекта «Джордж Вашингтон» (США), относящихся ко второму поколению [2].

АПЛ первого и второго поколений были технически несовершенны и довольно ненадежны в части энергетической установки. При создании данных АПЛ разработчики делали упор на повышение подводной скорости хода. Отличительной особенностью АПЛ третьего поколения стало применение комплекса мер по снижению заметности судна, а также увеличение количества перевозимых на борту баллистических ракет. Наиболее грозным представителем этого поколения принято считать советскую АПЛ проекта «Тайфун», способную нести на борту до 200 ракет с ядерными боеголовками и призванную обеспечить превосходство на случай развертывания ядерной войны.

В четвертом поколении идея общего снижения заметности АПЛ рассматривалась в качестве ключевой, что привело к широкому применению в конструкциях данных АПЛ титановых сплавов. Помимо этого, вследствие изменения общей стратегии применения ядерного оружия в XXI веке, отличительной особенностью четвертого поколения стало создание судов, приспособленных не только для нанесения ракетно-ядерного удара по территории противника, но и для уничтожения авианосных ударных групп. Самым современным представителем данного поколения является Российская АПЛ проекта К-560 «Северодвинск», спуск на воду головного корабля которой состоялся в 2008 году.

Проведенный анализ исторических и военно-политических аспектов развития атомного подводного флота позволил выделить основные этапы научно-технического прогресса, сопутствующие появлению АПЛ новых поколений.

Библиографический список

1. Павлов, А.С. Военные корабли СССР и России – Якутск, 1994.
2. Бережной, С.С. Отечественные атомные подводные лодки. Техника и вооружение – СПб.: Наука, 1992.

3. **Люлин, М.В.** Развитие атомного подводного флота как составляющая научно-технического прогресса: исторический ракурс / М.В. Люлин, Т.Н. Ключкина // Оборонно-промышленный комплекс России: исторический опыт и современные стратегии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции; Нижегородский гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016. – С.14-18.

УДК 165.24

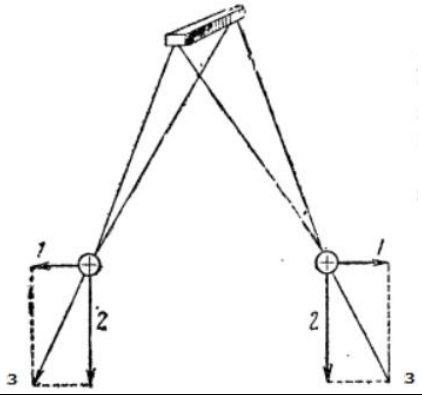
НОВИКОВ Д.И., БЕРЕЗИН А.А., ХВОЙНОВ О.В., ЧИРКОВ В.А.

ДЕЙСТВИЯ СОПОСТАВЛЕНИЯ И ОТНЕСЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ПОНИМАНИЯ НАУЧНОГО ТЕКСТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Качество образовательного процесса – прямой критерий оценки уровня развития любого общества. Студент, как продукт образовательной системы, является индикатором качества работы этой системы. На текущем этапе развития системы образования, студент не в состоянии в полной мере освоить образовательную программу, как по гуманитарным, так и по фундаментальным дисциплинам. Система имеет ряд проблем, которые необходимо выявить и устранить. Для частичного их решения, необходимо демонстрировать студенту процедуры познавательной деятельности, например – чтение научного текста по норме.

Таблица 1. Пример использования действий «сопоставление – отнесение» при выводе первого уравнения Максвелла

<p>Величину сил, возникающих между двумя телами, обладающими зарядом, удобно измерять, сравнивая с силой тяжести. Когда шары лишены заряда, они находятся в покое и соприкасаются. Шары идентичны по массе и материалу. Натёртой палочкой, сообщаем заряд с палочки на любой из шариков. Поскольку шары изначально касались друг друга, то заряд, сообщенный одну из шариков, перераспределяется между двумя шарами. Заряды будут e и e на каждом шаре. Шары разойдутся на определенное расстояние, которое фиксируется. Сила натяжения нити F (3) фиксируется динамометром.</p>				
<p>Данную процедуру проводим последовательно уменьшая заряд на каждом шаре, при помощи идентичных, незаряженных шаров. Получаем таблицу данных.</p>				
Заряды на шарах *При неизменном расстоянии между шарами	e и e	$e/2$ и e	$e/2$ и $e/2$	$e/2$ и $e/4$
Сила F , [дин]	1000	500	250	125
Сопоставляя значения зарядов с силой получаем				$F \sim e_1 * e_2$
В действия отнесения, действия сопоставления элиминированы				

Студенту целесообразно применять действие «сопоставление – отнесение» при чтении научного текста. Так, например, в опытах Бойля по определению «сопротивления воздуха», естественной формой фиксации соотношений была таблица. Его ученик Ричард Тоунлей заметил, что произведение давления на объём – инвариант, это позволило зафиксировать в аналитической форме формулы (и функции) саму зависимость между давлением и объемом. Таким образом сложилась мыслительная процедура, которая включает в себя две разнородные познавательные процедуры – сопоставление эмпирических данных о свойствах изучаемого объекта и объяснение этой зависимости путем отнесения её к другому объекту (искус-

ственной инженерной модели). В таблице 1 – пример использования действий «сопоставление – отнесение» при выводе первого уравнения Максвелла [1].

1. **Новиков Д.И.**, Березин А.А., Хвойнов О.В., Чирков В.А. Действия сопоставления и отнесения как средство понимания научного текста – Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы Всероссийской научно-методической конференции, г Н. Новгород, 4 февраля 2020 г. / Нижегород. гос. техн. Ун-т им Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2020. – С. 88-91

УДК 165.24

НОВИКОВ Д.И., БЕРЕЗИН А.А., ХВОЙНОВ О.В., ЧИРКОВ В.А.

ПОНИМАНИЕ НАУЧНОГО ТЕКСТА КАК ОСНОВА ГУМАНИТАРИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Сегодня, образовательная система имеет ряд проблем, а именно предметность и вербализм. Студент не способен в полном соответствии освоить программу по фундаментальным и гуманитарным дисциплинами.

Для того чтобы частично решить проблемы и начать выходить из сложившейся ситуации, целесообразно ставить студента в ситуацию «взятия» интеллектуальных процедур познавательной деятельности, т.е. перевести его в деятельностный план. Это позволит дать качественный сдвиг в образовательной системе, повысит уровень образования и положит начало к интеллектуализации общества.

Таблица 1. Применение действий познавательной деятельности

<p>При изменении силы тока в контуре , в контуре возникает электрическое поле, и как следствие ЭДС. Сопоставляя скорость изменения напряженности магнитного поля и величину возникшей ЭДС, можно выделить функциональную зависимость: величина ЭДС пропорциональна скорости изменения напряженности магнитного поля</p>	 <p style="text-align: right;">$d\Phi = HdS$</p>																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Скорость изменения напряженности магнитного поля dH/dt</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">5</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">10</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">20</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">-25</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">ЭДС, ξ</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0,2</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0,4</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0,8</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">0</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">-1</td> </tr> </table>	Скорость изменения напряженности магнитного поля dH/dt	5	0	10	0	20	0	-25	ЭДС, ξ	0,2	0	0,4	0	0,8	0	-1							
Скорость изменения напряженности магнитного поля dH/dt	5	0	10	0	20	0	-25																
ЭДС, ξ	0,2	0	0,4	0	0,8	0	-1																
<p>Сопоставляя скорость изменения напряженности магнитного поля и величину возникшей ЭДС, можно выделить функциональную зависимость: величина ЭДС пропорциональна скорости изменения напряженности магнитного поля.</p>	$\oint_L E_t dl = \frac{\partial H}{\partial t}$																						
<p>Действие сопоставления элиминируется в действии отнесения</p>																							

Чтобы перейти в деятельностный план, необходимо использовать при прочтении научного текста категорию «объективное содержание – знаковая форма» как шаблон, как трафарет и тогда, заложенное в тексте мышление можно представить в виде двухплоскостной конструкции – объективное содержание и знаковая форма. Когда текст обработан в со-

ответствии с категорией «объективное содержание – знаковая форма», то категория меняет свою функцию и становится изображением. Таким образом, мышление, заложенное автором в текст, будет воспринято, понято и осознано обучаемым.

Далее рассмотрим применение действий познавательной деятельности, особенно действия «сопоставления – отнесения» на примере третьего уравнения Максвелла [1].

1. **Новиков Д.И.**, Березин А.А., Хвойнов О.В., Чирков В.А. ПОНИМАНИЕ НАУЧНОГО ТЕКСТА КАК ОСНОВА ГУМАНИТАРИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ – Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы Всероссийской научно-методической конференции, г Н. Новгород, 2 февраля 2021 г. / Нижегород. гос. техн. Ун-т им Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2021. – С. 90-95

УДК 001.8

СУМИНОВ О.Д., ДЕГИНА А.С., ЧИРКОВ В.А.

ИДЕАЛИЗАЦИЯ КАК СРЕДСТВО ПОНИМАНИЯ НАУЧНОГО ТЕКСТА: ЭНТАЛЬПИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В науке широко используется метод идеализации физических процессов. Это упрощает изучение объекта исследования. Квазистатический процесс в термодинамике, процесс, происходящий столь медленно, что термодинамическая система в течение всего процесса остается близкой к состоянию равновесия. Один из примеров идеализации это квазизабарический процесс.

Если изменение состояния системы происходит при постоянном давлении (изобарический процесс), то механическая работа, связанная с изменением объема ΔV , определяется как $-P \cdot \Delta V$.

Если при этом не производится никакой другой работы, то, согласно первому закону, должно выполняться соотношение: $U_2 - U_1 = P(V_2 - V_1) + Q$

Вводим функцию: $H = U + PV$

Введенная величина H называется энтальпией, или тепловой функцией. [1]

Физический смысл:

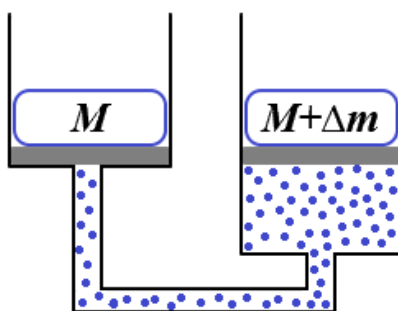


Рис.1. Сообщающиеся сосуды с газом

Рассмотрим два сообщающихся сосуда заполненных газом. В обоих сосудах в начальный момент времени лежат грузы одинаковой массы M . Далее на второй сосуд добавляем бесконечно малый груз Δm . В трубке соединяющей сосуда установлен кран. Он служит для того, чтобы исключить колебания поршня, при добавлении груза. Полагаем, что процесс квазистатический. Поршень с грузом M равномерно поднимается вверх. Давление и масса газа не изменяется, значит, процесс изобарный. Потенциальная энергия груза $M + \Delta m$, переходит в работу совершаемую грузом M .

Энергию газа можно записать в виде суммы двух энергий: внутренней энергии газа - U и потенциальной энергии газа, которая характеризуется работой внешних сил, уравнивающих давление газа, затраченных на заполнение газом левого цилиндра.

В уравнении так же присутствует работа внешних сил, затраченная на перемещение поршня в цилиндре, при заполнении его газом при постоянном давлении от нулевого объема $V=0$ до объема V . В процессе заполнения цилиндра, над газом была совершена работа со стороны окружающей среды. Это потенциальная энергия давления газа. $F \cdot x = P \cdot (V-0) = P \cdot V$, где $P \cdot V = 2/3 U$ [2].

Полная энергия этой системы есть сумма $U + PV$, то есть энтальпия. $H = U + PV$

Библиографический список

1. **Р.Кубо** Термодинамика/ М.: Мир, 1970. 19-20с
2. Энтальпия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki2.org/ru/Энтальпия>, свободный – (23.07.2020)

УДК 001.8

ФРОЛОВ М.В., ЗАПЕВАЛОВ Д.А., ДЕГИНА А.С., ЧИРКОВ В.А.

СРЕДСТВО ПОНИМАНИЯ НАУЧНОГО ТЕКСТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время сложилась такая ситуация, что студенты, учащиеся на различных учебных направлениях, не умеют читать научные тексты.

На сегодняшний день современное обучение студента в вузе направлено лишь на сообщение информации, которая является лишь осколками знания, и в значительно меньшей степени время уделяется на развитие способности понимать научные тексты. Такой подход к обучению направлен на подготовку людей, которые не владеют знаниями в своей области, а имеют лишь достаточно разрозненный набор фактов.

Обучение должно опираться на самостоятельную и исследовательскую деятельность студентов по усвоению науки, её теорий, систем и закономерностей, что требует от студентов высокого уровня интеллектуальной культуры. На становление интеллектуальной культуры у студентов важную роль играет способность понимать и использовать научные тексты.

В логике и познавательной деятельности единицы речи имеют собственное содержание и значение, которые не могут быть отождествлены с содержанием и значением чувственных образов - ощущением, восприятием и представлением. Характер данных содержаний и значений выделяет особый вид отражений, называемый мышлением.

Мышление, которое рассматривается в аспекте знания, может быть выражено во взаимосвязи, в которой один элемент по определенным законам замещает или отражает другой. Другими словами, в каждом научном тексте имплицитно заложено мышление автора, и, чтобы студент понял мышление автора, необходимо на научный текст наложить категорию «объективное содержание - знаковая форма» (рис. 1).

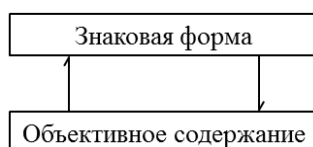


Рис. 1. Категория «объективное содержание - знаковая форма»

Основной принцип выражения категории заключается в том, что знаковая форма (со)держит объективное содержание, а содержание задает и конституирует знаковую форму

[1]. Для того чтобы вскрыть мышление автора, необходимо категорию использовать как трафарет при анализе научного текста. Использование категории требует:

- конструирования объекта;
- действия операции с объектом;
- знаковой формы, которая является результатом действия операции.

Библиографический список

1. Щедровицкий, Г.П. Избранные труды / Г.П. Щедровицкий. – М.: Шк. культ. полит., 1995. – 800 с.
2. Фролов, М.В. Средство понимания научного текста / М.В. Фролов, Д.А. Запечалов, А.С. Дегина, В.А. Чирков // Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Н. Новгород, 2021. – С. 61-66.

УДК 165.24

ХВОЙНОВ О.В., НОВИКОВ Д.И., БЕРЕЗИН А.А., ЧИРКОВ В.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ЧТЕНИИ НАУЧНОГО ТЕКСТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во время обучения в технических вузах у студентов часто возникают пробелы в профильных знаниях, которые отрицательным образом сказываются на его успеваемости.

Причиной пробелов можно назвать большое количество предметов, преподаваемых студенту в процессе обучения. Перенасыщенный и переполненный информацией учебный план формирует поверхностный подход к получению знаний.

Второй причиной является вербализм. Вербализм – передача в готовом виде информации, которая знанием не является. При этом отсутствуют познавательная (процессуальная) деятельность получения знания и границы его использования.

Третья причина – использование интернета. При этом знаковые цепочки текста, в силу владения языком, понимаются по смыслу, но не понимаются по содержанию.

Сложившуюся ситуацию можно частично нивелировать с помощью включения в процесс обучения деятельностной (процессуальной) процедуры конструирования знания и установления границ его применимости.

Для понимания научного текста необходимо использовать категории «единое-многое», «отдельное-простое», «объективное содержание - знаковая форма» и др., которые организуют и структурируют мыслительную деятельность, а также познавательные операции, процедуры и действия: идеализация, обобщение, «сопоставление – отнесения» и др. Это поможет сформировать более глубокое понимание научного текста, поскольку студент будет работать с реально осуществляемыми процессами мышления.

Например, категорию «объективное содержание - знаковая форма» необходимо использовать как трафарет. При наложении трафарета на эмпирический материал (научный текст) необходимо одни смысловые кусочки текста относить к знаковой форме, другие к объективному содержанию. При этом категория меняет свою функцию трафарета и становится изображением текста, как многоплоскостная структура знания. Это демонстрируется в таблице 1 на примере второго уравнения Максвелла [1]. То есть индивид переходит к деятельности получения объективного содержания, которое представлено в знаковой форме, таким образом заложенное знание автором в текст, будет понято и осознано обучаемым.

Таблица 1. Пример использования категории «объективное содержание - знаковая форма» при выводе второго уравнения Максвелла

...				...
Рассмотрим зависимость силы взаимодействия от расстояния. Возьмём два прямоугольных магнита А и В с произвольными магнитными свойствами m_1 и m_2 . Один из них положим на весы(А), второй жестко закрепим на штативе над первым. Далее, меняем высоту штатива. Данные занесем в таблицу:				
Сила F , [Дин]	500	222,22	80	20
Расстояние R , [см]	2	3	5	10
Сопоставляя значения расстояния с силой, получаем				$F = \frac{1}{R^2}$
В действия отнесения, действия сопоставления элиминированы				
...				...

1. Хвойнов О.В., Березин А.А., Новиков Д.И., Чирков В.А. Использование средств мыслительной деятельности при чтении научного текста – Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы Всероссийской научно-методической конференции, г. Нижний Новгород, 02 февраля 2021 г. / Нижегород. гос. техн. Ун-т им Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2021. – С. 66-70.

УДК 172.4

ЧЕШОКОВ А.А

ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИЙ ПРИМЕНЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ В XX-XXI ВВ.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Относительно недавно, с позиций международного права, в мире существовало только пять государств, владеющих ядерным оружием. Данные государства являются членами Совета Безопасности ООН и подписали Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) [1]. Основная задача, которую ставит Договор, – *монополизация ядерного знания*. В настоящее же время появляется все больше стран, владеющих ядерным знанием, в том числе, и страны с нестабильной внутривнутриполитической ситуацией. Все это сводит на нет задачи Договора и ведет не к гарантии суверенитета отдельных стран [2], а к нависшей ядерной угрозе над миром. Цель работы – рассмотреть основные пути и предпосылки развития концепций применения ядерного оружия различными государствами от первых испытаний до современной ситуации в мире. Предполагается рассмотрение мотива США в сбросе бомб на Хиросиму и Нагасаки как первый и единственный случай применения ядерного оружия в военных действиях: было это устрашение всей мировой общественности в целях прекращения войны, или же данный акт был адресован как предостережение Советскому Союзу.

Целесообразно отметить некоторые важные моменты истории, затрагивающие данную тематику: а) холодная война между СССР и США, б) возникновение политики ядерного сдерживания; в) появление новых стран на мировой арене, обладающих ядерным оружием и отказывающихся вступать в соглашения о нераспространении и неприменении. Все перечисленные события оказали огромное влияние на современную политическую ситуацию, мировую экономику, развитие отрасли ядерной энергетики, в том числе на общественные страхи и предрассудки.

Наличие ядерного оружия и отсутствие его контроля является главной проблемой безопасности мировой общественности [3]. В связи с этим, в мире возникает множество доктрин ядерной войны. Но несмотря на это, процесс накопления и усовершенствования вооружения не остановим. Так, можно лишь предполагать о том, как превосходство в вооружении влияет на решения, предпринимаемые правительством государств в конфликте интересов из-за тяги к ресурсам стран третьего мира.

В связи с этим предполагается ставится вопрос: смогут ли современные доктрины и политики о разоружении предотвратить мировой коллапс. На данный момент этот вопрос, смогут ли современные доктрины и политики о разоружении предотвратить мировой коллапс, – пока остается открытым.

Библиографический список

1. Договор о нераспространении ядерного оружия (одобрен резолюцией 2373 (XXII) Генеральной Ассамблеи от 12 июня 1968 г.) // Официальный сайт ООН
2. **Арбатов, А.А.** Роль ядерного сдерживания в стратегической стабильности. Гарантия или угроза / А.А. Арбатов // Московский Центр Карнеги – 2019. – 16 с.
3. **Оскольская, Д.И.** Ядерное оружие как угроза глобальной безопасности в начале XXI века / Д.И. Оскольская // Электронный научный журнал «Архонт». – 2018. – №2.

УДК 37.03

ЧЕСНОКОВ С. А., ЧИРКОВ В. А.

ИДЕАЛИЗАЦИЯ КАК СРЕДСТВО ПОНИМАНИЯ НАУЧНОГО ТЕКСТА: ИЗОТЕРМА ЦИКЛА КАРНО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время студенты не владеют средствами понимания научных текстов. Одной из причин этого является большое количество предметов, которое даже самые сильные студенты не в состоянии освоить и осознать. За знаковой цепочкой научного текста необходимо увидеть структуру мыслительной деятельности автора, которая имплицитно наличествует в тексте. Процесс понимания заключается в восстановлении студентом структуры мыслительной деятельности автора научного текста.

Другой причиной является повсеместно наличествующий в практике обучения вербализм, при котором знание подменяется словами и речевыми штампами. При этом какая-либо познавательная деятельность в принципе отсутствует. Студент автоматически в своём речевом потоке знакомых слов не видит ни смысла, ни содержания научного текста.

Одним из возможных выходов из сложившейся ситуации является встраивание деятельностного подхода в образовательный процесс. При идеализации необходимо выделить ключевые составляющие исследуемого текста. Сконструировать онтологическую картину. Провести действия, операции и процедуры с идеальным объектом и получить знаковую форму [1].

Другой процедурой является процедура подведения под понятие, которая впервые была использована Галилеем, который понятие скорости подвёл под понятие математического отношения. Аналогичным образом рассматриваем силу давления идеального газа. Сила давления газа на поршень F является переменной величиной $F(\text{var})$, и теоретически не может быть вычислена в любой данный момент времени вследствие хаотичности ударов молекул о поршень [2]. Тогда как в мире Галилея расстояние, пройденное любым и всяким телом в любой момент времени можно вычислить с нулевой погрешностью. Используя процедуру подведения под понятие целесообразно переменное давление газа $F(\text{var})$ подвести под понятие механического давления, которое станет постоянной величиной $F(\text{const})$. В результате становится возможным вычисление работы изотермического участка цикла Карно с ЛЮБОЙ НАПЕРЕД ЗАДАННОЙ точностью.

Библиографический список

1. **Щедровицкий, Г. П.** Избранные труды. — М.: Шк.Культ.Полит., 1995. — 800 с.

2. **Фейнман, Р.** Фейнмановские лекции по физике 4. Кинематика. Теплота. Звук. / [пер. С англ. А. Ефремова, Г. Копытлова, О. Хрусталева]. – Москва: Издательство АСТ, 2019. – 258 с.

УДК 94. 008.2

ШКОЛКИН В.В.

ИСТОРИЯ СОВЕТСКОЙ АТОМНОЙ ПРОГРАММЫ: ОБЗОР ЭТАПОВ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Наша страна – бесспорный лидер атомной отрасли. Такой успех стал возможен благодаря выдающимся советским учёным-физикам, которые проделали огромную работу по изучению процессов, происходящих при делении ядер. Углубляясь в историю, можно увидеть, что их путь от создания первых научно-исследовательских институтов и до взрыва первой советской ядерной бомбы был наполнен трудностями: отсутствие радиоактивных материалов для проведения экспериментов, сжатые сроки из-за угрозы ядерного удара со стороны США, незначительное количество лабораторий.

С целью освещения тех событий был произведён анализ материалов по истории советского атомного проекта. Доклад содержит обзор трех основных этапов советской атомной программы с описанием наиболее важных моментов, происходивших на них.

На первом этапе рассматриваются события, предшествующие официальному началу работ по созданию ядерной бомбы. Этот этап включает в себя события, происходившие с момента основания Ленинградского физико-технического института под руководством академика Абрама Иоффе и до начала Великой Отечественной войны. Рассказывается о фундаментальных открытиях в атомной физике, таких как: обоснование возможности протекания цепной ядерной реакции деления в уране, расчёт критической массы уранового заряда и открытие спонтанного деления ядер урана [1].

Ко второму этапу относятся события с момента официального начала советской атомной программы до появления в США атомной бомбы. Этот этап затрагивает основание лабораторий №1 и №2, а также роль разведки и мотивацию иностранных физиков-атомщиков при создании отечественной атомной бомбы [2].

Третий этап включает в себя промышленную фазу создания советской атомной бомбы, затрагивая временной промежуток от бомбардировок японских городов и до испытаний первой советской атомной бомбы. Рассказывается о создании КБ-11, промышленных предприятий для производства деталей реактора, пуске первого советского ядерного реактора Ф-1 и параллельных работах по созданию промышленных уран-графитовых реакторов, конструктивных отличиях советского и американского проектов, и наконец, взрыве атомной бомбы [2;3].

Библиографический список

1. **Кузнецова, Р.В.** Курчатов. – М.: Молодая гвардия, 2016. – 431 с.
2. Атомный проект СССР. Экскурс в историю //ВНИИМ им. А.А. Бочвара [Электронный ресурс]/Публик Атом. -2014. -Режим доступа: <http://publicatom.ru/blog/vniinm/7546>
3. **Гончаров, Г.А.** О создании первой отечественной атомной бомбы / Г.А. Гончаров, Л.Д. Рябев. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2009. – 108 с.

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: БЫТЬ ИЛИ НЕ БЫТЬ? ОТКАЗ ОТ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе рассматривается такое явление в современном мире как отказ от ядерной энергетики, а именно: прекращение использования АЭС как источника для выработки электроэнергии.

В Европе становится все популярнее движение против ядерной энергетики, основанное на опасении рисков использования АЭС, в связи с крупными ядерными авариями, а также из-за токсичности ядерных отходов. Противники ядерной энергетики считают, что это опаснейший и дорогостоящий способ кипячения воды для выработки электроэнергии. В критике использования атомной энергии особенно подчёркивается её внутренний разрушительный характер [2]. Отказ порождается недоверием к так называемому мирному атому из-за трёх крупнейших аварий на АЭС: частичное расплавление активной зоны на Три-Майл-Айленд в 1979 году в США, Чернобыльская катастрофа 1986 года в СССР и ядерная катастрофа на Фукусиме в 2011 году в Японии. Подъем новой «ядерной волны» произойдет как предвестник шестой длинной волны (2030-2090-е годы) – волны синергетических технологий [1], но на данный момент многие до сих пор видят в ядерной энергетике лишь опасного врага.

По состоянию на 2016 год в ряду стран, не имеющих атомных станций и выступающих против атомной энергетики, стоят: Австралия, Австрия, Дания, Греция, Ирландия, Италия, Латвия, Лихтенштейн, Люксембург, Малайзия, Мальта, Новая Зеландия, Норвегия, Филиппины, Португалия и Сербия. Но отказ от ядерной энергетики – это не мгновенный процесс: для начала нужно найти замену с теми же мощностями для выработки электроэнергии. Поэтому такие страны как Бельгия, Германия, Испания и Швейцария планируют поэтапный отказ от ядерной энергии к 2030 году. В мире в последние годы было закрыто больше ядерных энергетических реакторов, чем открыто, но общая мощность возросла. По состоянию на 2020 год Италия является единственной страной, закрывшей навсегда все действующие атомные станции [3].

Отказ от ядерной энергетики приводит к поискам других источников выработки электроэнергии на замены закрытым энергоблокам, но, к сожалению, альтернативные источники доступны не всем странам из-за природных особенностей расположения стран. Поэтому, в основном, возврат идет к тепловым электростанциям и сжиганию угля, что вредит экологии.

Библиографический список

1. **Шадырко, С.К.** Философия атомной энергетики // *Общественные науки и современность*. – 1998. №2. – С. 152-161.
2. *Философия техники: хрестоматия* / сост., ред. и вступ. ст. А.Ю. Внутских; Перм. гос. нац. иссл. ун-т.– Пермь, 2012. – 78 с.
3. Поэтапный отказ от атомной энергетики - Nuclear power phase-out // MediaWIKI URL: https://ru.qaz.wiki/wiki/Nuclear_power_phase-out#The_nuclear_debate (дата обращения: 20.12.2020).

СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ

УДК 519.624

БАДЕЙНОВ А.В., РУВИНСКАЯ Е.А., КУРКИН А.А., СЕМЕРЕНКО И.И.

О РАЗРАБОТКЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ВНУТРЕННИХ ВОЛН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При идентификации внутренних волн в натурной записи стоит проблема фильтрации высокочастотных шумов, которые могут возникать как во время сбора данных, так и при реконструкции волновых полей для выделения изопикны. При этом известно, что внутренние волны существуют в определенном диапазоне частот – от инерционной частоты до максимального значения частоты Вяйсяля-Брента в точке измерений.

В рамках данной работы был разработан программный комплекс, предоставляющий возможности фильтрации данных при помощи взвешенных фильтров с оконной функцией прямоугольного типа, Ханна, Хэмминга, Блэкмана, Кайзера, Чебышева 1-ого и 2-ого порядка. Оптимальная длина окна фильтрации вычисляется автоматически. В большинстве случаев применялась фильтрация в двух направлениях для компенсации фазового сдвига. Также реализована возможность обработки данных с помощью оптимальных фильтров Паркса - Мак-Клиллана, Юла-Уолкера и Савицкого-Голая. Реализованы фильтры с бесконечной импульсной характеристикой - Чебышева 1-ого и 2-ого порядка, Баттерворта, эллиптический. Возможно также использование скользящего среднего. Первоначальная версия блока фильтрации написана в Matlab и имеет графический интерфейс для пользователя. Получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ [1]. Для дальнейшего использования блока фильтрации в веб-приложении был создан комплекс с графическим интерфейсом на языке Python с использованием библиотек Numpy, Scipy и Matplotlib.

Следующим этапом стало создание блока вейвлет-анализа, который является одним из наиболее востребованных инструментов при обработке геофизических данных. Реализованы функции построения скалограмм, скейлограмм и локальных максимумов вейвлет преобразования (см., например, нашу статью [2]). Согласно выбранной концепции веб-ресурса для удобства при написании программного кода использовался также язык Python.

Разработанные блоки тестировались на данных из открытых источников: с измерительного комплекса в южной части моря Уэддела за 2009 года и из Японского моря за 2009-2016 года. Все реализованные и спроектированные фильтры могут быть использованы для решения поставленной задачи – подавления высокочастотных шумов, однако для выбранных записей лучшие результаты получены с использованием фильтра Савицкого-Голая, достаточно хороший результат дает применение взвешенных фильтров. Построены скалограммы и скейлограммы преобработанных записей; в Японском море хорошо различимы «максимумы» на инерционном периоде, в море Уэддела большой энергией обладают колебания с периодами в 3 дня.

Представленные результаты получены при поддержке гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ НШ-2485.2020.5 и стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-1225.2019.5).

Библиографический список

1. **Рувинская Е.А.**, Семеренко И.И., Куркина О.Е., Куркин А.А. Блок предобработки данных информационной онлайн системы обработки и анализа натуральных измерений внутренних волн и индуцируемых ими явления Igw Data Processing. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020664957, 19.11.2020
2. **Rouvinskaya E.**, Kurkina O., Giniyatullin A. Analysis of structure and variability of horizontal currents near the mid-east coast of Korea // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". 2020. С. 032071.

УДК 629.113

БАКЛАНОВ Д.Д., ГОНЧАРОВ К.О.

ОБЗОР ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобильная дорога невозможна без дорожной разметки, знаков, обеспечивающих безопасность дорожного движения, средств, позволяющих повысить пропускную способность на сложных участках дороги. При проектировании дорожной инфраструктуры необходимо предупреждать возможные заторы, предусматривать рост трафика, особенности конкретных населенных пунктов. Далее будут рассмотрены программы, которые служат для устранения перечисленных проблем, а также для проектирования совершенно новых участков дорог. Рассмотрим имитационную программу anylogic (рис.1).

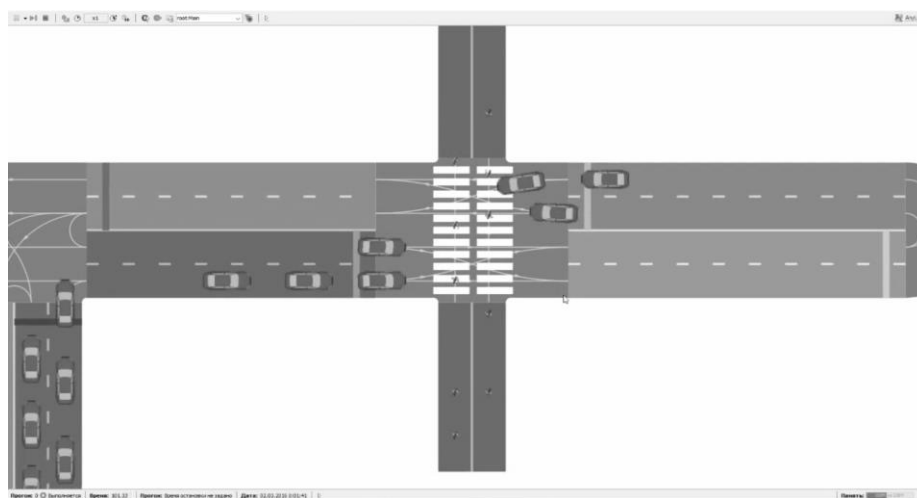


Рис. 1. Модель перекрестка

В данной программе есть три технологии создания имитационных моделей: системно-динамический (проектирование сложных систем), процессно-ориентированный (позволяет объединить отдельные подразделения, направленные на выполнение конкретных функций, в единую цепочку) и агентный (позволяет фокусироваться на отдельных объектах). Гибкость AnyLogic обеспечивает отражение динамики сложных и разнородных экономических и социальных систем. AnyLogic включает набор примитивов и библиотечных объектов для эффективного моделирования логистики, бизнес-процессов, финансов, а также окружающей инфраструктуры.

Следующим инструментом для моделирования является intertrafficplan (рис. 2).



Рис. 2. Модель кольцевой развязки

IndorTrafficPlan – это отечественная разработка, поддерживаемая российскими стандартами на документацию по организации дорожного движения. Ключевой особенностью системы InterTraffic Plan является использование продвинутой модели данных. Эта модель, адаптированная для проектирования организации дорожного движения, позволяет решать широкий спектр задач, создавая проекты как для отдельных дорог, так и для дорожных узлов, развязок и муниципальных дорожных сетей, также она позволяет пользователю хранить и просматривать дороги разной сложности в одном проекте.

Наиболее популярным в профессиональной среде является ptv vissim (рис.3).



Рис. 3. Проектирование модели по карте города

Программа PTV Vissim позволяет создавать имитационные транспортные микро- и мезомодели. С их помощью можно моделировать и эффективно обрабатывать пешеходное и дорожное движение, а также проверять инженерные гипотезы по оптимизации светофорных циклов. В программе также можно моделировать движение пешеходных потоков, воздушных и морских судов.

Результаты сравнения программ, использующихся для моделирования и визуализации дорожной сети, рассмотрим в таблице.

Таблица 1. Сравнение функциональных возможностей программ имитационного моделирования

	Создание имитационных моделей	Микромоделирование	Макромоделирование	Организация дорожного движения
Anylogic	+	+	+	-
Indortrafficplan	-	-	-	+
PTV vissim	+	-	+	-

Вывод

PTV Vissim – слишком сложная программа для новичков, она больше подойдет профессионалам, так как для работы с ней нужны знания и опыт в проектировании дорожного движения. AnyLogic гораздо легче в освоении. Две эти программы практически идентичны по функционалу. В отличие от них IndorTrafficPlan создана специально для организации дорожного движения, однако во всем остальном она ограничена.

УДК 629.3.022

ГУЛИН М.С., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во время разработки рулевой системы встал вопрос о позиционировании и креплении ее элементов в пространстве каркаса безопасности. Эта задача решается с помощью использования специализированных систем, учитывающих особенности геометрии сопрягаемых деталей. Особенно это актуально при фиксации трубчатых элементов с помощью сварки, которые используются для крепления рулевой колонки на передней дуге автомобиля.

Необходимо, чтобы все элементы были жестко закреплены и правильно расположены относительно друг друга. Поэтому было принято решение спроектировать и изготовить оснастку, которая бы решала все перечисленные задачи и минимизировала трудоемкость проведения сварочных работ. Оснастка разрабатывалась в том же программном пакете, в модели сборки рулевой системы. Это упростило работу, так как Autodesk Inventor обладает функцией параметрического моделирования. Функция позволяет оперативно менять параметры в зависимости от поставленной задачи, так как все размеры связаны между собой. Так же моделирование оснастки в общей модели рулевой системы удобно тем, что можно создавать элемент прямо на готовой системе. Благодаря этому достигается максимальное соответствие всех размеров и геометрии.

Дополнительное преимущество работы в программном пакете Autodesk Inventor – это возможность подготовки 3D-модели для получения детали по технологии трехмерной печати. Для вывода детали на печать использовалась программа Polygon 2.0. Изготовление таким способом имеет несколько плюсов:

- 1) получение сложной геометрии элемента;
- 2) использование легкообрабатываемых материалов, таких как ABS пластик;
- 3) целесообразность применения данной технологии в единичном производстве.

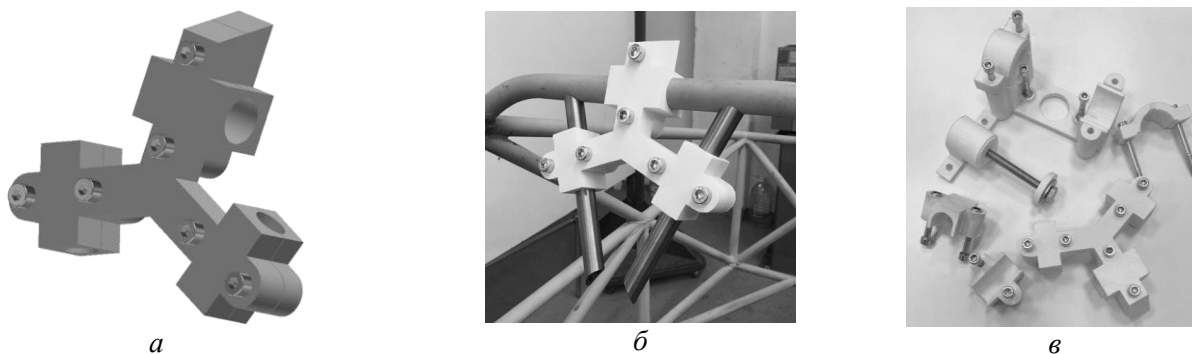


Рис. Оснастка для сварки трубок крепления рулевой колонки:
а – 3D модель; *б* – готовая оснастка; *в* – все подобные оснастки

В ходе проведенных работ была подготовлена оснастка для фиксации трубчатых элементов (рис., *а*). Она позволяет сохранить их геометрическое расположение (рис., *б*). Модель включает в себя специальные контрольные области для использования средств измерения (электронный нивелир). Это позволит установить элементы под нужным углом. Аналогичная технология была применена для позиционирования обоймы подшипников рулевого вала и рулевой рейки (рис., *в*).

УДК 629.113

КУЗМИЧЁВ В.А., КУЛАГИН А.Л.

РАСЧЁТ ПЛЕЧ РОКЕРА НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ В ПОДВЕСКЕ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка подвески спортивного автомобиля класса Formula Student происходит в несколько этапов:

- 1) прорабатывается кинематика и геометрия рычагов подвески, тем самым формируя требуемые углы установки колёс.
- 2) в системе рычагов размещается амортизатор с упругим элементом, рокер и тяга.

Амортизатор предназначен для удержания колеса в постоянном контакте с дорогой. Упругий элемент (пружина) снижает вертикальные ускорения и динамические нагрузки, передаваемые на силовой каркас спортивного автомобиля при движении. За счёт упругого элемента исключается копирование подрессоренной массой профиля дорожных неровностей. Рокер предназначен для увеличения хода амортизатора и пружины относительно хода колеса, а также в некоторых случаях позволяет скомпоновать элементы максимально низко к земле, тем самым снизив центр тяжести спортивного автомобиля. Тяга является элементом, передающим нагрузку с одной точки на другую.

В статичном положении автомобиль должен оказывать воздействие на системы амортизатор/пружина таким образом, чтобы они были сжаты на половину рабочего хода, для реализации возможности подвески работать как на сжатие, так и отбой в равной степени.

В большинстве случаев команды Formula Students используют подвески типа Push Rod или Pull Rod. Так как автомобиль разрабатывается для гоночного трека с идеальным дорожным покрытием, то используются короткоходные (по автомобильным меркам), амортизаторы, которые нуждаются в дополнительном перераспределении сил за счёт рокера.

Рокер состоит из двух плеч разной длины. Чтобы рассчитать длины плеч, необходимо рассмотреть силы, действующие в подвеске, при статичном положении автомобиля. Для наиболее быстрого и точного расчёта длин плеч можно использовать графический метод.

Строится расчётная схема (рис.1), на которой изображаются (на виде спереди) подвеска автомобиля с колесом. Отмечаются основные точки и указываются действующие силы.

Исходя из расчёта координаты центра масс, можно рассчитать нормальную силу, приходящуюся на ось R_k [1]. Принимается допущение, что конструкция болада симметрична относительно продольной оси. Соответственно нормальная сила, действующая на колесо N , будет равна половине R_k . А также известно направление действия силы F_a , действующей вдоль нижнего рычага, так как он расположен в горизонтальной плоскости.

Закономерно условие, в соответствии с которым линии действия всех сил должны сходиться в одной точке. Данное условие позволяет определить линию действия силы F_b , которая строится по касательной к точке пересечения линий F_a и N через верхнее шарнирное соединение, тем самым его нагружая.

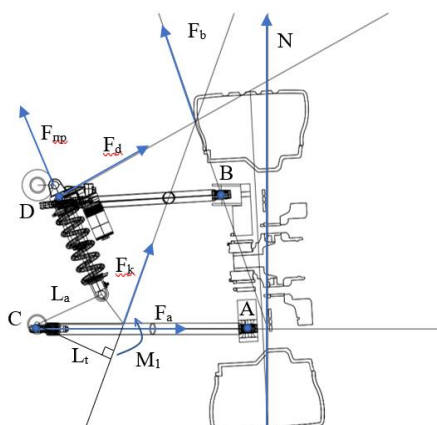


Рис. 1. Расчётная схема:

N – нормальная сила действующая на колесо (H); F_a – сила действующая через нижний рычаг (H); F_b – сила действующая через верхний рычаг (H); F_d – сила нагружающая шарнирное соединение верхнего рычага подвески и силу F_k , передающую усилие на рокер (H); F_{np} – сила вызванная упругим элементом (H); M_1 – момент в точке крепления тяги и рокера ($H \cdot m$)

Для построения треугольника сил откладываем отрезок, равный силе N , от начала отрезка откладываем линию F_a , от конца отрезка откладываем линию F_b , соблюдая при этом направленность. Длины сторон треугольника будут равны силам, образующим этот треугольник (рис. 2).

После чего можно определить силу, действующую от верхнего рычага F_d , которая нагружает шарнирное соединение верхнего рычага подвески и силу F_k , передающую усилие на рокер. Так же следует учесть условие, что линии действия сил должны сходиться в одной точке, поэтому сила F_d направлена от точки D к точке пересечения сил F_b и F_k .

Для построения треугольника сил откладываем отрезок равный силе F_b , от начала отрезка откладываем линию F_k , от конца отрезка откладываем линию F_d , соблюдая при этом направленность. Длины сторон треугольника будут равны силам, образующим этот треугольник (рис. 3).

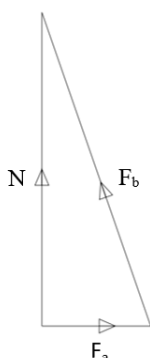


Рис. 2. Треугольник сил N, F_a, F_b

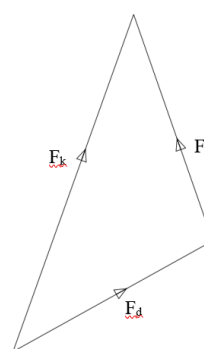


Рис. 3. Треугольник сил F_b, F_k, F_d

Чтобы определить величину силы, действующей на упругий элемент, необходимо силу, действующую на рокер подвески, выразить через моменты, возникающие в точках крепления тяги и амортизатора к рокеру.

Момент M_1 действует в точке крепления тяги и рокера и возникает на плече L_t , образованном осью вращения рокера и линией действия силы F_k .

$$M_1 = F_k \cdot L_t, (\text{Н} \cdot \text{м}).$$

Для определения величины силы $F_{\text{пр}}$, действующей на упругий элемент, необходимо полученное значение момента M_1 разделить на численное значение плеча L_a , образованное осью вращения рокера и линией действия силы $F_{\text{пр}}$. Положение и направление линии силы, действующей на упругий элемент, определяется точками крепления амортизатора к кронштейну рамы и рокеру.

$$F_{\text{пр}} = \frac{M_1}{L_a}, (\text{Н})$$

Деформация пружины в статичном положении должна составлять $\Delta = 24,25 \pm 0,25$ (мм)

$$\Delta = \frac{F_{\text{пр}}}{C},$$

где Δ - деформация пружины, (мм); C – жёсткость пружины ($\frac{\text{Н}}{\text{мм}}$).

Жесткость пружины можно найти в паспорте изделия, или посчитать самостоятельно:

$$C = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n},$$

где G – модуль сдвига, $\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$; d – диаметр витка, мм; D – внешний диаметр, мм; n – число витков.

Таким образом, подбирая длины плеч рокера, находим оптимальное значение деформации. Если же, варьируя длинами плеч, не получается добиться необходимой деформации, то можно изменить положение точки крепления тяги к рычагу.

Рокер должен получиться достаточно компактных размеров. Если по итогам расчётов получается, что длины плеч равны между собой или имеют минимальные различия, то стоит исключить тягу и рокер. В таком случае они создают дополнительную массу, а своих предназначенных функций не выполняют, будет целесообразнее располагать амортизатор непосредственно от рычага до силового каркаса рамы.

-
1. **Кулагин, А.** Формирование эксплуатационных показателей спортивного автомобиля класса Formula SAE на основе расчетов и имитационного моделирования системных элементов / Кулагин А., Гончаров К., Кузмичёв В., Голубев М., Гулин М., Хозеров В. // Материаловедение и инженерия, Том 1086, 5-й Международный научно-практический семинар «Мобильность транспортных и технологических транспортных средств» (МТТВ 2020) 12-13 ноября 2020 г., Нижний Новгород, Российская Федерация. - стр. 1-4.

УДК 551.46

КУЗНЕЦОВ П.Д., РУВИНСКАЯ Е.А., КУРКИНА О.Е., КУРКИН А.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ КОРОТКОПЕРИОДНЫХ ВОЛН, ГЕНЕРИРУЕМЫХ ПРИ РАСПАДЕ БАРОКЛИННОГО ПРИЛИВА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для разреза, построенного в северо-западной части Берингова моря из Алеутской котловины к Корякско-Камчатскому шельфу южнее мыса Наварин (между точками с координатами $60^{\circ}30'N$ $177^{\circ}30'E$ и $62^{\circ}30'N$ $177^{\circ}21'E$), выполнено моделирование и исследование

трансформации баротропного прилива в бароклиный с последующим образованием внутренних боров. Этот регион слабо изучен в контексте динамики внутренних волн (мало данных наблюдений), но при этом он интересен как с экономической, так и с экологической точки зрения. По результатам моделирования оценены амплитуды и скорости внутренних волн характерные для области исследования, проведен спектральный анализ волновых процессов.

В работе использовалась полнонелинейная модель, основанная на системе уравнений гидродинамики невязкой несжимаемой стратифицированной жидкости в вертикальной плоскости в приближении Буссинеска с учетом генерирующего воздействия баротропного прилива. На поверхности океана используется приближение «твердой крышки». Граничное условие на дне ставится как условие непротекания на профиле дна. Правая и левая границы являются открытыми. Для инициализации модели необходимо задать топографию дна, горизонтально-однородное поле плотности морской воды, значение параметра Кориолиса, а также скорость баротропного прилива на границе расчетной области. Данные о плотностной стратификации и профиле дна были получены из климатического атласа GDEM для июля. Использовался многокомпонентный прилив, амплитуды и фазы которого определены из модели TPXO 8 (A TOPEX/Poseidon Global Tidal Model), основанной на данных спутниковой альтиметрии.

По результатам численного моделирования были построены и проанализированы поля скорости (полной, а также вертикальной и горизонтальной компонент в отдельности) и распределения плотности на различных этапах развития волновых явлений в расчетной области. Были реализованы алгоритмы расчета энергий (кинетической, потенциальной, а также «доступной потенциальной» (англ. APE – Available Potential Energy) - разности псевдоэнергии и кинетической энергии), придонных скоростей (и их вероятностей превышения уровня), числа Фруда определяемого как $Fr = u_{max}/c$, где c – фазовая скорость длинных внутренних волн низшей моды, а u_{max} – скорость баротропного прилива в заданной точке трассы. Было получены следующие значения: амплитуда внутренних волн достигает 40 метров, а скорость в толще воды - 0.5 м/с (по модулю), при этом придонные скорости на прибрежной части шлейфа достигают 0.6 м/с (по модулю), число Фруда превышает 1 только у берега (на большей части расчетной области наблюдается «докритический» режим). Также были построены $x-t$ диаграмма смещения, а также спектры по пространству и времени для изопикнической поверхности, определяемой глубиной в невозмущенном состоянии.

Показано, что динамика внутренних волн в исследуемом регионе соответствует классической схеме эволюции длинных баротропных волн прилива в бароклиные с последующим образованием волновых боров. Полученные оценки дают представление о динамике внутренних волн не только в исследуемом разрезе, но и на протяжении большей части северо-западного шельфа Берингова моря.

Представленные результаты получены в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № 0728-2020-0007 «Волновой климат стратифицированного морского шельфа: нелинейные динамические процессы и их влияние на прибрежную зону и гидротехнические сооружения») и при поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-1225.2019.5).

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ В РАБОТЕ НАД СТУДЕНЧЕСКИМИ ИНЖЕНЕРНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На базе НГТУ с 2009 года работают студенческие конструкторские бюро (СКБ). СКБ НГТУ - это коллектив студентов и преподавателей университета, который решает прикладные инженерные задачи по созданию или модернизации различного рода техники.

СКБ «Формула Студент» основано в НГТУ в 2009 году. Цель проекта – проектирование и создание спортивного автомобиля класса «Formula Student» (рис. 1), а также участие в международных инженерных соревнованиях «Formula SAE». Работа над созданием автомобиля включает в себя проектирование, прочностные расчеты, подбор материалов и создание элементов и систем транспортного средства. К системам автомобиля, которые разрабатывают студенты, относятся системы пассивной безопасности, подвеска, рулевое управление, трансмиссия, тормозная система, электронная система управления, элементы силовой установки. Работа над проектом объединяет студентов различных специальностей и направлений. В СКБ «Формула Студент» НГТУ работают студенты из института транспортных систем, института радиоэлектроники и информационных технологий (рис. 2). На основе синергетического подхода формируются конкретные результаты. В ходе работы над проектом студенты получают дополнительные компетенции: навыки презентации, опыт работы в специализированных программных пакетах, опыт работы со станками с числовым программным обеспечением, опыт работы с аддитивными технологиями, навыки коммуникации с партнерами и подрядчиками.

СКБ «Солнечная регата» основано в НГТУ в 2014 году. Цель проекта - создание судна, движущегося за счет энергии солнца (рис. 3). Работа над созданием судна включает в себя проектирование корпуса лодки, создание электрической системы, проектирование системы управления мотором, интеграцию в энергосистему солнечных батарей. В проекте участвуют студенты института транспортных систем направления «Кораблестроение» и студенты института электроэнергетики, которые в процессе обучения имеют возможность получить нестандартную практику.

Данные проекты являются платформой для генерации идей и реализации потенциала студентов в области инженерного творчества. В ходе работы у участников появляются идеи, которые становятся индивидуальными научными проектами и могут претендовать на возможность получения грантового финансирования. В период с 2014 по 2016 годы из проекта «Формула Студент» появился проект по тематике технологического оборудования для создания изделий на основе композиционных материалов. Проект получил поддержку в конкурсе УМНИК Фонда содействия инновациям. В 2019 году появился проект «Модульная система автоматизации управления элементами трансмиссии автотехники», который был поддержан Министерством образования, науки и молодежной политики Нижегородской области.

Опыт участия в студенческих конструкторских бюро позволяет студентам получить дополнительные компетенции в области проектирования, реализации и защиты проекта, а также опыт работы над конкретными прикладными задачами.



Рис. 1. Спортивный автомобиль класса «Formula Student»



Рис. 2. Коллектив СКБ «Формула студент»



Рис. 3. Судно на солнечных батареях «Конструктор Алексеев», НГТУ

УДК 629.113

ПОТАЧЕВ А.А., ПРИСАКАРЬ А.А., НАУМОВ Е.И., КУЛАГИН А.Л., ГОНЧАРОВ К.О.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОИСКА БЛИЖАЙШИХ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи со стремительным развитием электротранспорта возникает необходимость создания развитой сети зарядных станций (далее - ЗС). Для удобства поиска ближайшей станции рационально создать специальную информационную систему (далее – ИС). На начальном этапе проектирования такая ИС должна содержать следующий функционал:

- 1) поиск ближайшей ЗС и составление маршрута проезда к ней на основании местоположения транспортного средства;
- 2) предоставление прейскуранта на услуги у ближайших ЗС;
- 3) предоставление возможности бронирования места в очереди на ЗС;
- 4) предоставление каждому пользователю своего «личного кабинета», в котором пользователь может просматривать историю зарядок ТС, получать скидки, кэшбэк.

Для обеспечения доступности такой информационной системы можно сделать её мультиплатформенной, то есть предоставлять свой функционал в виде WEB-приложения, десктопного приложения (в настоящее время этот вариант начинает терять актуальность), мобильного приложения (под смартфоны и/или планшетные компьютеры с ОС Android или iOS).

Для описания работы ИС можно использовать диаграмму прецедентов (рисунок), т.е. диаграмму, описывающую отношения между пользователями и прецедентами и позволяющую описать систему на концептуальном уровне.



Рис. Диаграмма прецедентов информационной систем

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ЭНЕРГОСЕТЕЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

К 2030-2040 годам планируется взрывной рост продаж электромобилей, что составляет свыше 50-ти процентов, и превысит продажу автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Необходима подготовка инфраструктуры для зарядных станций, развитие компетенции специалистов как в области эксплуатации подобных транспортных средств, так и проектирования и эксплуатации станций для зарядки. Дополнительно требуется нормативная и проектная база по строительству энергосетей и структур электроснабжения городов.

В связи с будущим увеличением потребления электроэнергии требуется также повысить количество вырабатываемой электроэнергии, посредством распределённой генерации (рисунок). Данная концепция подразумевает строительство дополнительных источников электроэнергии в непосредственной близости от потребителей.

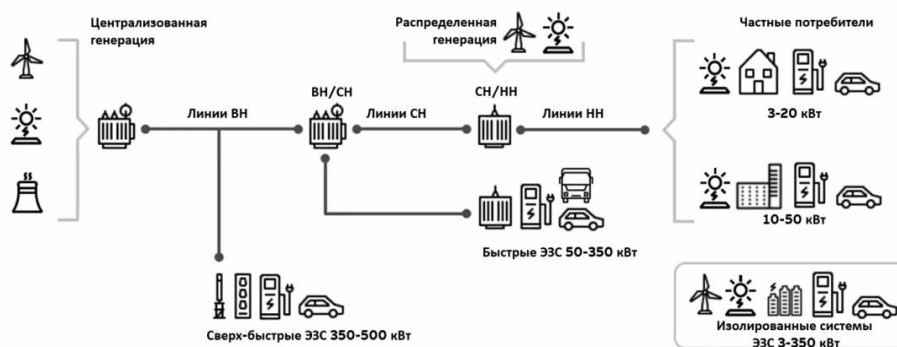


Рис. Подключение распределённой генерации к сети

Можно выделить следующие технологии распределённой малой энергетики:

- газопоршневые электростанции;
- газотурбинные электростанции;
- микротурбинные электростанции;
- тепловые насосы;
- паровые котлы;
- возобновляемая энергетика (солнечные батареи, ветровые генераторы);
- топливные элементы;
- когенерационные установки (КГУ).

Наличие подключения к общей электрической сети позволяет компенсировать недостаток электроэнергии за счет её потребления от общей сети, а в случае избыточного производства электроэнергии собственным источником выдавать её в сеть с получением соответствующего дохода.

Выделяются основные функции концепции распределенной энергосети:

- 1) повышение энергетической независимости потребителей;
- 2) сглаживание пиковых нагрузок;
- 3) снижение уровня необходимого резервирования мощности;
- 4) минимизацию транспорта энергоносителей;
- 5) сокращение потерь при транспорте вторичных энергоносителей;

б) возможность использования местных энергоресурсов.

На основе данной концепции можно увеличить интеграцию зарядных станций, что обеспечит развитие инфраструктуры для эксплуатации электромобилей.

УДК 66.045.1

СОКОЛОВ А.Е., КОСЫРЕВ В.М., СИДЯГИН А.А.,
ГОЛОВАНОВА К.А., КАНОГИН И.А.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РОТОРНО - ВИХРЕВОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

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

На кафедре ТОТС разработана конструкция вихревого теплообменного аппарата. Изучение его работы показало высокую эффективность [1]. Однако, при малом расходе одного из теплоносителей, она падает. Объясняется это слабым развитием вихревых процессов. Для решения проблемы нами разрабатывается новый аппарат с внутренними устройствами, позволяющими для интенсификации теплообмена в смежной вихревой камере использовать энергию теплоносителя, расход которого выше. Внутренние устройства в обеих камерах связаны между собой механически для передачи энергии, вращения и разрушения теплового пограничного слоя. Это позволит интенсифицировать теплообмен, повысить универсальность применения аппарата.

Для проверки идеи, изготовлена модель роторно-вихревого теплообменного аппарата (ВРА). Аппарат имеет две смежные вихревые камеры, разделенные теплообменным диском. Диаметр вихревых камер $D = 335$ мм, высота камер $B = 30$ мм. Поверхность теплообмена – $0,088$ м². ВРА имеет разборную конструкцию. Теплоносители подают в тангенциальные патрубки. Жидкость совершает вращательное движение по окружности и от периферии на выход к центральному патрубку. Это движение сопровождается турбулизацией потока. Внутренние устройства установлены в центре вихревых камер. Их вращение инициируется за счет теплоносителя с большим расходом. Таким образом, теплоносителю с меньшим расходом передается дополнительное движение. Выше скорость – больше интенсивность теплоотдачи, выше общий коэффициент теплопередачи K . По идее, внутренние устройства, должны обеспечить интенсификацию теплообмена.

Опыты проводили с внутренними устройствами (ВРА) и без них. В нижнюю камеру тангенциально вводили горячую воду, в верхнюю – холодную. Расход горячей меняли от $0,17$ до $2,73$ м³/ч, расход холодной – от $0,16$ до $1,76$ м³/ч. В опытах коэффициент теплопередачи K достигал 1700 Вт/(м²·К). На рисунке 1, для примера показана зависимость коэффициента K от расхода горячей воды с внутренними устройствами и без них (расход холодной воды постоянный – $0,452$ м³/ч).

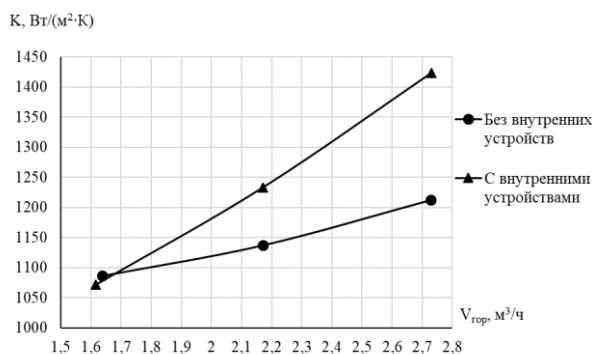


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопередачи K от расхода горячей воды

Очевидно преимущество ВРА. Необходимо его изучение и совершенствование.

1. **Косырев В.М.**, Аверьянов Д.Р., Мальков С.В. Гидравлическое сопротивление и теплопередача в вихревом теплообменном аппарате// Ежемес. научн. журнал «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук». - 2017. - № 12 (107), Ч.II. - С.18-23.

УДК 629.113

ТРОФИМОВА А.С., КУЛАГИН А.Л.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ ПРИБОРНОЙ ПАНЕЛИ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «FORMULA STUDENT»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Приборная панель является инструментом коммуникации пилота с системами спортивного автомобиля. Она включает в себя элементы вывода информации и органы управления. Элементы вывода информации позволяют контролировать показатели систем автомобиля во время движения. Такими показателями являются: уровень и расход топлива, скорость, частота вращения двигателя, заряд АКБ, давление масла, текущая передача КПП, аварийный индикатор о наличии неисправностей. В качестве элементов управления приборная панель включает: тумблер цепи электропитания, кнопку запуска стартера, аварийный выключатель массы, переключатель режимов работы КПП.

Создание приборной панели начинается с построения 3D-моделей ее компонентов в программном пакете «Autodesk Inventor». В качестве данных элементов выступают элементы управления (рис. 1).

Важным этапом является компоновка описанных элементов для формирования приборной панели. При компоновке элементов вывода информации должны быть соблюдены критерии доступности визуального восприятия информации, а при компоновке элементов управления должны соблюдаться критерии высокой доступности.

Элементы в процессе компоновки были сгруппированы с точки зрения функционального назначения и частоты использования, дополнительно были учтены геометрические особенности, что повлияло на формирование разноуровневой геометрии приборной панели.

С точки зрения критериев функциональности и компоновки была сформирована трёхмерная модель приборной панели (рис. 2). Создание приборной панели из композитных материалов требует подготовки модельной оснастки. Для этого была проведена адаптация модели приборной панели для воспроизведения по технологии трехмерной печати. Преобразованная модель была разделена на части для соответствия области печати. Модельная оснастка, полученная по технологии трехмерной печати, представлена на рис. 3.

Последующие задачи включают сборку модельной оснастки, постобработку внешней поверхности и ручную выкладку стеклоткани для формирования матрицы.



Рис. 1. Пример элемента управления



Рис. 2. Трёхмерная модель приборной панели

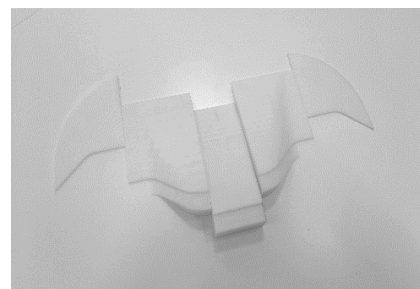


Рис. 3. Модельная оснастка

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

***Сборник материалов
XX Всероссийской молодежной
научно-технической конференции,
посвященной 800-летию
Нижего Новгорода***

Редакторы: О.В. Пугина, Е.В. Комарова, Т.В. Третьякова

Компьютерный набор В.А. Скрылева

Подписано в печать 18.05.2021. Формат 60 x 84 ¹/₈.
Бумага трафаретная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 53.
Тираж 50 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Типография НГТУ.

Адрес полиграфического предприятия:
Нижегород, ул. Минина, 24.