

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
XVIII Всероссийской молодежной
научно-технической конференции*

Нижний Новгород, 24 мая 2019 г.

Нижний Новгород 2019

УДК 62
ББК 30
Б 903

Будущее технической науки: сборник материалов XVIII Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019. – 513 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.

Все материалы публикуются в авторской редакции.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

ISBN 978-5-502-01188-4

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2019

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

XVIII Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Будущее технической науки» в 2019 году посвящена 90-летию с момента основания Нижегородской научно-практической школы транспортного снеговедения.

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. Опираясь на научные знания и преемственность поколений, формируются высококвалифицированные научно-технические кадры, столь необходимые для развития промышленности и экономики России.

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

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

Оргкомитет

СОДЕРЖАНИЕ

1. Радиоэлектроника и информационные технологии.	5
1.1. Радиоэлектронные системы и устройства.	5
1.2. Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры.	12
1.3. Телекоммуникации.	25
1.4. Информационные технологии.	41
1.5. Техническая кибернетика.	55
2. Электроэнергетика.	74
2.1. Автоматизация систем электрооборудования.	74
2.2. Эффективность систем электроэнергетики.	91
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии.	106
3. Машиностроение.	111
4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы.	132
4.1. Конструирование наземных транспортных средств.	132
4.2. Эксплуатация наземных транспортных средств.	148
4.3. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания.	172
4.4. Строительные и дорожные машины.	187
4.5. Системы трубопроводного транспорта.	193
5. Морская, авиационная техника и кораблестроение.	197
5.1. Кораблестроение и авиационная техника.	197
5.2. Энергетические установки.	223
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции.	243
6. Материаловедение, металлургия и заготовительные производства машиностроения.	246
7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок.	278
7.1. Ядерная энергетика.	278
7.2. Физика волновых процессов.	315
8. Медицинская инженерия и биотехнология.	331
8.1. Медицинская инженерия.	331
8.2. Промышленная биотехнология и биоинженерия.	338
9. Химия, химические технологии и нанотехнологии.	351
10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов.	384
11. Экономика, менеджмент и инновации.	407
12. Математическое моделирование геофизических процессов.	423
13. Научное общество учащихся.	435
14. Коммерциализация инновационных проектов (УМНИК).	452
15. Философско-методологические проблемы технoзнания.	479
16. Студенческие инженерные проекты.	499
Алфавитный указатель.	505

УДК 621

ВДОВКИН Е.В., МАЛАХОВ В.А.

РАСЧЕТ ДИСПЕРСИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛН ОТКРЫТОГО ГОФРИРОВАННОГО ПРОВОДЯЩЕГО ЦИЛИНДРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Расчет дисперсионных характеристик волн открытого гофрированного проводящего цилиндра. Открытые гофрированные волноведущие структуры в настоящее время находят широкое применение при создании частотно-избирательных устройств, антенн бегущей волны, линий задержки открытого тракта и т.д. Одним из их свойств является то, что их можно изгибать, что также отражается на сфере применения этих направляющих структур.

В статье представлены результаты расчета структуры, изображенной на рисунке 1.

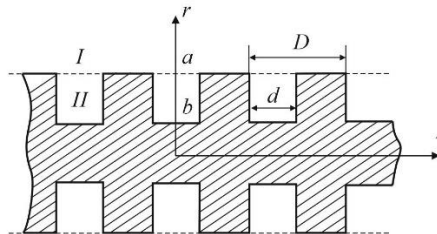


Рис. 1. Открытый гофрированный проводящий цилиндр

где: d – ширина ячейки открытого гофрированного цилиндра, D – период структуры, b – внутренний радиус ячейки, a – внешний радиус открытого гофрированного цилиндра

Дисперсионная задача для такой структуры решается с помощью метода частичных областей (МЧО) в постановке Уилкиншоу [1, 2].

В областях I, рисунке. 1, продольные компоненты векторов Герца, удовлетворяющие уравнению Гельмгольца, записываем в виде:

$$\begin{cases} \Pi_{z1}^e = \sum_{m=-\infty}^{\infty} A_{1m} R_n(\alpha_{1m} r) \sin n\varphi e^{-i\beta_m z} \\ \Pi_{z1}^m = \sum_{m=-\infty}^{\infty} B_{1m} R_n(\alpha_{1m} r) \cos n\varphi e^{-i\beta_m z} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{где: } R_n(\alpha_{1m} r) &= H_n^{(2)}(\alpha_{1m} r) \\ \beta_m &= \beta_0 + 2\pi m/D \end{aligned}$$

Во второй области продольные компоненты векторов Герца, удовлетворяющие уравнению Гельмгольца и условиям Дирихле и Неймана на идеально проводящей поверхности, записываем в виде: [3]

$$P_{z1}^e = \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} A_{2s} X_{1n}(\alpha_{2s} r) \cos\left(\frac{2\pi s z}{d}\right) + \sum_{s=1}^{\infty} \bar{A}_{2s} X_{1n}(\bar{\alpha}_{2s} r) \sin\left(\frac{(2s-1)\pi z}{d}\right) \right\} \sin n\varphi$$

$$P_{z1}^h = \left\{ \sum_{s=0}^{\infty} B_{2s} X_{2n}(\alpha_{2s} r) \sin\left(\frac{2\pi s z}{d}\right) + \sum_{s=1}^{\infty} \bar{B}_{2s} X_{2n}(\bar{\alpha}_{2s} r) \cos\left(\frac{(2s-1)\pi z}{d}\right) \right\} \cos n\varphi$$

Библиографический список

1. **Веселов, Г.И.** Комплексные волны в поперечно-неоднородных направляющих структурах / Г. И. Веселов, С.Б. Раевский – М.: Радиотехника, 1987, т.42 №8, с.64-67
2. **Мурад-Мурадович, А.И.** О комплексных волнах круглого открытого гофрированного волновода / А. И. Мурад-Мурадович, С.Б. Раевский. – М.: Радиотехника и электроника, 1999, т.44, №1, с.10-13
3. **Раевский, А.С.** Комплексные волны / А.С. Раевский, С.Б. Раевский. – М.: Радиотехника, 2010. – 224 с.

УДК 621.3

ВОРОБЬЕВ С.А.¹, ПАНИН А.Н.², ЩЕРБАКОВ В.В.¹

РАСЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННЫ КАССЕГРЕНА СУБТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ

¹ Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

² Институт физики микроструктур Российской академии наук

Антенна Кассегрена находит широкое применение в системах беспроводной связи с высокой скоростью передачи информации в субтерагерцовом диапазоне частот. Она состоит из рупорного облучателя, вспомогательного зеркала - субрефлектора в виде гиперboloида вращения, и основного зеркала в виде параболоида вращения. Облучатель размещен у вершины основного зеркала. Это укорачивает длину питающего фидера, что приводит к уменьшению потерь в фидере. Преимуществом антенны является небольшой продольный размер, технология изготовления антенны хорошо отработана [1,2]. Антенна Кассегрена позволяет реализовать электрические параметры необходимые для работы беспроводной системы связи - высокий коэффициент усиления (более 40дБи) и узкую ширину главного лепестка (менее 1о).

В статье представлены результаты измерения параметров антенны Кассегрена (диаграммы направленности (ДН) и коэффициента усиления (КУ)) на частоте 220 ГГц.

Экспериментальное исследование ДН антенны проводилось по стандартизированной методике измерения в дальней зоне. На рис. 1 представлена простейшая структурная схема данной методики [3]. Исследуемая антенна 3 расположена на опорно-поворотном устройстве 4. На некотором расстоянии r в дальней зоне этой антенны расположена передающая рупорно-линзовая антенна 2, с КУ равном 26 дБи, возбуждаемая генератором 1. Приемное устройство 5 имеет цифровой регистратор мощности 6, поступающей на вход приемного устройства. Зависимость показаний этого индикатора p от угла поворота θ антенны 4 при некотором фиксированном угле поворота φ_1 является сечением диаграммы направленности антенны по мощности $p(\theta, \varphi)$ в плоскости $\varphi = \varphi_j$. Выбирая различные значения угла φ_j , можно измерить ДН в различных сечениях.

Используя результаты измерений мощности, КУ антенны определяется с использованием формулы Фрииса [3].

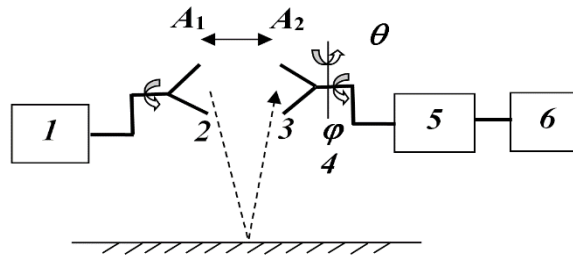


Рис. 1. Схема метода полигонных измерений

Библиографический список

- 1 **Ху, Х.** Terahertz Cassegrain Reflector Antenna / X. Xu, X. Zhang, Z. Zhou // Antennas & Propagation (ISAP), 2013 Proceedings of the International Symp. P. 969–971, 2013.
- 2 **Кисиленко, К.И.** Моделирование и расчет антенны Кассегрена на 290 ГГц / К.И. Кисиленко, В.А. Малахов, В.А. Узлов, В.В. Щербаков // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2016. №4. С. 46-52.
- 3 **Воскресенский, Д.И.** Устройства СВЧ и антенны / Д.И. Воскресенский, В.Л. Гостюхин, В.М. Максимов, Л.И. Пономарев. – М.: Радиотехника, 2006. – 376 с.

УДК 621.371

ДУРИНОВ М.Д.

ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПОТЕРИ СИГНАЛА В АВИАЦИОННОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ В ПРЕДЕЛАХ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во время полета, при обмене данными, могут возникнуть проблемы обеспечения качества доставки достоверной информации, между абонентами в ОВЧ диапазоне. Задачу синтеза системы радиосвязи для системы управления воздушным судном можно решить, как задачу максимизации вероятности правильного приема сообщений, оптимизируя алгоритмы управляющего воздействия на воздушные суда со стороны диспетчеров УВД, параметры средств передачи данных, характеристики приемно-передающих антенн и вычислительной техники, создавая адаптивные сети радиосвязи.

Радиосигналы в каналах связи «воздух-земля» и «воздух-воздух» при полетах воздушных судов на малых высотах над холмистыми и низкогорными районами имеют многолучевое распространение и частотно-селективные замирания при взаимном перемещении приемного и передающего устройств радиостанций. Это приводит к различным условиям распространения сигнала, которые обусловлены влиянием:

- зеркального отражения от гладкой поверхности;
- диффузного отражения от грубо-шероховатой поверхности;
- дифракции на препятствиях (холмах, низкогорных вершинах и высотных металлических объектов) [1].

Потери мощности принимаемого сигнала, обусловленные влиянием отражений радиоволн от земной поверхности, можно пояснить следующим образом. Учитывая, что дальность связи во много раз меньше радиуса Земли ($R_z \gg D_{св}$), поверхность Земли в радиусе действия радиостанции будем считать плоской. Тогда излучаемая передающим устройством энергия попадает на приемную антенну после отражения от земной поверхности.

Предварительная оценка может проводиться при помощи программных средств. В качестве предварительной оценки, принимается значение отношения сигнал/шум в канале связи. Участки маршрута, на которых значение отношения сигнал/шум опускается ниже 10, при

оценке считаются участками потери связи, так как при данном значении вероятность приема считается приемлемой для передачи достоверного сообщения.

Использование систем оценки дальности радиосвязи позволит оптимизировать параметры авиационного канала радиосвязи как между воздушным судном и радиоцентром, так и между двумя воздушными судами в пределах прямой видимости. Однако, количество возможных комбинаций нежелательных для связи явлений при взаимном движении абонентов настолько велико, что приемлемое математическое решение этой задачи является слишком сложным для практического использования. Поэтому для получения оценки параметров канала связи обычно рекомендуется совместно использовать аналитические и экспериментальные методы. Основное требование при таком способе оценки - получить в реальном масштабе времени данные измерений, из которых можно было бы извлечь надежные статистические результаты. Этот метод предсказания значений потерь распространения является действенным

-
1. **Кейстович А.В., Комяков А.В.** Системы и техника радиосвязи в авиации: учеб. пособие / А.В. Кейстович, А.В. Комяков; Нижегород. гос.техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2012. – 236 с.

УДК 621.376.56

КАМЫШАН Е.А.

ИМИТАТОРЫ РАДИОИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ, ДЕЙСТВУЮЩИХ В ЦЕПЯХ ПИТАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В сложной электромагнитной обстановке, в которой работают многие радиоэлектронные средства, режимы их работы могут нарушаться и их характеристики выходить за штатные пределы. Поэтому во избежание таких случаев применяют защитные меры, основанные, в частности, на применении экранов и фильтрующих цепей. Для того, чтобы экспериментально проверить правильность принятых мер защиты от помех используют специальные устройства - имитаторы помех. К числу таких имитаторов относятся имитаторы помех, создающие помехи и пульсации в цепях питания радиоэлектронных средств.

Отечественной промышленностью выпускаются имитаторы, формирующие питающее напряжение и помехи определенных видов. Такие устройства вырабатывают напряжение питания с различными видами пульсаций и помех - «бросок напряжения», «провал напряжения», «перерыв питания». Однако, кроме проверок на устойчивость к пульсациям и перерывам в напряжении питания радиоэлектронных средств, необходимы проверки на их устойчивость к радиоимпульсным помехам в цепях питания, что особенно актуально для радиотелеметрических систем.

К числу наиболее опасных и часто встречающихся на практике радиоимпульсных помех относится радиоимпульс с экспоненциальной огибающей, длительностью от единиц до десятков микросекунд, частотой заполнения от единиц до сотен мегагерц. Тогда имитатор помех должен формировать тестовый сигнал, представляющий собой сумму постоянного напряжения и радиоимпульса с экспоненциальной огибающей. При этом необходимо учесть, что формирование постоянного напряжения питания, целесообразно осуществить с помощью серийно-выпускаемых лабораторных источников питания. При выборе типа такого источника питания необходимо учесть требование автоматизации процесса исследования радиотелеметрических устройств на устойчивость к помехам. Такому требованию удовлетворяет источник питания Б5-71, имеющий дистанционное управление выходным напряжением от компьютера.

Разработанный имитатор представляет собой устройство, выполняющее функции формирования радиоимпульса и суммирования этого импульса с напряжением питания, поступающим от бока питания Б5-71. При разработке конструкции было учтено, что его отдельные узлы работают при высоких напряжениях (несколько сотен вольт). Так, формирователь радиоимпульсной помехи выполнен на полевом транзисторе, работающем в ключевом режиме. Его нагрузкой являются частотно-избирательные цепи, которые определяют частоту заполнения радиоимпульса, его длительность и должны иметь диапазон рабочих напряжений, соответствующий амплитуде формируемого радиоимпульса. Формируемый радиоимпульс регулируется по амплитуде от единиц до сотен вольт, в зависимости от вида и параметров испытываемого радиотелеметрического оборудования. В имитаторе предусмотрен выход синхросигнала, который необходим для наблюдения помехи и реакции на нее электронных средств с использованием электронного осциллографа.

Имитатор прошел экспериментальную проверку и показал соответствие его технических характеристик требованиям, предъявляемым к имитаторам помех при отработке электронных средств на их устойчивость (работа с режимами в пределах нормы) к действию радиоимпульсных помех в цепях питания.

УДК 621.317.7.023

МИНЕЕВ К.В., КОРНЕВ Н.С., МАКАРЫЧЕВ Н.А., МАРЬЕВСКИЙ С.В.,
НАЗАРОВ А.В., ОСМАНОВ Р.Р.

ДВУХЧАСТОТНАЯ ДОПЛЕРОВСКАЯ КВЧ ДИАГНОСТИКА ДВИЖЕНИЯ МЕДНОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ УДАРНО-ВОЛНОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова», г. Нижний Новгород

В области фундаментальной и прикладной физики, занимающейся исследованием различных газодинамических явлений, приоритетной задачей является измерение параметров быстропротекающих процессов. Данные измерения требуют регистрации экспериментальных данных с высоким временным разрешением (единицы микросекунд). Контактные измерения осложнены тем, что зонды и датчики вносят существенные возмущения в исследуемый процесс, поэтому особый интерес представляют именно бесконтактные (дистанционные) методы [1], не оказывающие влияния на измеряемый объект.

В диагностике быстропротекающих процессов все шире применяется основанная на эффекте Доплера микроволновая (КВЧ) радиоинтерферометрия [2], являющаяся одним из наиболее перспективных методов для исследования динамики процессов, происходящих при постановке газодинамических экспериментов. Для микроволновых систем характерны размеры шероховатостей, отражающих излучение, в частности шероховатости детонационного фронта или поверхностей ударников и оболочек, значительно меньше длины волны излучения. Такие поверхности для микроволнового излучения являются почти гладкими, в то время как для лазерного излучения они являются диффузно-отражающими, что создает проблемы в диагностике и расшифровке экспериментальных результатов.

В докладе приводятся результаты газодинамического эксперимента по измерению параметров движения медной пластины, метаемой ударно-волновым нагружением, с помощью двухчастотного КВЧ радиоинтерферометра разработки филиала РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова». На рисунке 1 представлен график скорости метаемой медной пластины. Зондирование производилось на двух разнесенных частотах: $f_1 \sim 95$ ГГц и $f_2 \sim 140$ ГГц, что позволило повысить разрешающую способность и провести подробный анализ наиболее значимых участков процесса.

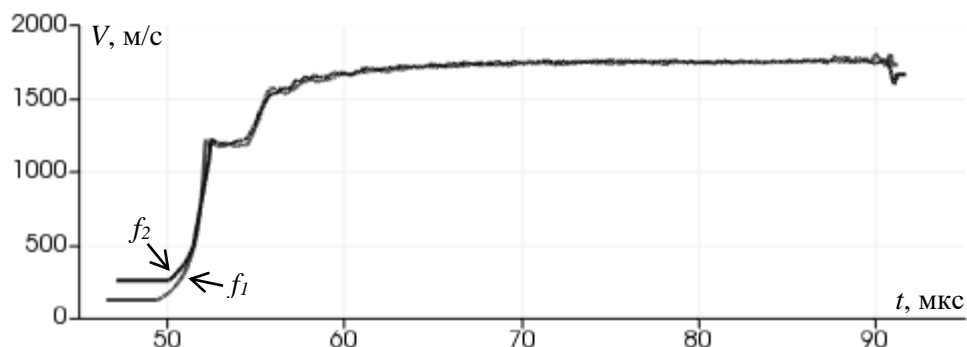


Рис. 1. График скорости метаемой пластины

Библиографический список

1. Невозмущающие методы диагностики быстропротекающих процессов; под ред. А. Л. Михайлова. – Саратов: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2015. – 322 с.
2. Канаков, В.А. Состояние и перспективы развития микроволновой радиоинтерферометрии для диагностики газодинамических процессов / В.А. Канаков, Катин С.В., Корнев Н.С. [и др.] // Антенны. – 2016. – №1. – С. 49-54.

УДК 629.7

МИРОНОВА А.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ЛА В ТОЧКУ ВКЛЮЧЕНИЯ АРЛГСН

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

Современные возможности цифровой обработки сигналов позволяют реализовать в активной радиолокационной головке самонаведения (АРЛГСН) беспилотного летательного аппарата (ЛА) режим с синтезированной апертурой.

Варианты траекторий полета к цели в горизонтальной плоскости для разных вариантов АРЛГСН представлены на рисунке 1.

При отсутствии синтезированной апертуры (траектория 1) ЛА в автономном режиме после отработки начального промаха движется по прямой к местоположению цели (точка Ц), заданной координатами в навигационной системе координат. Включение АРЛГСН происходит при достижении горизонтальной дальности R_D . После взятия цели на автосопровождение и отработки небольшой погрешности автономного вывода ЛА в точку А в режиме самонаведения сближается с целью по прямолинейному конечному участку АЦ.

При синтезированной апертуре (траектория 2) в соответствии с [1] требуется в автономном режиме вывести ЛА в точку В с обеспечением в этот момент заданного угла φ_C между вектором скорости $\vec{V}_Г$ и линией визирования ВЦ. Это необходимо для реализации криволинейного конечного участка самонаведения с высоким разрешением.

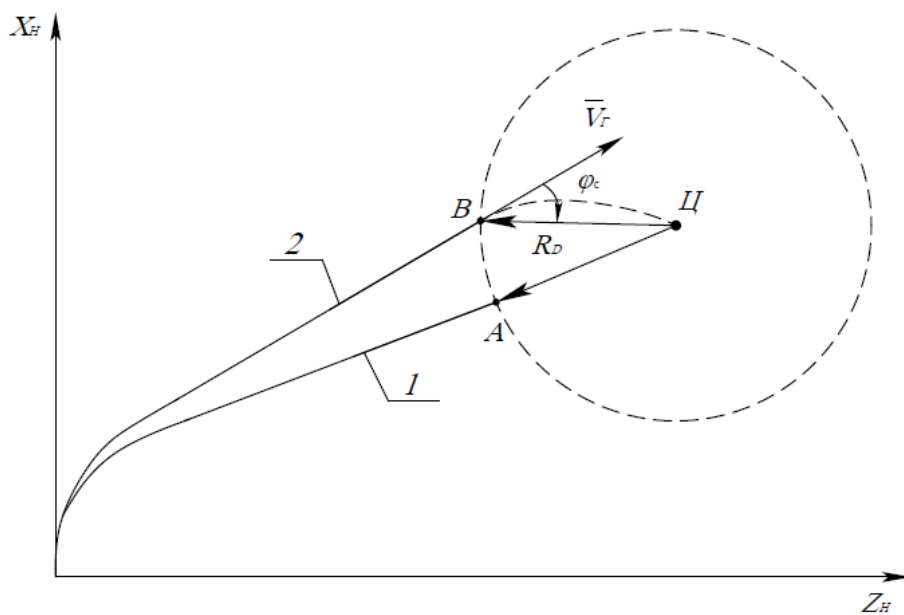


Рис. 1. Траектории вывода ЛА в точку включения АРЛГСН в горизонтальной плоскости навигационной системы координат

В докладе обоснован выбор логики формирования траектории вывода ЛА в точку включения АРЛГСН с заданным углом φ_c , приведены примеры.

-
1. **Мухин В.В.** Алгоритм траекторного управления в радиолокационных системах с синтезированием апертуры // Успехи современной радиоэлектроники – 2016 – №1 – с. 27-33.

Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры

УДК 658.5

ДУКОВИЧ С.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА РЭА СЕТЯМИ ПЕТРИ

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

Рациональная организация процесса производства РЭС невозможна без проведения технологической подготовки производства (ТПП). В связи с частой сменой ассортимента выпускаемой продукции, сложностью, трудоемкостью и большим временным интервалом разработки, повышение эффективности ТПП является актуальной и важной задачей на производстве.

Ускорить разработку ТПП, помогает математическое моделирование технологических процессов. Часто единственно доступным методом исследования при этом является имитационное моделирование.

Одной из самых распространенных моделей в этой области являются сети Петри [1]. Они позволяют моделировать многие классы дискретных, асинхронных, параллельных, распределенных, недетерминированных систем, имеют возможность наглядного представления их работы. Графически сети Петри представляются двудольным ориентированным графом. Один тип вершин этого графа – переходы – в смысловом отношении отображают некие события, происходящие в системе, а другой тип – позиции – условия для реализации этих событий.

Наличие того или иного условия отражается специальными объектами – маркерами, помещаемыми в позиции. Условием срабатывания перехода является наличие маркеров во всех входных позициях. При срабатывании перехода маркеры из его входных позиций изымаются и перемещаются в выходные. При этом создаются условия для срабатывания других переходов. Перемещение маркеров по сети отображает динамику функционирования системы.

Производственные процессы РЭС характеризуются различным временем выполнения операций, неоднородностью потоков материалов и комплектующих, ограничениями, накладываемыми оборудованием. Для моделирования подобных характеристик разработаны временные, стохастические, ингибиторные, цветные и другие виды сетей Петри. Для реализации возможностей сетей Петри при моделировании технологических процессов необходим развитый интерфейс пользователя, включающий графический редактор для создания сети, программу выполнения сети (моделирование) и систему отображения результатов моделирования.

В настоящее время нет коммерческих программ исследования сетей Петри, включающих графический редактор и охватывающих указанный выше круг вопросов. Поэтому автором была проделана работа по созданию графического редактора сетей Петри, программы моделирования и визуализации результатов моделирования на его основе.

Библиографический список

1. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984.— 264 с, ил. Пер. с англ.
2. Автоматизация проектирования и моделирования печатных узлов электронной аппаратуры: научное издание / Ю.Н. Кафанов, Н.В. Малютин, А.В. Сарафанов и др. - М.: Радио и связь, 2000. - 389 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ «АСОНИКА»

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

В процессе работы над магистерской диссертацией потребовалось провести исследование конструкции печатного узла проектируемого изделия на стойкость к механическим воздействиям, используя для этого программно-моделирующую систему "АСОНИКА" [1]. Плата печатного узла выполнена из стеклотекстолита FR-4, физико-механические параметры которого отсутствуют как в базе данных системы, так и в технической литературе. В связи с этим была поставлена задача определить их экспериментально.

Задача решалась по методике, изложенной в [2]. Для проведения испытания был изготовлен образец печатной платы с размерами 100×100 мм с крепежными отверстиями, расположенными по четырем углам. Он был закреплен на столе вибростенда с помощью винтов и специально разработанного приспособления. В центре платы закрепили с помощью воска датчик ускорения и провели испытание на гармоническое воздействие в диапазоне частот 5-2000 Гц с перегрузкой 1 g. По причине отсутствия необходимого оборудования испытания на ударное воздействие и изменение температуры не проводились. С помощью компьютера был получен экспериментальный график зависимости ускорения от частоты в контрольной точке, по которому определена первая резонансная частота пластины.

На следующем этапе работы выполнялась идентификация параметров исследуемого образца. В широком смысле под идентификацией понимают установление соответствия между объектом, представленным некоторой совокупностью экспериментальных данных о его свойствах, и моделью объекта. В нашем случае требовалось определить неизвестные параметры материала FR-4 путем сопоставления экспериментальных данных и данных математического моделирования. Для этого использовалась специальная программа "АСОНИКА-ИД", работа которой основана на принципе настраиваемой модели [3]. Интерфейс программы позволяет выбрать параметры, которые необходимо идентифицировать. С помощью варьирования параметров производилась настройка модели механического процесса исследуемой пластины на известную нам резонансную частоту. Варьируемыми параметрами при оптимизации в данной работе являлись: модуль упругости, коэффициент Пуассона и коэффициент механических потерь материала платы.

В результате проведенной работы получены значения следующих параметров материала FR-4 при гармоническом воздействии и температуре +25°C:

- модуля упругости E ;
- коэффициента Пуассона ϵ_n ;
- коэффициента механических потерь КМП.

Эти значения занесены в базу данных подсистемы "АСОНИКА-ТМ" для выполнения моделирования стойкости печатных узлов к воздействию вибрации.

Библиографический список

1. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий/Под ред. А.С. Шалумова. – М.: Радиотехника, 2013 – 424 с.
2. **Кофанов Ю.Н.** и др. Информационная технология моделирования механических процессов в конструкциях радиоэлектронных средств – М.: Радио и связь, 2000. – 160 с.
3. **Сольницев Р.И.** Автоматизация проектирования систем автоматического управления: Учеб. для вузов. – М.:Высш. шк., 1991. – 335 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОВИЗОРА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БЫТУ

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

Одной из выдающихся технических новинок широкого применения в конце XX-го века стал тепловизор – прибор, основанный на регистрации теплового излучения. На сегодняшний день тепловизоры (ТВ) являются оптимальным инструментом дистанционного теплового контроля в таких областях, как строительство, энергетика, промышленное производство, медицина и военное дело [1]. Совершенствование технологии производства сделало эти устройства доступными и для самой чувствительной к цене сфере – бытовой технике. Например, в последние годы набирает популярность обследование помещений при покупке или приемке нового жилья.

Основным препятствием на пути более широкого использования ТВ приборов в быту является их высокая цена, определяемая в основном стоимостью матричного датчика, которая сильно зависит от количества пикселей в его матрице. Поэтому неслучайно в тепловизорах бытового назначения используются датчики с низким разрешением (от 60×60 до 120×120 пикселей), возможности которых сильно ограничены.

Одним из методов повышения качества таких приборов при сохранении низкой цены является обработки сигнала датчика с помощью микропроцессора, целью которой является повышение формата конечного изображения термограммы на экране устройства отображения.

Для бюджетного устройства целесообразно использовать такие датчики как Panasonic Grid-EYE. Массив чувствительных элементов подобных датчиков имеет размерность 8×8. Каждая ячейка состоит из нескольких термопар, горячий спай которых соединен с тонкой мембраной, поглощающей ИК излучение.

Выходной сигнал ячейки определяется суммарной энергией потока излучения на площади этой ячейки. В силу этого светочувствительная матрица датчика формирует из реальной тепловой картинки с непрерывным распределением температуры дискретное изображение.

В докладе приведены уровни сигналов в соседних ячейках матрицы при реальном распределении температуры, справедливые для всех соседних ячеек: как по вертикали, горизонтали, так и по диагонали.

В качестве дисплея тепловизора могут применяться ЖК матрицы различного разрешения – от 128×128 до 320×240. Чтобы сформировать на экране изображение, удобное для визуализации необходимо преобразовать матрицу 8×8 в матрицу большей размерности. Конкретный размер будет зависеть от параметров применяемого экрана. При таком масштабировании в матрице изображения появляются пустые пиксели. Они заполняются при помощи интерполяции. Порядок интерполяционного полинома зависит от конечного размера изображения и может быть подобран опытным путем.

В докладе показана схема одного из возможных алгоритмов линейной интерполяции. Массив изображения датчика разбит на участки размером 2×2. Центр исходной ячейки принимается за узел интерполяции. Вычисляются две разности $\Delta_1=S_{11}-S_{22}$ и $\Delta_2=S_{12}-S_{21}$. Используя эти разности, вычисляются значения сигнала в восьми точках, лежащих на диагоналях матрицы. Значения в остальных восьми точках вычисляются аналогично, используя в качестве узлов интерполяции значения сигнала в других точках.

1. <http://www.rusgeocom.ru/primenenie-teplovizora>

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА ИНКУБАТОРА

Арзамасский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время на рынке представлено много программных продуктов, предоставляющих пользователю возможности моделирования работы электрических схем РЭС. Однако большинство из них ограничивается обработкой узлов малой сложности, состоящих из пассивных элементов. Это происходит как из-за выбора неоптимальных алгоритмов работы, что приводит к значительному потреблению ресурсов ПК, так и вследствие отсутствия в базах программы информации о параметрах радиоэлементов. В свою очередь, это сказывается на востребованности этих программных продуктов разработчиками РЭС [1].

Среди представленных на рынке САПР этого типа можно выделить Altium Designer - систему автоматизированного проектирования от разработчиков P-CAD, предоставляющую широчайшие возможности по созданию электронных устройств. Состав программного пакета Altium Designer включает весь необходимый набор инструментов для создания, редактирования и правки работ на основе электрических и программируемых интегральных схем. Принципиальная схема моделируемого устройства создается с помощью схемного редактора Altium Designer. При выборе режима моделирования данные о принципиальной схеме (в виде списка соединений) автоматически передаются в модуль Mixed SIM для составления задания на моделирование, собственно моделирования и просмотра его результатов. Основной проблемой при моделировании является разработка моделей радиоэлементов, особенно отечественных, поскольку точность построения модели определяет адекватность моделирования [2].

Основным элементом схемы электронного блока инкубатора является микроконтроллер ATmega8L-8PU, управляющий нагревателями и шаговым двигателем, а также формирующий выводимую на экран информацию о текущих условиях внутри инкубатора. Моделирование его работы связано с корректным программированием модели и представляет собой отдельную задачу, которая, в настоящий момент решается авторами. В то же время, было успешно проведено моделирование таких узлов электрической схемы, как источник вторичного питания, узел управления исполнительными устройствами и входные цепи устройства.

При моделировании электрической схемы фиксировались следующие параметры: мощность, рассеиваемая на резисторах, напряжение заряда конденсаторов, токи, протекающие через открытые транзисторы и диоды, а также напряжения на закрытых активных элементах. Полученные результаты показали правильность расчета электрической схемы, а также принципиальную возможность работы проектируемого устройства в заданном режиме.

Библиографический список

1. **Антипенский, Р.В.** Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р.В. Антипенский, А.Г. Фадин. - М.: Техносфера, 2007. - 127 с.
2. **Сабунин, А.Е.** Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. - Солон-Пресс, 2013.

ПЛЕНОЧНЫЕ ПОГЛОЩАЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВЧ и СВЧ АТТЕНУАТОРОВ С УЛУЧШЕННЫМИ МОЩНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пленочные поглощающие элементы (ПЭ) выполняют функции аттенуаторов и широко используются для измерения и калиброванного ослабления мощности радиосигналов, взаимной развязки элементов трактов и уменьшения вносимых ими отражений, расширения пределов измерений и повышения чувствительности всех классов радиоизмерительных приборов. Для построения таких аттенуаторов широко используются пленочные поглощающие элементы (ПЭ) различной топологии на основе распределенных резистивных структур, отличающиеся от ПЭ с дискретными пленочными резисторами большей широкополосностью и температурной стабильностью, меньшей чувствительностью к точечным дефектам и неоднородностям, разбросу технологических параметров, большей устойчивостью к импульсным и температурным воздействиям.

Повышение мощностных характеристик требует оптимизации топологий ПЭ для обеспечения более равномерного распределения плотности тока и выделяющейся мощности по поверхности резистивной пленки, снижения градиента потенциала вблизи входного контакта по методике, используемой в гидродинамике [1].

В связи с интенсивным развитием технологии автоматизированного поверхностного монтажа и быстрым уменьшением габаритных размеров используемых чип-элементов возникает необходимость проектирования ПЭ широкого диапазона ослаблений в малых габаритах ($\approx 0,85 \times 0,85 \times 0,17$ мм). Отличительная особенность таких ПЭ - наличие охватывающих контактов на противоположных сторонах подложки [2].

Известные топологии пленочных ПЭ, разработанные ранее для построения волноводных, коаксиальных и полосковых аттенуаторов, оказываются малоприспособными для поверхностного монтажа в силу существенного усложнения технологического процесса изготовления. Имеющаяся топология ПЭ для поверхностного монтажа обладает рядом недостатков, прежде всего - неравномерным распределением плотности тока и мощности. Наиболее нагруженной является область вблизи входного контакта, где при повышении мощности происходит выгорание резистивного слоя и выход ПЭ из строя.

Проведена оптимизация топологии ПЭ, показаны количественные результаты оптимизации, полученные численным методом конечных элементов в программном комплексе Elcut. Приводятся графики распределения плотности тока, мощности и градиента потенциала, результаты расчета ослабления и входного/выходного сопротивлений имеющейся и оптимизированной топологий. Оптимальный профиль (близкий к эллипсу) аппроксимирован, для упрощения топологии ПЭ, частью окружности.

С уменьшением габаритов ПЭ возникает проблема реализации требуемого диапазона ослаблений. Для малогабаритных ПЭ предложены топологии с однородной и кусочно-однородной резистивной пленкой, обеспечивающие весь необходимый диапазон ослаблений. Проведен расчет оптимизированных малогабаритных ПЭ, приведены графики зависимостей выходных параметров ПЭ – ослабления и входного/выходного сопротивлений от геометрических размеров и удельных поверхностных сопротивлений резистивных пленок.

Библиографический список

1. Полубаринова - Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. - М.: Гос. изд-во техн. - теор. литературы, 1958. - 678 с.
2. Чижиков С.В. Анализ тенденций развития чип-резистивных СВЧ-аттенуаторов // Успехи современной радиоэлектроники, 2017, № 8, с. 36 - 42.

**ОБОБЩЕННАЯ ТОПОЛОГИЯ ПЛЕНОЧНЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ
ВЧ И СВЧ АТТЕНУАТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Волноводные, коаксиальные и микрополосковые аттенуаторы широко используются для измерения и калиброванного ослабления мощности радиосигналов, взаимной развязки элементов трактов и уменьшения вносимых ими отражений, измерения направленности, S-параметров СВЧ устройств, для формирования диаграмм направленности фазированных антенных решеток, для расширения пределов измерений и повышения чувствительности всех классов измерительных приборов [1].

Для построения таких аттенуаторов широко используются пленочные поглощающие элементы (ПЭ) различной топологии на основе распределенных резистивных структур, отличающиеся от ПЭ с дискретными пленочными резисторами большей широкополосностью и температурной стабильностью, меньшей чувствительностью к точечным дефектам и неоднородностям, разбросу технологических параметров, большей устойчивостью к импульсным и температурным воздействиям, надежностью [2, 3]. Такие ПЭ в наибольшей степени удовлетворяют современным требованиям.

Для реализации всего необходимого диапазона ослаблений используются различные симметричные и несимметричные топологии ПЭ прямоугольной и сложной топологии как с однородной, так и кусочно-однородной пленкой [4,5]. Еще большее разнообразие топологий имеет место при построении чип-аттенуаторов для поверхностного монтажа с охватывающими контактами в условиях постоянного уменьшения габаритов ПЭ [6].

В работе предлагается обобщенная топология ПЭ аттенуаторов ВЧ и СВЧ диапазонов, из которой в качестве частных случаев получаются все известные и ряд новых топологий ПЭ.

Предложенная топология представляет собой прямоугольник с двумя расположенными с одной стороны симметричными вырезами. Изменяя положение вырезов (перемещая их на самый край прямоугольника, совмещая друг с другом и т.п.), располагая произвольным образом входной, выходной и заземленный контакты, используя принцип симметрии и инверсию граничных условий, можно получить как частные случаи все множество используемых топологий.

Предлагается методика расчета и моделирования обобщенной топологии и автоматически вытекающих из нее частных случаев.

Рассматриваются топологии ПЭ, оптимизирующие распределение плотности тока, градиента потенциала и плотности мощности по поверхности подложки и реализующие требуемый диапазон ослаблений на основе кусочно-однородных и однородных резистивных пленок.

Библиографический список

1. **Львов А.Е.**, Рудоясова Л.Г., Шишков Г.И., Щербаков В.В. Тонкопленочные полосковые аттенуаторы // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2014, № 5, с. 40 – 46.
2. **Шишков Г.И.** Широкополосные фиксированные аттенуаторы // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2011, № 1, с. 110 – 114
3. **Чижиков С.В.** Анализ тенденций развития чип-резистивных СВЧ-аттенуаторов // Успехи современной радиоэлектроники, 2017, № 8, с. 36 - 42.
4. **Садков В.Д.**, Фомина К.С. Поглощающие элементы для реализации широкого диапазона ослаблений // Нано- и микросистемная техника, 2017, т. 19, № 4, с. 238 – 243.
5. **Садков В.Д.**, Фомина К.С., Пилькевич А.В. Поглощающие элементы на основе однородной резистивной пленки для реализации широкого диапазона ослаблений мощности радиосигналов // Известия вузов. Электроника, 2018, № 5, с. 477 – 485.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЛЕНОЧНЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЧИП-АТТЕНЮАТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Чип-аттенюаторы в исполнении для микрополосковых трактов и поверхностного монтажа являются необходимыми узлами всех радиоприемных, телевизионных и измерительных устройств [1].

Для построения таких аттенюаторов широко используются пленочные поглощающие элементы (ПЭ) различной топологии на основе распределенных резистивных структур, отличающиеся от ПЭ с дискретными пленочными резисторами (по Т - или П-схемам) большей широкополосностью и температурной стабильностью, меньшей чувствительностью к точечным дефектам и неоднородностям, разбросу технологических параметров, большей устойчивостью к импульсным и температурным воздействиям, большей надежностью [2].

Для реализации требуемого диапазона ослаблений в микрополосковом варианте используют, как правило, ПЭ прямоугольной (большие и средние ослабления), Т-образной (средние и малые ослабления) и ПЭ с кусочно-однородной пленкой (малые и очень малые ослабления).

Предложена топология и методика расчета ПЭ, позволяющих реализовать весь диапазон ослаблений на базе однородной пленки с прямоугольным вырезом или контактом в центре ПЭ.

Задача проектирования ПЭ не может считаться законченной без оценки требуемой точности воспроизведения найденных в результате расчета или моделирования геометрических размеров и удельного поверхностного сопротивления резистивной пленки. Под точностью понимается степень соответствия параметра заданному значению. Количественно она характеризуется предельными отклонениями параметра. Анализ точности должен выявить вариант топологии ПЭ с минимальной чувствительностью выходных параметров к отклонению конструктивных параметров.

При наличии аналитических соотношений для входного сопротивления $R_{вх}$ и затухания q этот анализ сводится к анализу чувствительности, т.е. к анализу отношения относительного приращения $R_{вх}$ или q к относительному приращению параметров (геометрических размеров и удельного поверхностного сопротивления) и получению аналитических зависимостей $R_{вх}$ и q от всех параметров ПЭ.

При моделировании с использованием программных продуктов задача также заключается в определении коэффициентов чувствительности путем поочередного варьирования каждого из параметров в компьютерной модели и последующей аппроксимации.

Такие задачи для предложенной топологии ПЭ были решены в настоящей работе. Получены соотношения, характеризующие влияние всех параметров ПЭ на его выходные характеристики. Задача моделирования решалась с использованием программного комплекса Elcut.

Проведенный анализ позволил установить требования к точности проведения технологических операций по заданным допускам на параметры ПЭ чип - аттенюатора, определяет целесообразность коррекций технологических погрешностей, проводимой, как правило, с помощью лазерной установки.

-
1. **Чижиков С.В.** Анализ тенденций развития чип-резистивных СВЧ-аттенюаторов // Успехи современной радиоэлектроники, 2017, № 8, с. 36 - 42.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИОПРИЕМНОГО МОДУЛЯ

Арзамасский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Схемотехническое моделирование – важный этап проектирования многих изделий электронной техники (ИЭТ): цифровых и аналоговых интегральных схем (ИС), электронных схем разной степени сложности, реализованных на дискретных элементах, блоков радиоаппаратуры и электронных изделий в целом. Программы схемотехнического моделирования, развитие которых началось в 60-х годах XX века, достигли в настоящее время высокого уровня совершенства. При этом они, как правило, входят в состав высокоинтегрированных систем автоматизированного проектирования (САПР) [1].

Радиоприемный модуль является чисто аналоговым устройством, поэтому при его моделировании может возникнуть только вопрос доступности моделей конкретных микросхем для данного программного продукта.

С целью выбора САПР для моделирования схемы радиоприемного модуля был проведен сравнительный анализ наиболее известных на данный момент программных пакетов, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика средств САПР

Параметр	Altium Designer	SimOne	Electronics Workbench
наличие обновляемых баз электронных компонентов	+	+	-
требовательность к ресурсам ПК	-	-	+
точность и достоверность формирования результата	+	нет данных	+
наличие поддержки производителем	+	+	-
наличие русскоязычного интерфейса	+/-	+/-	-
наличие документации на русском языке	+	+	+
возможность трассировки печатной платы	+	-	в стороннем приложении

На данный момент, самыми обширными базами компонентов обладает САПР Altium Designer [2], поэтому для моделирования схемы радиоприемного модуля было решено использовать именно его.

Библиографический список

1. **Антипенский, Р.В.** Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р.В. Антипенский, А.Г. Фадин. - М.: Техносфера, 2007. - 127 с.
2. **Сабунин, А.Е.** Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. Солон-Пресс, 2013.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОНАГРУЖЕННОГО БРЭС ЛА ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ

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

Эксплуатация любого бортового радиоэлектронного средства (БРЭС) характеризуется воздействием на них совокупности жестких внешних факторов, которые действуют одновременно, что может приводить к отказам системного характера. Такие отказы трудно выявить при испытаниях, так как нет стендов, которые позволяли бы комплексно воспроизвести одновременно электрические процессы функционирования, сопутствующие тепловые воздействия. Проблема осложняется тем, что современные бортовые РЭС включают в себя сложные микроэлектронные изделия, обладающие определенными физико-технологическими особенностями, которые также должны быть учтены при комплексном математическом моделировании. Так как БРЭС применяется в летательных аппаратах, то к нему предъявляются жесткие требования по надежности и долговечности.

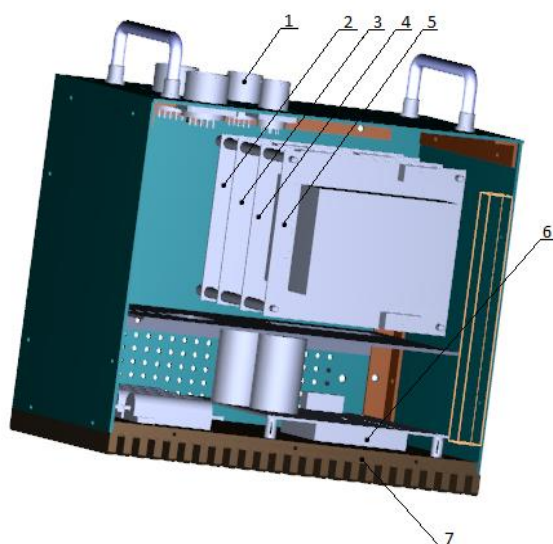


Рис. 1. Модель блока БРЭС,
где: 1 – электрические соединители,
2 – модуль источника питания, 3 – модуль процессора, 4 – плата датчиков, 5 – плата интерфейса, 6 – модуль инвертора, 7- радиатор.

Бортовое радиоэлектронное средство представляет собой блок управления электроприводом, который состоит из пяти модулей. Задача выполнения БРЭС своих функций осложняется тем, что оно работает в условиях плотной упаковки модулей при наличии мощных источников тепла. Значительную тепловую нагрузку несет модуль инвертора, который предназначен для управления мощной нагрузкой, в частности электродвигателями. Модуль расположен на задней стенке БРЭС и представляет собой сборку силовых транзисторов с цепями управления и защит. Для решения поставленной задачи была построена 3D-модель БРЭС, которая представлена на рисунке 1.

Расчеты производились с помощью САПР Ansis. В ходе работы в модель был добавлен радиатор, что позволило повысить надежность устройства.

На основе результатов расчетов можно сделать вывод о том, что разработанная модель БРЭС соответствует повышенным требованиям надежности и долговечности.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЛОКА ЗАЩИТЫ НАГРУЗКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Арзамасский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Проектируемое устройство предназначено для контроля напряжения блока питания, отключения напряжения в случае его превышения заданного значения, а также для подачи звукового и светового сигнала и вывода соответствующей информации на индикатор. Элементы схемы питаются от напряжений 5 В и 12 В. Устройство может использоваться совместно с лабораторными блоками питания или в бытовых условиях.

Основу схемы блока составляет микроконтроллер, широкое распространение которых позволяет создавать устройства с различными функциональными возможностями, закладываемыми на программном, а не на аппаратном уровне, что ускоряет процесс проектирования радиоэлектронных устройств.

В то же время, разработка, модернизация и внедрение в производство новых изделий сопряжено с затратами предприятия на изготовление опытных образцов и их тестирование. В случае, если схема устройства была спроектирована неверно, фатальные отказы опытных образцов будут приводить к росту затрат на опытно-конструкторские разработки и, как следствие, увеличению себестоимости готового изделия. Свести такой риск к минимуму можно путем применения на этапе проектирования электронного устройства средств САПР, обладающих возможностью моделирования работы электрической схемы [1].

Для получения объективной информации о параметрах и режимах работы элементов схемы блока защиты нагрузки было принято решение провести расчет режимов работы при максимальной нагрузке радиоэлементов, а затем проверить его с помощью САПР, обладающей возможностями схемотехнического моделирования.

Среди наиболее часто используемых средств САПР, позволяющих моделировать электрические режимы элементов, можно отметить такие как Altium Designer, Electronics Workbench и, набирающий популярность продукт отечественной разработки SimOne.

Electronics Workbench, хоть и обладает достаточной для моделирования электрической схемы функциональностью, но более не поддерживается производителем.

Пакет SimOne во многом схож по характеристикам с Altium Designer. Тем не менее, программный продукт является узко специализированным, предъявляет высокие требования к характеристикам ПК и, несмотря на заявления разработчиков, имеет не полностью русскоязычный интерфейс.

Altium Designer является комплексным пакетом для разработки РЭС. Файлы программы легко конвертируются в форматы сторонних приложений, а интерфейс интуитивно понятен. Поэтому, исходя из проведенного анализа возможностей перечисленных программных пакетов, для моделирования схемы блока защиты нагрузки было решено применить САПР Altium Designer.

Библиографический список

1. **Антипенский, Р.В.** Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р.В. Антипенский, А.Г. Фадин. - М.: Техносфера, 2007. - 127 с.
2. **Сабунин, А.Е.** Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. Солон-Пресс, 2013.

ВЛИЯНИЕ САМОРАЗОГРЕВА НА ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛЕНОЧНОГО ПОГЛОЩАЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Волноводные, коаксиальные и микрополосковые аттенуаторы являются необходимыми узлами всех радиоприемных, телевизионных и измерительных устройств.

Для построения таких аттенуаторов широко используются пленочные поглощающие элементы (ПЭ) различной топологии на основе распределенных резистивных структур, отличающиеся от ПЭ с дискретными пленочными резисторами большей широкополосностью, меньшей чувствительностью к точечным дефектам и неоднородностям, разбросу технологических параметров, большей устойчивостью к импульсным и температурным воздействиям, надежностью.

Исследования отмечают неравномерное распределение выделяющейся мощности и температуры по поверхности ПЭ. С учетом зависимости удельного поверхностного сопротивления резистивной пленки ρ от температуры это приводит к изменениям параметров ПЭ - входного и выходного сопротивлений и ослабления.

Известные в литературе исследования по этому вопросу заканчивались анализом распределения температуры в резистивной пленке [1]. При этом не учитывались размеры, толщины и теплопроводность материалов контактов, малое тепловое сопротивление заземленных контактов относительно теплоотвода. Не учитывалась и зависимость удельного сопротивления материала резистивной пленки от температуры. Все это приводило к существенным погрешностям не только в величинах, но и в характере распределения температуры по поверхности резистивной пленки.

В настоящей работе с учетом всех перечисленных выше факторов получено не только распределение температуры и удельного сопротивления, но и выявлено изменение выходных параметров (входного сопротивления и ослабления) ПЭ вследствие саморазогрева. Исследуемые ПЭ имеют планарные выводы, подложку толщиной $\ell = 1, 0,5, 0,25, 0,127$ мм из поликора, нитрида алюминия с или без слоя алмаза толщиной 80-100 мкм и в полосковом варианте напаиваются (ПОС - 61 толщиной ≈ 10 мкм) на медный теплоотвод. Минимальные размеры площадки - $0,85 \times 0,85$ мм².

Зависимость удельного поверхностного сопротивления ρ_{ij} любой подобласти от температуры задается формулой $\rho_{ij} = \rho_{ij0}[1 + \alpha(T_{ij} - T_0)]$,

где ρ_{ij0} - удельное поверхностное сопротивление при температуре теплоотвода $T_0 = 25$ °С;

T - текущая температура; $\alpha = \beta \cdot 10^{-5} + \gamma \cdot 10^{-8} T^2$ - температурный коэффициент ρ .

Для используемых материалов пленок $1 \leq \beta \leq 10$, $1 \leq \gamma \leq 20$.

Для анализа в стационарном режиме требуется решение трехмерной задачи с учетом условий посадки ПЭ и зависимости удельного поверхностного сопротивления пленки ρ от температуры. 3D-модель ПЭ выполнена в программе AutoCAD 2017 и экспортирована в формате IGS для теплового расчета в программе Autodesk CFD 2018. Приведены результаты моделирования ПЭ габаритов $1 \times 1 \times 0,5$ мм большого и малого ослабления (распределение температуры, удельного сопротивления, изменение входного сопротивления и ослабления в результате саморазогрева).

-
1. Моругин С.Л., Садков В.Д., Уткин В.Н. Анализ теплового режима и частотных характеристик тонкопленочных аттенуаторов ВЧ и СВЧ диапазонов // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Радиоп физика, 2007, № 6, с. 34-39.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИМИТАТОРА РУЛЕВЫХ АГРЕГАТОВ

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

Целью работы является разработка имитатора рулевых агрегатов (ИРА) на современной элементной базе с сохранением математической функции прототипа. Имитатор относится к лабораторному оборудованию и имитирует перемещение рулевых агрегатов ракеты относительно исходного положения

Структурная схема прототипа, спроектированного еще в 70-е годы, представлена на рис. 1. Его элементная база в основном электромеханическая: электродвигатели, реле, потенциометры, которые имеют низкую надежность. При проектировании динамических характеристик имитатора необходимо учесть инерцию рулевых агрегатов (в прототипе инерционность обеспечивается регулировкой крутизны двигателя).

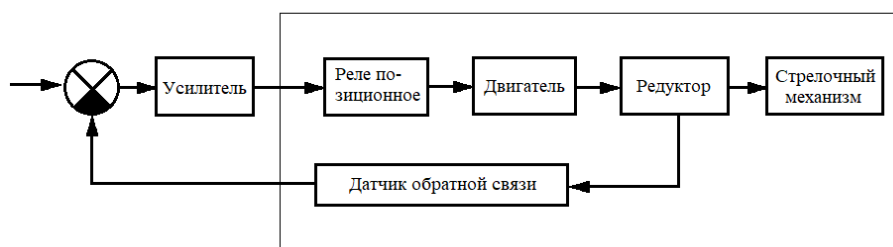


Рис. 1. Структурная схема прототипа ИРА

Во вновь разрабатываемом имитаторе регулировка крутизны обеспечивается за счет реверсивного счетчика (рис.2), принцип которого заключается в том, что при поступлении сигнала на вход счетчик считает сначала каждый пятнадцатый, потом двенадцатый, девятый и т.д. импульсы. Данная функция реализуется программно, из-за чего возникла необходимость в использовании микроконтроллера.



Рис. 2. Структурная схема ИРА

В качестве гальванической развязки используется оптопара с логическим выходом. Узел сравнения выполнен на основе компаратора, который сравнивает входной сигнал с опорным. Модернизированный блок имеет низкую трудоемкость изготовления, меньшее время проведения контрольных проверок, что позволяет уменьшить его себестоимость при улучшении качественных показателей изделия в целом.

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ТЕПЛОВЫХ РАСЧЕТОВ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ ANSYS

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

В современном мире производство печатных плат становится все более сложным и дорогим. Важно учесть множество факторов при проектировании нового изделия. Одним из наиболее важных аспектов является тепловое распределение. При неправильном расчете теплового режима элементы на печатной плате быстро начнут выходить из строя.

При расчете теплового режима на этапе проектирования используются специализированные программные средства. Одним из самых популярных является Ansys. При проведении теплового моделирования в данной программе чаще всего используется среда Iserack.

Iserack имеет большое число готовых математических моделей электронных компонентов. Они бывают двух видов: детализированные и компактные. Детализированные математические модели отражают полную геометрическую структуру компонентов. Компактные, при самой низкой точности моделирования, могут быть представлены в виде блоков, отражающих габаритные размеры объекта, с минимумом информации о самом элементе.

Возможности Iserack для теплового анализа печатных плат обширны. Так, можно представить плату как пустотелую модель с информацией о теплопроводности верхнего и нижнего слоя платы. Но возможно осуществить расчет каждого слоя печатной платы с указанием рассеиваемой мощности с каждой поверхности, толщины и материала проводников и т.д.

Для моделирования печатной платы в среде Ansys Iserack требуется подготовить ее схему. Сделать это можно непосредственно в самой среде моделирования, но удобнее использовать специализированные программы вроде Altium Designer. Экспортировать данные готовой схемы из Altium Designer лучше всего в двух форматах: EDF и ODB++.

Следующим шагом является задание условий моделирования: создание расчетной сетки и описание внешних воздействий. В нашем случае, одна сторона платы находится под воздействием теплового потока, а вторая содержится в нормальных условиях при температуре 20 градусов.

В результате моделирования мы выяснили, что с той стороны платы, с которой идет воздействие теплового потока, максимальная температура достигает 40,89 °С. Сильнее всего нагреваются некоторые реле и высокочастотный конденсатор. С другой стороны платы, на которой отсутствуют элементы и воздействие неблагоприятных условий, температура практически не изменилась и равна 20 °С.

При выполнении моделирования в Ansys Iserack мы могли наметить контрольные точки для проведения замеров температуры. С помощью пирометра мы измерили температуру на этих участках. На конденсаторе, перегрев которого мы наблюдали, температура достигла 38,7 °С, что немного ниже результатов моделирования. Реле разогрелись до 29,8 °С и 27,9 °С, что соответствует полученным результатам. Неразогретые участки показывали незначительные отклонения от вычисленных значений.

В итоге мы выяснили, что Ansys Iserack обеспечивает достаточно точные результаты моделирования тепловых режимов. Незначительные отклонения от полученных данных свидетельствуют лишь о небольшой разнице в воздействии внешних факторов. Из 15 контрольных точек, обозначенных нами, 13 показали совпадение значений измеренной и вычисленной температур.

УДК 004.5

БАРАНОВ Д.В.

ПОДХОД К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ САМООБУЧЕНИЯ ДЛЯ НАСТРОЙКИ ВЕРОЯТНОСТНОЙ МОДЕЛИ КОНТРОЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМАНДАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из новых отраслей применения информационных технологий являются распределенные команды. Для решения ряда задач, не предусматривающих обязательного личного контакта, например, верстки изданий, разработки программного обеспечения, обработки мультимедийных файлов и т.д. такая форма организации производственного процесса вполне эффективна, т.к. снижает затраты на транспортные и временные задержки и дает больше свободы в организации своего рабочего места.

В то же время, внедрение распределенных команд несет определенные риски для решения поставленных задач. Например, руководителю проекта трудно оценить способность нового кандидата справиться с заданием. Тестирование кандидата частично решает эту проблему. Предлагается вероятностная модель для оценки выполнения заданий. Хорошо известная модель Г. Раша имеет вид

$$P(\theta, \beta) = \frac{e^{(\theta - \beta)}}{1 + e^{(\theta - \beta)}},$$

где β – сложность задания, θ – подготовленность выполняющего задание. Существуют также различные варианты этой модели с учетом зависимости от времени, а также дополнительных параметров.

Например, необходимо определить влияние на экспоненциальную кривую параметров T – обязательного времени и t – текущего времени исполнения задания. Предположим, что для этого следует функционально связать θ с t и T , установить функциональную зависимость $\theta(t, T)$:

$$\theta = w(t - T) + \theta_0,$$

где w – весовой коэффициент, θ_0 – начальная компетенция. Данная формула является упрощенной, и по мере накопления эмпирического материала возможно усложнение, добавление новых коэффициентов и параметров.

Внесем исправления в формулу вероятностной зависимости Раша:

$$P(\theta, \beta) = \frac{e^{(\theta - \beta)}}{1 + e^{(\theta - \beta)}}.$$

Тогда постановка задачи самообучения будет выглядеть как оценка весового коэффициента w , направленная на минимизацию разницы модулей $P(\theta(t, T), \beta)$ и эмпирической кривой апостериорных значений результативности выполнения заданий $F(\theta(t, T), \beta)$.

Рассмотрены разные подходы машинного обучения для реализации процедуры самообучения с их достоинствами и недостатками. Например, алгоритмы, основанные на деревьях принятия решений. Среди их плюсов можно отметить простоту, но они бинарны, а мы используем нечеткую систему оценки параметров. Генетические алгоритмы подходят к некоторым особенностям функционирования виртуальных организаций (отбор особей похож на

выбор кандидатов), но не приспособлены к вероятностному моделированию, т.е. слабо учитывается вероятностный характер. Классификация и кластеризация могут быть применены (т.к. далеко не всегда используется какой-либо анализ эффективности, а сотрудник берется или отвергается), но недостаточно развит вероятностный аппарат. Предложена многослойная модель самообучения, где каждый слой заключает в себя специфику работы на этапе оценке компетенций потенциального сотрудника предприятия.

УДК 004.9:324

ВАСИЛЬЕВА Л.А., ЕГОРОВ Ю.С.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ДАКТИЛЬНОЙ АЗБУКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Адаптация людей с проблемами слуха и речи к жизни современного общества является важной задачей, достижению которой могут помочь новые технологии в сфере распознавания жестов. Согласно статистике Всемирной организации здравоохранения в мире 360 миллионов человек страдают от инвалидизирующей потери слуха, из них 32 миллиона детей – что составляет более 5% от 7 млрд. человек от общего числа населения.

Жесты руками описываются через положение рук, направление движения, форму и направление кистей рук. Таким образом, возможность определения формы и положения кистей рук является очень важной задачей в контексте распознавания жестового языка, которая на данный момент полностью не решена [1].

В отличие от существующих программно-технических решений (информационные перчатки, браслеты, считывание с видео-камеры) для автоматического распознавания дактильных знаков предлагается использовать продукт, направленный в первую очередь на обучение. Система будет подсказывать пользователю, что знак показан некорректно, а также оказывать поддержку при обучении.

Таким образом, система автоматического распознавания дактильных знаков, используя оцифрованные данные с датчика захвата движения рук LeapMotion, позволит модулю обработки данных (МОД) сопоставлять дактилемы со знаками, содержащимися в заранее подготовленных библиотеках. В случае, если знак показан корректно, но система позволяет продолжить обучение дальше и изучать следующий знак. В противоположном случае, система подсказывает как именно нужно показать данный дактиль и приостанавливает обучение до тех пор, пока он не будет показан правильно. После сохранения полученного результата в базе данных, система передает результат модулю визуализации данных (МВД) и показывает на экран пользователю целые слова и предложения на естественном языке.

Такая система должна обладать возможностью самообучения. На основе начальных знаний будут формироваться начальные модели, которые можно применить для моделирования дактилем. Траектория обучения – последовательность действий, которые необходимо выполнить пользователю, чтобы корректно показывать дактильные знаки

Разработанный продукт возможно использовать в рамках социальной сферы, в частности, социальной работы. Основные группы потребителей могут составить: специализированные учреждения социальной сферы; здоровые люди, желающие обучиться дактильной азбуке; слабослышащие и глухонемые люди.

Автоматическое распознавание знаков русской дактильной азбуки с использованием технологий дополненной реальности позволит расширить возможности коммуникации глухонемых людей с окружающим миром.

Работа выполняется за счет средств гранта Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор №13954ГУ/2019 от 24.04.2019 г.).

1. **Дорофеев Н.С.**, Розалиев В.Л., Орлова Ю.А., Солошенко А.Н. Система распознавания дактильных жестов русского языка глухих // Известия ВолгГТУ. 2013. № 14 (117).С. 42-45.

УДК 004.021

ДЫДЕНКОВА А.С., СИДОРОВА Е.В.

ПРИМЕНЕНИЕ «МУРАВЬИНОГО АЛГОРИТМА» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭТАПОВ ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Календарное планирование является одной из значимых и востребованных задач управления и современного производства во многих организациях. Благодаря решению данного вопроса можно решить огромный спектр задач, предусмотреть большинство факторов: денежные затраты, необходимое оборудование и контроль его состояния, человеческие ресурсы.

Эффективное проектирование многостадийных систем - это задача из класса NP-трудных, для ее решения практикуют различные эвристические методы, один из которых – муравьиный алгоритм. Эвристические имитационные алгоритмы принадлежат к мультиагентным методам, которые позволяют моделировать поведение колоний агентов (муравьев), взаимодействующих с помощью выделяемого ими феромона.

Задача оперативно-календарного планирования (JSP) является основой для принятия решений. Все принятые решения будут выражаться в составленном графике, учитывающий начало и конец деятельности, все задействованные средства. Для календарного планирования производственный процесс разделяется на технологические этапы. При последовательном выполнении этапов предусматривается строгая упорядоченность маршрута. Также время прохождения этапа должно зависеть от времени выполнения предыдущих этапов. Особенность поставленной задачи есть необходимость нахождения множества способов для получения оптимального результата.

Алгоритм решения данной задачи с помощью муравьиного алгоритма будет следующий:

- 1) Изобразить в виде графа со всеми состояниями и переходами.
- 2) Установить правила изменения феромона.
- 3) Разработать эвристику для определения преимущества дуги в графе.
- 4) Выработать эвристику поведения муравья.
- 5) С учетом ограничений задачи определить контроль потенциального решения.
- 6) Обозначить первейшие параметры муравьиного алгоритма.

К вопросу календарного планирования можно составить следующий граф. Вершины – этапы работы, ребра – время ожидания перехода к следующему этапу. В зависимости от выбора критериев оптимизации эвристическая информация может быть различной, поэтому расчет расстояния между вершинами графа может отличаться. Если минимизировать время этапа, то необходимо учитывать только время перехода.

Вероятность перехода на следующий этап изображена на формуле 1, где α – концентрация феромона, β – значимость выбранной эвристики, τ_{ij} - концентрация феромона на дуге, $J_{i,k}$ - множество доступных для посещения вершин (оборудование и средства, нужные для следующего этапа).

$$\begin{cases} P_{ij,k}(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in J_{i,k}} [\tau_{il}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{il}]^\beta}, j \in J_{i,k}; \\ P_{ij,k}(t) = 0, j \notin J_{i,k}; \end{cases} \quad (1)$$

Таким образом, для составления календарного плана можно использовать муравьиный алгоритм, который может помочь оптимизировать производство.

1. **Норенков И.П.** Методы оптимизации в задачах концептуального проектирования и логистики. // Информационные технологии. 2013. №9. С. 9–14

УДК 004.738.2

ЕГОРОВ Ю.С., ГЛУМОВА Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДХОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТАВКИ СООБЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ БПЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

FANET (англ. FlyingAdHocNetwork) является новой формой сети MANET (англ. MobileAdHocNetwork), в которой узлами являются БПЛА. Системы с одним БПЛА не могут формировать сеть FANET, которая действительна только для систем мульти-БПЛА. Связь между БПЛА должна создать специальную самоорганизующуюся (ad-hoc) сеть для образования FANET. В таких сетях каждый узел может выполнять функции маршрутизатора и принимать участие в ретрансляции пакетов данных, что и используется при групповом движении БПЛА.

Взаимодействие между узлами осуществляется за счет обмена сообщениями о собственном положении, положении находящихся рядом «соседей» и некоторых других параметрах (например, скорость, спрогнозированные координаты). Причем информация должна поступать «во всех направлениях», чтобы при необходимости система могла принять решение о замене какого-либо БПЛА, смене маршрута и пр.

Эффективность взаимодействия узлов FANET определяется возможностями сетевого уровня, который в частности отвечает за маршрутизацию сообщений. Протоколы маршрутизации должны обладать следующими качествами:

1. Быть распределенными. Все узлы в сети должны быть способны осуществлять маршрутизацию и не иметь жестко закрепленных за собой функций.
2. Обеспечивать надежную доставку пакетов в условиях постоянно изменяющейся топологии сети, когда использование классических механизмов гарантированной доставки затруднено.
3. Обеспечивать малое время построения маршрута в условиях постоянно изменяющейся топологии сети.
4. Обладать механизмами оперативного обнаружения разрыва маршрута и его восстановления.
5. Не допускать образования петель в маршрутах.
6. Рассылать при функционировании как можно меньший объем служебной информации.
7. Обладать высокой масштабируемостью, т.е. обеспечивать высокую производительность сети при различных ее размерах.
8. Поддерживать технологию QoS (англ. qualityofservice) [2].

Также при организации доставки сообщений учитываются такие общие параметры сети: модель канального уровня; рабочий частотный диапазон; мощность передатчиков каждого узла; чувствительность приемников каждого узла; модель распространения сигнала; скорость перемещения узлов; размер сети; число узлов в сети.

Для моделирования может использоваться программный симулятор сетей ns2, широко применяемый для разработки протоколов маршрутизации в мобильных Ad-Hoc-сетях. Моделирование процесса доставки сообщений позволит выявить параметры, влияющие на эффективность взаимодействия узлов в группе БПЛА.

Библиографический список

1. **Леонов А.В.**, Чаплышкин В.А. Сети FANET // ОНВ. 2015. №3 (143).
2. **Винокуров В.М.**, Пуговкин А.В., Пшенников А.А., Ушарова Д.Н., Филатов А.С. Маршрутизация в беспроводных мобильных Adhoc-сетях // Доклады ТУСУР. 2010. №2-1 (22).

УДК 519.68

МАРТЫНЮК М.В.

КОРРЕКТИРОВКА СИМВОЛЬНЫХ СТРОК ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные системы электроэнергетики требуют современных подходов в управлении системами электроснабжения. Данная работа посвящена решению задачи управления характеристиками управляющих устройств (ТРВДН). Управляемыми характеристиками выступают напряжение на выходе $U_{\text{вых}}$ ТРВДН, и угол сдвига фаз φ . Задача решается с помощью применения эвристических алгоритмов (ЭА) для получения рациональных управляющих воздействий на управляемые параметры электрической сети, для перевода ее в состояние, удовлетворяющее ограничениям. Рассматриваемые ЭА при генерации решения манипулируют символьными строками, которые должны однозначно интерпретировать состояние электрической сети. Напряжение на выходе ТРВДН $U_{\text{вых}}$ в рамках решаемой задачи имеет 14, а угол сдвига фаз φ имеет 7 возможных дискретных состояния (следовательно, их можно закодировать с помощью 4 битовой и 3 битовой строк). Результирующая символьная строка будет иметь длину $(4+3)N$, где N – это число ТРВДН в управляемой электрической сети. Следовательно, общее число состояний для одного ТРВДН составит $2^7 = 128$ из которых только $14 \cdot 7 = 98$ являются допустимыми, а $128 - 98 = 30$ – недопустимыми. Необходимо учесть, что для оценки качества получаемых решений, само решение должно находиться в области допустимых решений. Если символьная строка кодирует N ТРВДН, вероятность формирования допустимого решения составит $P = (98/128)^N$. При управлении электрической сетью, состоящей из $N = 3$ ТРВДН, оптимизационный алгоритм в среднем будет генерировать 55% недопустимых решений ($Q = 1 - P = 1 - (98/128)^3 \approx 0.45$), при $N = 4$ – 66% недопустимых решений, при $N = 10$ – 93%, при $N = 45$ – 99.999% и т.д. Существуют различные стратегии обеспечения допустимости сгенерированных решений, генерируемых ЭА, рассмотрим применимость наиболее распространенных:

1-й вариант. Отбрасывание или корректировка решений, не входящих в область допустимых значений. Трудоемкость генерации или корректировки будет расти в экспоненциальной прогрессии с ростом N и может существенно замедлить работу ЭА.

2-й вариант. Присвоение некорректным символьным строкам самого низкого из возможных значений оценочной функции, чтобы данное решение не перешло на следующий этап ЭА и не участвовало в формировании новых решений. Однако, малое число корректных решений на каждом их этапов алгоритма может привести к сужению исследованной области допустимых решений и быстрой сходимости алгоритма к локальному оптимуму.

3-й вариант. Невалидные значения приравниваются к некоторым граничным значениям из области допустимых решений. Это решение позволяет увеличить разнообразие сим-

вольных строк в ЭА и не приводит к быстрой сходимости алгоритма к локальному оптимуму.

Для реализации ЭА при решении задачи получения рациональных управляющих воздействий на управляемые параметры электрической сети третий вариант оказался самым эффективным из рассмотренных.

УДК 519.68

МАРТЫНЮК М.В.

НАСТРОЙКА АРХИТЕКТУРЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное общество стремится к эффективному, безопасному, гибкому и надежному управлению окружающими предметами. Это относится к технологии «умный дом» «умный город» и т.д. Данная тенденция не обошла и энергетику. Для решения существующих проблем электроэнергетики и перехода ее на новый уровень развития была разработана концепция «умных сетей» (SmartGrid). Данная технология подразумевает использование в электрических сетях управляющих устройств (ТРВДН) и подачей на них управляющих команд для снижения потерь в сети. Управляемыми характеристиками ТРВДН являются напряжение на выходе $U_{\text{вых}}$, и угол сдвига фаз φ .

Напряжение на выходе ТРВДН $U_{\text{вых}}$ в рамках решаемой задачи имеет 14 возможных дискретных состояний, а угол сдвига фаз φ имеет 7 возможных дискретных состояний, следовательно, количество допустимых состояний для одного ТРВДН составляет $14 \cdot 7 = 98$.

Общее количество состояний ТРВДН составит $(98)^N$, где N – это число ТРВДН в управляемой электрической сети.

В связи с тем, что число допустимых состояний управляемых характеристик ТРВДН в сети велико, и не существуют формализованных точных алгоритмов решения задачи нахождения оптимальных настроек ТРВДН для снижения потерь в электрической сети, то одним из подходов является использование эвристических алгоритмов, в частности генетического алгоритма.

Задача решается с помощью применения эвристических алгоритмов (ЭА) для получения рациональных управляющих воздействий на управляемые параметры электрической сети, для перевода ее в состояние, удовлетворяющее ограничениям.

Одной из главных факторов неэффективности любых генетического алгоритма является его стремление к преждевременной сходимости к одному или нескольким локальным оптимумам (глобальный оптимум могут гарантировать только точные методы, например, полного перебора). Без дополнительных внесений изменений в архитектуру классического генетического алгоритма выход из локальных ям маловероятен.

Для решения данной проблемы этого можно воспользоваться одним из следующих подходов:

- 1) периодические внесения случайных решений в популяционное множество, которым манипулирует генетический алгоритм.
- 2) использование дополнительного оператора мутации, с вероятностью изменения ген в несколько раз больше чем у обычного.
- 3) параллельный запуск нескольких копий генетических алгоритмов с циклической миграцией решений между ними через определенное количество поколений.

В данной работе был использован третий подход, в связи с тем, что на оптимизационный алгоритм накладывается строгое ограничение сверху по времени на поиск решения. За-

пуск нескольких копий генетического алгоритма дает большой шанс на получение рационального решения за ограниченный квант времени.

УДК 621.316

МАРТЫНЮК М.В.

УПРАВЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЕМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СЛОЖНОЗАМКНУТОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В России в качестве концепции интеллектуальной активно-адаптивной сети выступает концепция SmartGrid. Важнейшими аспектами функционирования SmartGrid являются [1] гибкость (сеть должна подстраиваться под нужды потребителей электроэнергии) и экономичность (предполагает эффективное управление и регулирование сети). Данные показатели функционирования предполагают, в том числе, получение оптимальных уровней напряжений, а также регулирование потоков активной и реактивной мощностей. Гибкое регулирование распределительных электрических сетей (РЭС) классов напряжений 6÷20 кВ может осуществляться устройствами продольно-поперечной компенсации на основе тиристорных регуляторов вольтодобавочного напряжения (ТРВДН). Устройства управления подобного класса могут быть упрощенно представлены, как регулируемые трансформаторы с комплексным коэффициентом передачи по напряжению. Действительная часть коэффициента передачи отвечает за продольное регулирование, а мнимая – за поперечное регулирование.

Если конфигурация РЭС является сложноразветвленной (топология РЭС описывается графом с циклами) задача вычисления управляющих коэффициентов ТРВДН становится достаточно сложной. Это обусловлено тем фактом, что изменение управляющего коэффициента одного из ТРВДН изменяет состояние всех элементов РЭС. Однако в некоторых частных случаях при ограничениях на количество и точки размещения управляющих устройств задача вычисления коэффициентов может быть сведена к последовательному вычислению коэффициентов отдельных ТРВДН [3].

Пусть линии электропередачи соответствуют ребрам графа РЭС, а точки ветвления линий электропередачи узлам. Если ветви содержащие ТРВДН образуют остовное дерево графа РЭС, то коэффициенты регулирования возможно вычислять последовательно от «листьев» остовного дерева к источникам. Рассмотрим отдельную итерацию вычисления управляющих коэффициентов. Регулируемый на i -й итерации ТРВДН расположен в ветви один из узлов которой находится, при «движении» по ребрам остовного дерева, ближе к источнику («ближний» узел), а другой дальше от источника («дальний» узел). Полагая, что в «ближнем» узле напряжение фиксировано и равно номинальному, а ток в ветви инцидентной «дальному» узлу известен (он может быть вычислен, поскольку управляющие коэффициенты ТРВДН расположенных дальше от источника уже вычислены и не будут меняться) можно аналитически вычислить управляющий коэффициент, обеспечивающий в «дальнем» узле заданное напряжение.

Библиографический список

1. **Ледин С.** Интеллектуальные сети SmartGrid – будущее российской энергетики // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2010. №11(16). С. 4-8.
2. **Асабин А.А.** Способы плавного регулирования величины выходного напряжения тиристорного регулятора вольтодобавки / Кралин А.А., Крюков Е.В., Чернов Е.А., Онищенко Г.Б. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2018. №4. С. 69-75.
3. **Martynyuk M.V.** Voltage regulation of a linear section of an extended distribution network with thyristor regulators of booster voltage (TRBV) / Sokolova E.S., Dmitriev D.V., Tyurin A.I., Kryukov E.V. // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (2019 EIConRus)

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕЛЕВОГО КОНТЕНТА ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный динамически развивающийся мир невозможно представить без информационных систем (ИС), сопровождающих человека буквально во всех сферах его деятельности, особенно профессиональных. Объемы хранимой, обрабатываемой и предоставляемой в ответ на запрос пользователя информации достигают порой колоссальных размеров и продолжают расти. Это приводит к тому, что стремительно возрастают сложность и длительность процесса восприятия такой информации человеком.

Одним из решений данной проблемы может служить разработка и применение специального метода формирования целевого контента информационно-справочных систем (ИСС), направленного на ускорение процесса освоения полученной информации без существенного ее сокращения.

Под целевым контентом понимается контент информационно-справочной системы, соответствующий цели пользователя, представленной в виде поискового запроса.

За основу разрабатываемого метода формирования целевого контента ИСС предлагается взять задачу о рюкзаке – рюкзак 0-1 [1] – ввиду аналогии в преследуемых целях. Суть задачи в рамках рассматриваемой предметной области заключается в следующем: есть N информационных элементов (ИЭ) (файлы, хранимые в системе), у каждого из которых определен объем (в качестве значения можно принять трудоемкость освоения предложенной информации) v_n и ценность u_{nm} для достижения m -ой цели, где $n = \overline{1, N}$, $m = \overline{1, M}$. Ограничение на суммарный объем отобранных ИЭ в «рюкзаке» (целевой контент) задается допустимым объемом W . Каждый файл может быть взят только один раз. Необходимо максимизировать ценность полученного в результате поиска целевого контента, соблюдая установленное ограничение.

При разработке метода необходимо принять во внимание некоторое отличие от стандартной постановки задачи о рюкзаке: в ИСС присутствуют смысловые (семантические) связи между информационными элементами, представленные в виде гиперссылок. По этой причине осуществление выбора только файлов, имеющих большую ценность именно для реализации цели поиска, может оказаться недостаточным. Во многих случаях будет полезным рассмотрение нескольких информационных элементов, непосредственно не влияющих на достижение той или иной цели, но облегчающих понимание уже отобранных ИЭ.

Кроме того, следует учитывать, что часть информационных элементов могла быть изучена ранее, т.е. они важны для достижения поставленной цели, но при этом не увеличивают объем целевого контента.

Таким образом, в общей постановке задача формирования целевого контента ИСС не сводится к «классической» задаче о рюкзаке с линейной целевой функцией. Решение такой задачи может быть найдено с помощью переборного алгоритма, алгоритмов сокращенного перебора, а также разработки других специальных алгоритмов.

-
1. **Милов В.Р.**, Баранов Д.В., Калинина Н.А. Процедуры поддержки принятия решений при управлении информационным обеспечением // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. – № 8. – С. 55-62.

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА
ДЛЯ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СЕТЕЙ БПЛА**

ООО НПП «ПРИМА»

Реализация концепции самоорганизации позволяет оперативно и адаптивно реагировать на различные изменения состояния и условий функционирования телекоммуникационной сети, связанные с мобильностью абонентов, динамикой изменения сигнально-помеховой обстановки, выходом из строя элементов сети, колебаниями поступающего в сеть трафика и т.д.

Высокая мобильность абонентов является одним из основных отличительных свойств сетей радиосвязи между беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). Из-за высокой мобильности и изменения расстояний между узлами в беспроводных самоорганизующихся (ad-hoc) сетях БПЛА часто происходит изменение состояния радиоканалов, что влияет на топологию сети. Отдельного внимания в самоорганизующихся сетях БПЛА требует выполнение требования на допустимую задержку пакетов, которое является существенным для передачи трафика реального времени.

Указанные задачи решаются в основном при проектировании процедур обмена, реализуемых в основном на канальном, сетевом и транспортном уровне. В работе рассматриваются протоколы и методы множественного доступа, реализуемые на MAC-подуровне канального уровня.

Для повышения эффективности метода множественного доступа с контролем несущей (CSMA) находит применение модификация CSMA/CA, основанная на процедуре предотвращения коллизий, которая реализуется с помощью передачи станциями специального сигнала затора (jam-сигнал). Таким образом, в отличие от CSMA/CD при использовании CSMA/CA коллизиям подвержены только jam-сигналы, а не пакеты данных. Пример применения CSMA/CA представляет метод Distributedcoordinationfunction (DCF), который оказывается не достаточно эффективным для сетей связи с большим числом БПЛА и высокой интенсивностью обмена. Проблема коллизий также может быть решена с помощью передачи коротких пробных пакетов (токенов), которые позволяют обновлять сведения о канале и состоянии соединений и применяются в протоколе Token-MAC. Дополнительный выигрыш в пропускной способности достигается за счет использования направленных антенн.

Применение направленных антенн предусмотрено семейством протоколов Directional MAC (DMAC), которые обеспечивают увеличение дальности связи и пропускной способности сети, скрытности и помехозащищенности связи. Реализация указанных преимуществ возможна за счет существенного усложнения алгоритмов обмена при регулярном обновлении данных о взаимном положении взаимодействующих абонентов.

Компромисс представляет использование направленной антенны для передачи пакетов данных, а для передачи служебных пакетов (RTS, CTS и ACK) – всенаправленной антенны. Такой способ обмена реализуется в адаптивном протоколе AdaptiveMACProtocolSchemeForUAVs (AMUAV). Для поддержания взаимодействия абонентов с направленными антеннами важное значение имеет процедура определения и распространения данных о точном местоположении узлов, реализованная в протоколе LODMAC (Location Oriented Directional MAC protocol).

Альтернативу рассмотренным методам представляет способ детерминированного доступа Mesh Deterministic Access (MDA), основанный на использовании заранее зарезервированных временных интервалов. При этом существенно увеличивается вероятность своевременной доставки трафика реального времени, чувствительного к задержкам.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что перспективными для дальнейшего анализа и моделирования среди рассмотренных представляются протоколы LODMAC, AMUAV, Token-MAC, а также комбинирование используемых в них процедур.

УДК 004:378.1

РУБЦОВА Т.А., СЕМАШКО А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАВИСИМОГО НАБЛЮДЕНИЯ В РЕЖИМЕ ВЕЩАНИЯ И ПУТЕЙ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

К 2025 году в авиационные средства связи планируется ввести совершенно новую систему, которая носит название АЗН-В. Частично аэродромные радары заменят на данную технологию.

АЗН-В является «автоматическим» в том смысле, что не требует пилотного или внешнего входа. Он «зависимый» в том смысле, что зависит от данных навигационной системы самолета [1]. Летчики видят на экранах в кабине самолета информацию о трафике движения, эта же информация отображается на экране диспетчеров. Также летчики получают данные о погоде за бортом, местности и местоположении по спутникам, что в разы увеличивает безопасность полетов. АЗН-В непрерывно отправляет сигналы любому потребителю (наземному или бортовому), а не по запросу. Кроме данных о местоположении передаются такие параметры как тип воздушного судна, скорость, его номер, рейс, курс, вертикальная скорость. Данная система имеет ряд преимуществ, перечисленных ранее, но и имеет один весомый недостаток: АЗН-В постоянно вещает местоположение судна по открытым линиям передачи данных. Слабое место этой системы в противоположности цели открытого пользования и системы защиты [2].

Можно выделить несколько проблем и их решений. Первая проблема состоит в том, что сигналы не проходят проверку подлинности, таким образом, атакующий может выбросить ложные данные или добавление местоположения не существующего самолета в АЗН-В. Решением данной проблемы будет - добавление вторичного наблюдательного радиолокатора наблюдения будет служить для проверки целостности и компенсировать потерю данных ADS-B. Если количество поддельных самолетов невелико, техника может быть эффективной.

Второй проблемой является - отсутствие механизмов для защиты конфиденциальности, целостности и доступности данных борт – земля и борт – борт. Для защиты целостности данных может служить криптография, но это будет нарушение первоначальных намерений открытости системы. В современном мире широко применимы VPN-технологии. Лидером среди них является стандарт IPSec, он касается вопросов шифрования и обеспечения защиты при транспортировке пакетов [3].

Таким образом данная система имеет место быть в Российской авиасвязи, при условии обеспечения защищенности передаваемых данных. Полностью заменять радары на АЗН-В не стоит, но с появлением данной системы их число сократиться. Также, как и сократиться число диспетчеров, которые передавали информацию воздушным судам.

Библиографический список

1. Automatic dependent surveillance—broadcast // Wikipedia – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_dependent_surveillance_%E2%80%93_broadcast
2. Современность, перспективы развития и история: сборник материалов I-ой международной заочной научно-практической конференции УО БГАА. Минск, 20–23 декабря 2016 г. / сост. А. А. Говин; под научн. ред. Г. Ф. Ловшенко. – Минск: БГАА, 2016. – 475 с

3. Есть ли защита от кибератак? //Транспорт России URL:<http://transportrussia.ru/item/4220-est-li-zashchita-ot-kiberatak.html>

УДК 004.021

САТУРОВА С.В., СЕМАШКО А.В.

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СХЕМЫ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных системах радиолокационного наблюдения получила широкое распространение модульная технология разработки радиолокационных станций (РЛС) и комплексов (РЛК). Эта технология позволяет создавать большое количество различных по назначению РЛС с использованием одних и тех же или незначительно отличающихся узлов и систем, а также схожих компоновок и структур РЛС в целом. Данный подход значительно снижает время и стоимость разработки, обслуживания и ремонта изделий. Так во всех РЛС метрового диапазона длин волн используются незначительно отличающиеся друг от друга приёмно-передающие модули антенны, амплитудно-фазовые корректоры, источники питания и другая аппаратура. Большая часть систем обработки отраженных от воздушных объектов сигналов и защиты от помех реализуется программным способом на близких по структуре и конструктивному исполнению специализированных ЭВМ.

Первичную обработку радиолокационной информации на РЛС составляют расположенные в определенной последовательности модули, которые описывают алгоритмы, реализованные в виде функций. Реализация таких технологий ставит задачу адаптации в кратчайшие сроки и с минимальными затратами существующих алгоритмов и схем обработки радиолокационных сигналов для выполнения требований, предъявляемым к вновь разрабатываемым, а также модернизируемым РЛС и РЛК.

Для решения поставленной задачи была разработана программная модель системы первичной обработки радиолокационной информации (ПОИ). Реализация системы происходила на основе алгоритмов модулей, составляющих ПОИ, и архитектуры каналов и фильтров. На вход информацией системы поступает оцифрованный радиолокационный сигнал, который обрабатывается выбранными пользователем алгоритмами для поиска сигнала цели. Для каждого выбранного модуля пользователь вводит определенные параметры и загружает файлы с массивами весовых коэффициентов. На выходе системы формируется файл, который содержит результаты поиска сигнала цели и ее местоположение (координаты, азимут, угол места) и скорость перемещения. Для некоторых модулей ПОИ (цифровой оптимальный фильтр), система формирует массивы коэффициентов, также записываемые в файлы для дальнейшего использования, что позволяет использовать систему для решения дополнительной функции.

В качестве основной трудности реализации системы можно выделить: взаимосвязь элементов системы, определенную пользователем. Схема ПОИ может содержать параллельные связи и, кроме того, повторяющиеся модули со схожими или различными параметрами. Входная информация для таких модулей различается. Для решения задачи был реализован двусвязный список с указанием на предыдущий и последующий модуль. Указателем на конкретный модуль служит порядок его добавления в схему. Таким образом, при указателе на один и тот же предыдущий или последующий элемент система определяет начало параллельной связи и ее окончание. Параметры модулей так же записываются в отдельный список с указателем на порядок модуля в схеме, которому они соответствуют. Свойство объекта модуля, которое описывает порядок его добавления в схему, позволяет отличить схожие модули и определить присущие им параметры.

Зачастую возникает необходимость в оптимизации последовательности модулей и в настройке параметров новых алгоритмов и оценки их качества при реализации в существующей последовательности алгоритмов этих модулей. Разработанная программная среда может использоваться, как вспомогательное средство при решении указанных задач.

УДК 519.8

СКОРОПОСТИЖНЫЙ Е.А.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С ПЕРЕНАЛАДКАМИ ПРИ РЕШЕНИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА «НАДУВНОГО ШАРИКА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Огромное количество задач в человеческой деятельности связано с процессами, регулируемые на основе принятия решений. Контролируемые параметры в этих процессах ставятся так чтобы получить экстремальное значение какого-либо показателя при условии выполнения наложенных ограничений. Искомые показатели могут быть совершенно различны. От формирования и управления портфелем ценных бумаг до работы искусственного интеллекта, раскрытия материала на фабриках и конечно же оптимизации производства [1-6]. Правильное решение задачи оптимального распределения плана производства по видам оборудования очень важно, поскольку позволяет получить чистый экономический эффект, не требуя дополнительных затрат.

Алгоритм, представленный в данной работе, позволяет решить задачу максимизации выпуска продукции цехом на основе метода «надувного шарика» (МНШ) [7,8] в следующей постановке: Имеется m агрегатов, выпускающих n видов номенклатур продукции с различными математическими ожиданиями производительности a_{ij} . Задан план выпуска продукта b_{j0} по каждой номенклатуре как начальный и желательное его возможное изменение в процессе поиска наилучшего решения b_{jt} . Переход на выпуск другой номенклатуры продукции вызывает остановку агрегата на время ΔT_{ije} , где $j, e \in 1, 2, \dots, n$.

Ставится задача так распределить время работы агрегатов x_{ij} с учетом потерь времени на переналадку, чтобы обеспечить наибольший выход продукта в соответствии с b_{jt} за заданное время z_i .

Подобная задача рассматривается у Л.В.Канторовича [1], где демонстрируется, что задача сводится к классу задач линейного программирования с одним максимизируемым критерием и решается известными методами, в частности, изложенными в [2]. Она тоже решается с помощью МНШ [7,8], но подобная постановка задачи может быть представлена в расширенном виде, имеющим уже многокритериальную форму, причем отдельные критерии могут иметь нелинейный вид, несвязанный между собой. И эта новая постановка задачи также решается с помощью МНШ [7,8] и имеет уже намного больше возможностей, чем стандартное представление в форме линейного программирования.

Такую задачу нелинейного вида, да еще с разрывами по времени работы не представляется возможность решить известными стандартными методами линейного и нелинейного программирования [2-4]. Наличие разрывов ΔT не позволяет применить линейное программирование. Для динамического программирования встает ограничение в виде количества возможных путей выполнения плана производства K пропорциональных с необходимостью подсчета каждый раз всех критериев.

Для решения данной задачи было разработано приложение с использованием фреймворка Qt. Предлагаемый метод дает удовлетворительные результаты по времени при больших размерностях j и i и удобен для решения задач целочисленного программирования.

К использованной форме задачи с ограничениями возможно сведение многих оптимизационных задач с различными видами критериев, в т.ч. в нелинейном виде.

Библиографический список

1. **Канторович, Л.В.** Экономический расчет наилучшего использования ресурсов / Л.В. Канторович. - М.: АН СССР. 1959. – 350 с.
2. **Грешилов А.А.** Математические методы принятия решений/ А.А. Грешилов. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2014. – 647 с.
3. **Берзин, Е.А.** Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем / Е.А. Берзин; ред. Е.В.Золотов. – М.: «Советское радио», 1974. – 304 с.
4. **Штойер Р.** Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения/ Р.Штойер. – М.: Радио и связь, 1992. – 594 с.
5. **Бронфельд Г.Б.** Решение задачи оптимального раскроя материалов//ОПТИМ-2001: сб. докл. , ЦНИИ ТС, СПб., 2001, с. 9-12
6. **Дубровин С.С.** Использование методов многокритериальной оптимизации при формировании и управлении портфелем ценных бумаг Известия Тульского государственного университета Естественные науки. 2010. Вып. 2. С. 186–191
7. **Бронфельд, Г.Б.** Алгоритм решения задачи оптимального распределения плана производства//Труды института.Автоматизация и механизация управления производством. Горький, НИИУавтопром, 1977, вып.2, с.75-83
8. **Бронфельд, Г.Б.** Основы искусственного интеллекта / Г.Б. Бронфельд. – Н. Новгород, 2014. – 253 с.

УДК 004.023

СУХОВА А.Д., ЕГОРОВ Ю.С.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИОРИТЕТОВ СОБЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Принятие взвешенных и эффективных решений – одна из главных задач, стоящих перед современным человеком. На данный момент разработаны стандартные программные средства (будильник, календарь, карта, голосовой помощник), направленные на повышение производительности людей. Современные сервисы решают общие типизированные проблемы, но не учитывают персональные факторы, индивидуальные приоритеты для оценки и анализа с целью принятия эффективного решения. Человек самостоятельно анализирует информацию для формирования альтернатив, что ведет к неблагоприятным последствиям (многозадачность, информационная перегрузка и т.д.). Вследствие субъективности выбор зачастую оказывается ошибочным или неэффективным.

Таким образом, актуальной проблемой является разработка системы интеллектуальной поддержки принятия решений при определении приоритетов событий с применением методов комбинаторной оптимизации.

Система поддержки принятия решений – это автоматизированная система, создаваемая с целью помощи принимающим решение людям в сложных условиях для достаточно полного и объективного анализа. Такие системы появились в результате объединения систем с управлением и систем управления базами данных. Таким образом, СППР предназначаются для поддержки принятия решения при решении многокритериальных задач в сложных информационных средах.

Для работы системы поддержки принятия решений может использоваться метод интеллектуального анализа данных. Интеллектуальный анализ данных – это процесс обнаружения пригодных для использования данных в их крупных наборах, в котором применяются методы математического анализа для выявления существующих тенденций и закономерностей в исходных данных. Обычно такие закономерности нельзя обнаружить при

обычном просмотре данных. Связи могут быть чрезвычайно сложны из-за чрезмерного объема исходных данных [1].

Выбор наиболее оптимального маршрута из множества различных вариантов – это не что иное, как задачи комбинаторной оптимизации – задача коммивояжера и задача о рюкзаке. Суть задачи коммивояжера – поиск оптимального пути, проходящего через все заданные точки единожды, а затем возврат в исходную точку (не обязательное условие в случае незамкнутой задачи). Во входных данных к задаче необходимо наличие критериев оценки выгодности пути, а также матрицы расстояний. Задача о рюкзаке – NP-полная задача комбинаторной оптимизации. Свое название получила от конечной цели: уложить как можно большее число ценных вещей в рюкзак при условии, что вместимость рюкзака ограничена.

Совместное решение задачи коммивояжера и задачи о рюкзаке позволит производить расчеты в соответствующих модулях быстро и точно, а по их результатам сформировать рекомендации человеку для принятия наиболее эффективного решения.

Применение предлагаемого подхода в логике работы современных сервисов поможет реализовать необходимый функционал для обеспечения пользователю поддержки принятия решений при планировании жизнедеятельности и определении приоритетов событий.

1. **Merkert J.**, Mueller M., Hubl M. A Survey of the Application of Machine Learning in Decision Support Systems. – ECIS, 2015.

УДК 681.5

ШАБАШОВ А.А.

МЕТОДИКА СОПРЯЖЕНИЯ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКОВ ПОЛЕТА ЗАДАННОГО МАРШРУТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

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

При решении двухточечной задачи длиннопериодического движения беспилотного летательного аппарата (БПЛА) (т.е. задачи перемещения из начальной точки маршрута в конечную), часто возникает необходимость формирования сложной траектории полета. Исходя из этого, маршрут разбивается на частные прямолинейные участки, по которым осуществляется навигация. Появляется задача особого перехода с одного участка на следующий. Цель работы заключается в разработке методики сопряжения прямолинейных участков полета заданного маршрута БПЛА.

Оптимальным способом сопряжения двух прямолинейных участков является разворот с видом траектории, близким к дуге окружности определенного радиуса (рисунок 1), что позволит БПЛА минимально отклониться от заложенного маршрута. При выполнении разворота БПЛА, естественно, отсутствует на заданной траектории полета. Уменьшить время отсутствия на траектории, иначе, минимизировать время выполнения разворота, можно различными способами (при этом необходимо учитывать инерционность БПЛА, т.е. его динамические характеристики).

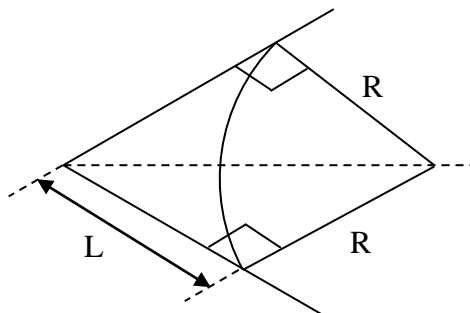


Рис. 1. Расчетная траектория разворота

В данной работе рассматривается способ, основывающийся на совершении маневра без скольжения с максимальным возможным углом крена.

Для его реализации производится расчет расстояния L до начальной точки следующего участка траектории, достижение которого будет моментом включения закона управления, приведенного в [1], для формирования разворота и вывода БПЛА на следующий участок. Перед этим вычисляется радиус кривизны R траектории разворота [2].

В докладе представлен полный аналитический разбор предложенной методики. Также приведены результаты математического моделирования.

Библиографический список

1. Красовский, А.А. Системы автоматического управления полетом и их аналитическое конструирование / Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука»; – М., 1973. – 560 с.
2. Лебедев А.А. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. Учебное пособие для вузов / А.А. Лебедев, Л.С. Чернобровкин; под ред. А.А. Лебедева; изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1973. – 616 с.

УДК 004:378.1

ШОР А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПРИ УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время мы постоянно сталкиваемся со словом «качество»: качество товара, качество услуги, качество продукции, качество труда и т.п. На производстве качество – самый важный критерий достижения успеха на рынке.

Качество – понятие многоплановое. В данной работе будем понимать «совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности потребителя» [1]. Цель любого предприятия должна состоять в том, чтобы улучшать качество производимой продукции. Для поддержания необходимого и отвечающего постоянно меняющимся требованиям заказчика предприятию необходимо владеть знаниями в области управления качеством на всем протяжении жизненного цикла продукции и иметь соответствующих специалистов.

На каждом предприятии должна быть внедрена система менеджмента качества [2], [3]. Такая система помогает планировать, следить и достигать лучших результатов в области управления качеством. С помощью такого внедрения становится возможным управлять взаимодействующими процессами и ресурсами, необходимыми для воплощения результатов для заинтересованных сторон.

Существует огромное количество предприятий, выпускающих технику военного назначения. Основными целями системы менеджмента качества для соответствующих предприятий является [3]:

- тщательное исполнение того, что изложено в техническом задании заказчика и условий договоров;
- соответствие требованиям нормативно-технической документации;
- выявление продукции, несоответствующей установленным требованиям;
- поддержание стабильного уровня качества продукции и ее процессов

изготовления;

- снижение количества браков.

Неисполнение одного из пунктов, описанных выше, может дорого обойтись и подвергнуть большому риску весь гособоронзаказ. Такое может произойти в конце месяца, когда начинается так называемая «штормовщина» при предъявлении продукции на техническую проверку в сектор технического контроля.

Необходимо использовать такой метод при техническом контроле военной продукции, который позволил бы выявить или гарантировать отсутствие дефектов в продукции с учётом человеческого фактора, который сопровождал продукт на всех его этапах жизненного цикла.

Таким образом, с целью снижения отклонений при технической проверки, а также для поддержки принятия решений инженеров в тех или иных областях при управлении процессом предъявления продукции предлагается осуществить моделирование процесса предъявления продукции на основе методов причинно-следственного анализа.

Библиографический список

1. «Управление качеством продукции». ИСО 9000-9004, ИСО 8402. — М.: Изд-во стандартов, 1988.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.ISO 9000:2015»
3. ГОСТ РВ 0015-002-2012 Система разработки и постановки на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Общие требования». Москва, Стандартинформ,2012

УДК 004.9:324

БАБКИНА М.О., ДМИТРИЕВ А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОМ ОБНАРУЖЕНИИ И РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ В ВИДЕОПОТОКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день особое внимание уделяется развитию научного направления в области компьютерного зрения, связанного с поиском, сопровождением и идентификацией объектов, представленных на кадрах видеопотока. Данная технология активно применяется в современных автоматизированных системах управления и обработки информации, а также в интеллектуальных системах принятия решения. Задачи обнаружения и распознавания предметов, явлений и сигналов, характеризующихся конечным набором некоторых свойств и признаков, возникают в таких отраслях как робототехника, информационный поиск, мониторинг и анализ визуальных данных, исследования искусственного интеллекта.

Система поиска и идентификации объектов в видеопотоке актуальна во многих сферах деятельности, но с усовершенствованием технологий возрастают требования к показателям эффективности обработки данных. Важной задачей является определение особенностей структуры такой системы и уровней взаимодействия процессов, протекающих в ней.

Исследование различных подходов и алгоритмов построения систем обработки изображений и видеоданных позволили определить основные процедуры и соответствующие им функционально взаимосвязанные модули, в том числе: модуль обнаружения объектов (детектор), модуль сопровождения (трекер) и модуль распознавания [1]. Источником наблюдения за объектом является камера, которая в процессе съемки формирует видеопоток, представляющий последовательность смены кадров с определенной частотой. В результате обработки кадра на выходе детектора формируются координаты прямоугольной области, окаймляющей обнаруженный объект. Задачей трекера является прогнозирование положения объекта на следующем кадре и сопоставление образов на смежных кадрах, обеспечивая, таким образом, снижение вычислительной сложности поиска объектов. Модуль распознавания определяет класс принадлежности объекта по его признаковому описанию в заданной области видеокadra.

В результате исследования различных методов и алгоритмов решения задач обнаружения и распознавания образов было установлено, что эффективным и комплексным подходом является применение метода глубокого обучения сверточных нейронных сетей (CNN), обладающих рядом таких преимуществ, как хорошая масштабируемость, высокая точность и скорость работы, гибкость использования. Принцип организации CNN заключается в чередовании сверточных и субдискретизирующих слоев для формирования карт признаков с углубленным детальным описанием на каждом уровне. Архитектура сверточных сетей позволяет сохранять инвариантность к изменениям масштаба, смещений и поворотов изображения, а также обеспечивать высокую производительность обработки данных при сравнительно малом потреблении объемов памяти.

Процесс тестирования системы обнаружения и распознавания заключается в определении оценок ее показателей с помощью совокупности обучающих видеофайлов с предварительной разметкой местоположения объектов на кадрах. В качестве основных показателей си-

стемы могут использоваться оценки вероятностей ошибок ложного обнаружения и пропуска объектов, коэффициент точности определения положения объекта в кадре [1].

1. **Гай В.Е.**, Дмитриев А.В., Милов В.Р., Викулова Е.Н., Кувшинников А.С., Никифоров Н.А. Система тестирования процедур обнаружения и распознавания образов в видеопотоке // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. Т. 15 №8. С. 217-225.

УДК 004:378.1

БАЛОБАНОВА С.О., КОРЕЛИН О.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ДЕБАЙЕРИНГА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время почти во всех устройствах, получающих цифровые изображения (в сканерах, цифровых фотоаппаратах и видеокамерах), используются CCD-матрицы. CCD - матрица – это совокупность различных фотоэлементов, чувствительных к свету с определенной длиной волны (чувствительные к красному, зеленому и синему цветам). Эти три типа элементов расположены в виде мозаики - байеровский шаблон. Таким образом, в каждой точке CCD - матрицы есть информация только об одной из трех цветовых компонент, в то время как требуемое цифровое изображение должно содержать все три эти компоненты (Red, Green и Blue) для каждого пикселя. Задача дебайеринга заключается в получении "полноцветного" изображения по его байеровскому шаблону. Говоря другими словами алгоритм дебайеринга должен проинтерполировать каждую из цветовых плоскостей в тех точках, в которых значение соответствующей компоненты неизвестно [1].

Для решения данной задачи используется множество алгоритмов. Можно использовать простейшие идеи стандартных алгоритмов дебайеринга для каждой из трех цветовых плоскостей в отдельности. Такой подход является достаточно быстрым, но, как правило, он не может обеспечить хорошее качество результата. Лучший результат можно получить, если использовать избыточность зеленых сенсоров в байеровском шаблоне - на каждый сегмент шаблона 2x2 приходится 1 красный, 1 синий и 2 зеленых сенсора. Такое соотношение цветовых компонент связано с тем, что для восприятия изображения зеленый цвет важнее красного и синего: к нему более чувствителен глаз. И так как зеленые сенсоры в матрице расположены чаще, то, согласно теореме Котельникова, по зеленой компоненте можно восстановить более высокие частоты, чем по синей и красной. Большинство алгоритмов интерполируют сначала зеленую компоненту одним из алгоритмов дебайеринга, учитывающим информацию о краях изображения, а затем интерполируют красный и синий уже с учетом значений восстановленной зеленой компоненты. Иногда этот процесс носит итерационный характер, т.е. по восстановленным красной и синей компоненте производится коррекция зеленой компоненты, которая, в свою очередь, используется для дальнейшей коррекции красной и синей (обычно количество таких итераций невелико и фиксировано). Например на таком порядке действий основана работа алгоритма Киммела [2].

Далее будут приведены результаты сравнения некоторых алгоритмов дебайеринга: Bilinear (рис. 3), алгоритм Киммела (рис. 4), алгоритм AQua-2 (рис. 5), метод попеременного проектирования (рис. 6)

Исходное изображение представлено на рисунке 1, фильтр Байера, на основе которого продемонстрирована работа алгоритмов дебайеринга, представлен на рисунке 2.



Рис. 1 –
Исходное
изображение

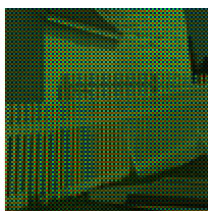


Рис. 2 - Фильтр
Байера



Рис. 3 –
Алгоритм
Bilinear



Рис. 4 –
Алгоритм
Киммела



Рис. 3 –
Алгоритм Aqua
2



Рис. 3 - Метод
попеременного
проектирова-
ния

Библиографический список

1. Debayering [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.afcinema.com/Debayering-special-report.html?lang=fr> Дата обращения: 28.04.2019.
2. An improved demosaicing algorithm by adopting color correlation aided gradients [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6986319>: 29.04.2019

УДК 004.891

БУТ А.Н., НАЖИМОВА Н.А.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ПСИХОДИАГНОСТИКИ

Дзержинский политехнический институт НГТУ

Успешная деятельность современного предприятия во многом зависит от психологических особенностей его сотрудников. Часто возникают вопросы, правильно ли подобран персонал, соответствуют ли их основные личностные характеристики требованиям выполняемой работы, имеют ли они необходимый уровень знаний, умений и навыков для эффективной деятельности на благо компании. Ответить на все поставленные вопросы, беседа с сотрудниками, наблюдая за их деятельностью или просто анализируя их достижения, невозможно. В подобных случаях оценку эффективности работы сотрудника следует начинать с проведения его предварительной психологической диагностики [1].

Для решения данных задач предлагается использовать психодиагностическую экспертную систему, имеющую модульную структуру и состоящую из трех основных модулей, совместным результатом работы которых являются рекомендации по выбору подходящей для конкурсанта работы, а также характеристика особенностей личности и возможные расстройства и отклонения от нормальных состояний.

Отправной точкой в комплексной психологической диагностике является модуль определения темперамента [2]. В данном модуле тестировании применяется метод А.Н. Белова, который позволяет определить преобладающий тип темперамента и выявить выраженность качеств других типов. Вторым модулем психодиагностической экспертной системы является модуль определения характера, который на основе тестирования позволяет определить акцентуации характера, а также некоторые индивидуальные черты личности, зависимые от характера [3]. Для определения выраженности акцентуаций используется метод диагностики типов акцентуаций характера, опубликованный Г. Шмишеком. По результатам тестирования для каждого из блоков строится графическая модель, отображающая результат прохождения тестирования в виде схемы. Для комплексной факторно-аналитической характеристики личности соискателя необходим учет совокупности особенностей темперамента и характера, необходимых для эффективного выполнения соответствующих должностных обязанностей. Поэтому в третьем модуле принимаются результаты работы первых двух модулей и происходит обработка полученных данных с последующей выдачей рекомендаций по вы-

бору подходящей для конкурсанта работы, информации и предрасположенности к тому или иному виду работы, а также расширенной характеристики его личности.

Предлагаемая экспертная система реализована в виде web-приложения на языке программирования Python с использованием веб-фреймворка Django.

Библиографический список

1. **Пантков В.С.** Устойчивость кадров в промышленности (теория и методы социального управления) – Киев: Наукова думка, 1976. – 264 с.
2. **Бут А.Н.,** Нажимова Н.А., Попов А.А., Токарев С.В. Психодиагностическая экспертная система по подбору персонала предприятия. Оценка темперамента // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус, Т.16, №3, 2017. С. 33-37.
3. **Бут А.Н.,** Нажимова Н.А., Попов А.А., Токарев С.В. Психодиагностическая экспертная система по подбору персонала предприятия. Оценка характера // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус, Т.17, №1, 2018. С. 19-24.

УДК 004:378.1

ЖУЛИН А.В.

АНАЛИЗ СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ СТРУКТУРИРОВАННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ УГРОЗАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Структурированное выражение информации об угрозах или STIX (Structured Threat Information Expression), представляет собой стандартизированный язык, разработанный корпорацией MITRE и техническим комитетом OASIS по анализу информации о киберугрозах (CTI) и описывающий информацию о киберугрозах. Он был принят в качестве международного стандарта различными сообществами и организациями по обмену аналитической информацией. Данный язык предназначен для обмена через TAXII, но может использоваться и другими способами. Язык STIX структурирован таким образом, что пользователи могут описывать следующие характеристики угроз:

– мотивация; – способности; – возможности; – отклик[1].

Существует несколько основных вариантов использования для STIX. Во-первых, он используется аналитиками угроз для анализа киберугроз и деятельности, связанной с угрозами. Аналитики угроз также используют STIX для выявления паттернов, которые могут указывать на киберугрозы. Любые лица, принимающие решения, или оперативный персонал могут использовать данные STIX для поддержки действий по реагированию на киберугрозы, включая предотвращение, обнаружение и реагирование. Последним основным применением STIX является обмен информацией о киберугрозах внутри организации и с внешними партнерами или сообществами, которые получают выгоду от этой информации [2].

STIX предназначен для поддержки ряда основных вариантов использования, связанных с управлением киберугрозами.

Кроме того, STIX предоставляет объединяющую архитектуру, объединяющую разнообразный набор информации о киберугрозах, включая:

- объекты кибернаблюдения;
- индикаторы;
- происшествия;
- тактика, методы и процедуры противника (включая шаблоны атак, вредоносные программы, эксплойты, цепочки уничтожений, инструменты, инфраструктуру);
- цели эксплойта (например, уязвимости, слабые стороны или конфигурации);
- курсы действий (например, реагирование на инцидент или устранение уязвимости / слабости или смягчение последствий);

- кибер-атаки;
- актеры киберугроз[3].

STIX предоставляет общий механизм для обращения к структурированной информации о киберугрозах в рамках всего этого диапазона вариантов использования, улучшая согласованность, эффективность, совместимость и общую ситуационную осведомленность.

Библиографический список

1. Что такое STIX/TAXII? // Anomali – URL: <https://www.anomali.com/ru/platform/what-are-stix-taxii>
2. Structured Threat Information eXpression // Search Security – URL: <https://searchsecurity.techtarget.com/definition/STIX-Structured-Threat-Information-eXpression>
3. Standardizing Cyber Threat Intelligence Information with the Structured Threat Information eXpression // URL: <http://stixproject.github.io/getting-started/whitepaper/>

УДК 004.4

КОРЕЛИН О.Н., КЛЕМЕНТЬЕВ Д.О.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ LATTICE EMBEDDED VISION DEVELOPMENT KIT.

Нижегородский государственный технический университет им. Алексеева Р.Е.

Lattice Embedded Vision Development Kit состоит из трех плат: Плата ввода Cross Link VIP Input Board – содержит две камеры. Основная программируемая логическая интегральная схема – ECP5 VIP ProcessorBoard – на ней находится интерфейс JTAG и USB. Плата вывода – HDMI VIP OutputBoard.

Конструкция с двумя параллельными камерами принимает последовательные синхронные с источником данные MIPI от двух камер MPI CSI-2 повторно сериализует последовательные данные в байты и извлекает управляющий сигнал из пакетов данных MIPI. Байтовые данные отправляются на модуль BytetoPixel, который преобразует байтовые данные в данные RAW10.

Два потока данных RAW отправляются на блок логического слияния изображений, который объединяет параллельные данные из обоих потоков данных и отправляет их на плату ECP5. Последовательный интерфейс камеры настраивается через главный интерфейс I2C на плате процессора ECP5 VIP.

FPGA ECP5 получает данные RAW10 от CrossLink, выполняет основную обработку изображений и отправляет их на вход платы HDMI. Этот модуль улучшает качество изображения с датчика с помощью: Автояркости, Дебайеризации, Преобразователя цветового пространства и Пространственного конвертера. [2].

Производители микропроцессора предлагают два языка программирования – Verilog и VHDL. При обзоре синтаксиса языков, был сделан выбор в сторону Verilog из-за его упрощенной системы типизации и C-style синтаксиса.

Verilog - это язык описания аппаратуры, используемый для описания и моделирования электронных систем[1]. В Verilog под объектом проекта понимают entity/module. Данные определения – основополагающая часть инфраструктуры кода. Под описанием объекта понимают описание интерфейса и описание тела объекта.

Программное обеспечение Lattice Diamond - это передовая среда разработки программного обеспечения для недорогих, энергосберегающих архитектур ПЛИС. Это следующее поколение после ispLEVER. При подготовке окружения Lattice Diamond возникла проблема с лицензией – ее можно получить только по электронной почте и необходимо предоставить большой объем персональных данных. К тому же, среднее время ответа на заявку – около двух недель.

Если при программировании на языках программирования, таких как C#, C++, Java нам достаточно просто обозначить переменные и задать им определенные значения, то при программировании ПЛИС необходимо соотнести переменные (параметры) модулей с физическими входами и выходами на плате. В ПЛИС мы имеем дело с сигналами и их передачей из одной платы в другую. Соответственно, и передаче из одного модуля программы в другой. Эту задачу решает визуализация. Lattice Diamond имеет такой инструмент – Symplify Pro и его функция построения Диаграммы Иерархий (Hierarchical View) [2].

Данная диаграмма представляет собой модули программы, соединенные между собой. На схеме так же отображается состояние сигнала в разные моменты выполнения программы, входные и выходные сигналы у каждого блока. При двойном клике на блок, открывается код, соответствующий данному модулю. По данной диаграмме удобно перемещаться между модулями, вносить изменения в код и отслеживать сигнал.

Таким образом, программирование для ПЛИС само по себе сложнее, чем на других языках программирования. С другой стороны текущий уровень развития все различного программного обеспечения для проектирования ПЛИС, такого как LatticeDiamond, настолько высок, что сложность сводится к минимуму.

Библиографический список

1. Поляков, А.К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. [Текст] / А.К. Поляков. – М.:СОЛОН-Пресс, 2003. – 320 с.: ил. – (Серия “Системы проектирования”).
2. Lattice Diamond User Guide [Электронный ресурс] – Lattice Semi, 2017 – РежимДоступа: URL: http://www.latticesemi.com/view_document?document_id=52212. (29.04.2019)

УДК 004.434

КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А., БОРЩИКОВ Р.Е., ВАХРУШИН Н.А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ CASE-СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Задачей данных изысканий является сравнение двух способов создания расчетно-справочной системы: с помощью современной объектно-ориентированной среды разработки Ration Rose и с использованием CASE-технологии ERwin Data Modeler. Вышеобозначенные программные продукты были использованы для реализации проекта автоматизированного анализа работы подвески строительно-дорожного вездехода с роторно-винтовым двигателем. Реализовать задачу программной среды расчета подвески машин для строительства автомобильных дорог можно многими способами, но в данном случае использованы два наиболее передовых программных продукта.

Создание интерфейса приложения при помощи средства проектирования программного обеспечения продукции IBM Ration Rose и языка моделирования UML (Unified Modeling Language) позволило выполнить расчетчик машин для строительства автомобильных дороги значительно увеличилосьпроизводительность работ по поиску, выбору и сбору информации, тем самымснижая затраты времени и труда. Автоматизированный программный продуктвыполняет необходимыйвыбор машины для строительства автомобильных дорог ориентируясь на ее характеристики, организует расчетный процесс обеспечения плавности хода машины благодаря наиболее точному и наглядному способу подбора характеристик упруго-вязкой подвески.

Применение другой методологии создания информационно-расчетной системы машин для строительства автомобильных дорог основан на применении CASE-технологии Erwin Data Modeler. Erwin Data Modeler позволяет, используя объектно-ориентированные визуализированные средства, описывает структуру расчетных методик, а затем автоматически

генерирует файлы данных. Идеологии IDEF 0, IDEF 3 и DFD позволяют организовать современный структурированный объектно-ориентированный подход для работы программиста, создавая архитектуру будущей информационной системы.

В процессе разработки информационно-расчетной системы двумя способами были получены следующие выводы:

1. Трудоемкость разработки выше у первого способа.
2. При разработке вторым способом, то есть с использованием CASE-технологии Erwin Data Modeler высокая скорость организации автоматизированной структуры.
3. Разработка в Erwin уменьшая число рутинных операций, сокращает работу при генерации отчетов.

В результате исследований данной работы необходимо отметить, что эффективность применения в проектировании CASE-технологии ERwin Data Modeler путем создания информационно-расчетной системы наиболее ощутима, если в продолжении проекта применить язык объектно-ориентированного программирования UML.

Библиографический список

1. **Куклина, И.Г.** Информатизация и компьютеризация образования при подготовке инженеров строительных и дорожных машин / И.Г. Куклина, В.Н. Худяков // Проблемы транспортных и технологических комплексов: сб. статей III Международной научно-практической конференции 2012 - Н.Новгород. Изд-во НГТУ, 2012. - С. 44-46.
2. **Куклина, И.Г.** Информатизация процесса разработки и выбора техники для содержания автомобильных дорог / И.Г. Куклина, А.П. Куляшов // Строительные и дорожные машины. - 2011. - №1. - С. 32-37.

УДК 004.4

КУЗЬМИН А. Н.

РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

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

Графическое представление результатов расчетов – важная часть математического моделирования. Использование стандартного ПО не всегда позволяет избежать всех возможных проблем (внушительные объемы представляемых данных, отображение данных в виде, удобном для анализа и сопоставления результатов, выполнение сглаживания по некоторому множеству точек или набору параметров, построение необходимой интерполяции или аппроксимации). Эти причины вынуждают разрабатывать приложения (компьютерные программы), которые предоставляют удобную среду для анализа результатов вычислений.

Несмотря на преимущества, предоставляемые векторной графикой, проблемы могут возникнуть, например, из-за точности того или иного метода решения системы дифференциальных уравнений, описывающих математическую модель. Уменьшить погрешность расчетов может помочь метод прогноза и коррекции. Первый шаг данного метода – вычисление грубого значения, второй – уточнение данного значения различными способами, которое может выполняться неоднократно. Для достижения большей точности, приходится уменьшать шаг, что приводит к увеличению количества точек на графике. Кроме того, если конечный график представляет из себя множество графических элементов, которые достаточно сложно представить в виде графических примитивов, то процесс отрисовки одного графика на несколько тысяч значений может занять достаточно продолжительное время. Для увеличения скорости отрисовки сложных графических объектов нужно включить в ПО возможность работы с ресурсами графического ускорителя.

Большинство программ для работы с данным видом графики носят профессиональный характер и требуют большой вычислительной мощности компьютера. Если же пользо-

вателю не требуется на выходе большая точность, то нужно встроить в ПО аппроксимационные алгоритмы и предоставить пользователю выбор между этими вариантами, что позволит снизить стоимость вычислений.

При использовании стандартного ПО иногда возникает дополнительная проблема выполнения вспомогательной конвертации презентуемых данных. Приходится выполнять лишнюю работу: в стороннем приложении готовить новые данные для отображения, выполнять их конвертацию и затем импортировать обратно в приложение. Такие операции, кроме больших временных затрат, требуют достаточно высокой квалификации пользователей, что несомненно влечет дополнительные расходы на их обучение.

Еще одной немаловажной проблемой является размер выходного графического файла после его создания в профессиональных редакторах векторной графики. Планируемое к разработке приложение по работе с векторной графикой должно содержать максимально продуманный алгоритм сжатия выходных файлов.

В качестве средства разработки проектируемого приложения может быть выбрана стандартная библиотека Windows Presentation Foundation (WPF) [1]. WPF представляет аппаратное ускорение графики — все компоненты пользовательского интерфейса визуализируются с помощью видеокарты, что повышает производительность приложения.

-
1. **М. Макдональд.** WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 4.5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов. Изд. Вильямс. 2015

УДК 004.588

МАРЫЧЕВ В.С., КУЛИГИНА Н.О.

ПРИМЕНЕНИЕ LR-АНАЛИЗАТОРА В ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММАХ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Дистанционное обучение – это независимая форма обучения, в которой информационные технологии являются ведущим средством [1].

Дистанционное обучение имеет важные преимущества:

1. Сокращает время на обучение.
2. Повышает качество обучения за счет применения современных средств.
3. Смещает нагрузки в сторону самостоятельных работ студентов.

Одним из способов реализации дистанционного обучения является написание обучающих программ. Рассмотрим обучающую программу для дисциплины «Основы теории компиляции».

Рассмотрим LR-анализатор, так как он является одной из наиболее важных частей компиляции. Другие алгоритмы необходимы для работы анализатора.

LR-анализатор – это такой синтаксический анализатор, цель которого определить принадлежность входной цепочки формальному языку. Результатом работы алгоритма будет правосторонний вывод слова или дерево разбора, построенное снизу-вверх.

В нашем случае анализатор определяет принадлежность входной цепочки контекстно-свободной грамматике как конечному множеству формального языка.

Грамматика – это множество, которое состоит из терминалов, нетерминалов, стартового символа и правил грамматики. Терминалы – это символы, которые вводит пользователь. Нетерминалы – специальные символы грамматики, которые необходимы для построения правил. Также они устанавливают сущность языка. Правила – это множество правил, выраженных в форме: Нетерминал → «правая часть», где правая часть – любая последовательность терминальных символов и нетерминальных. Используя данные правила, анализатор строит результат

Анализатор состоит из стека, входной цепочки символов, выхода, управляющей программы, которая работает с входной цепочкой, и таблицы переходов (данная обучающая программа сама строит таблицу переходов). Управляющая программа анализатора проверяет текущий символ на входе и последний символ в стеке. Затем определяет действие, которое указано в таблице переходов [2].

Схема анализатора представлена на рисунке 1:

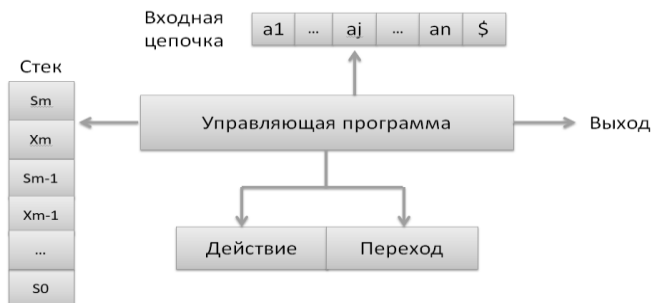


Рис. 1. Схема LR-анализатора

Библиографический список

1. **Зайченко Т.П.** Основы дистанционного обучения: теоретико-практический базис : учебное пособие. — СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2004.
2. **Харитонова, И.Ю.** Алгоритмы теории формальных языков / И. Ю. Харитонова – Н. Новгород, 2012. Стр. 17-33.

УДК 004.056

ОХОТНИКОВ А.Д., ЛЯХМАНОВ Д.А.

КЛАВИАТУРНЫЙ ПОЧЕРК КАК СРЕДСТВО ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире невозможно представить человека, который не был бы связан с информационными технологиями. По оценкам одного информационного ресурса «количество уникальных пользователей интернета в мире достигло 4,021 миллиарда человек. [1] Каждый пользователь в интернете должен иметь свои уникальные идентификаторы и права доступа. На сегодняшний день огромное количество сайтов подвергается ежесекундной атаке. Злоумышленники используют различные способы для подбора идентификационного признака такие, как метод полного перебора, социальная инженерия и другие. В связи с эти появилась необходимость создавать более надежные методы идентификации пользователя. Одним из таких методов стала бихевиористическая идентификация на основе анализа клавиатурного почерка.

Для создания метода идентификации на основе клавиатурного почерка был выбран статистический метод реализации. Рассмотрение различных алгоритмов показало, что почти все исследования проводились на основе удержания клавиш в нажатом состоянии. В процессе данной работы были рассмотрены различные способы выделения уникальных параметров клавиатурного почерка пользователя, в том числе отличные от существующих моделей.

Для определения уникального параметра были проведены различные исследования. Первое заключалось в анализе разности времени между нажатиями клавиш. В результате исследования был построен график, где отчетливо виден «куб» с максимальной частотой использования. Этот участок соответствует пересечению клавиш, несущих лексический смысл, т.е. букв. Было выдвинуто предположение, согласно которому верхняя грань «куба» имеет

уникальную поверхность определенного вида, который сохраняется, не зависимо от психофизических параметров человека. Однако оно не было подтверждено результатами графиками.

Следующим исследованием было построение графика по самому частому сочетанию клавиш. Фиксировались все нажатия определенных клавиш, из них выбиралась самая часто встречающаяся пара, после чего строились графики функций и гистограммы для разницы времени между нажатиями этих клавиш для двух попыток в начале эксперимента, двух попыток в конце и одной попытке в середине. Однако данное исследование также не принесло результатов.

Уникальным идентификатором пользователя оказалась разница времени нажатий между событиями «Key_Down» и «Key_Up» отдельно друг от друга. Данный паттерн находится в первых и последних значениях разницы времени событий, пропорционально изменяется с каждой новой попыткой ввода текста и является уникальным для каждого пользователя. Этот параметр был проверен на 5 пользователях и показал стабильный результат (более 85%), достаточный для однозначной идентификации каждого.

Основным направлением дальнейших исследований будет верификация уникального параметра на большем количестве пользователей. Кроме того, в разработке находится алгоритм математической интерпретации параметра идентификации. При завершении работы над этими вопросами станет возможно создание работоспособного механизма по определению пользователя по его клавиатурному почерку.

1. **Штепан, Е.** В мире четыре миллиарда интернет-пользователей [Электронный ресурс] / Е. Штепан – Режим доступа: <https://nag.ru/news/newslines/100635/v-mire-chetyire-milliarda-internet-polzovateley.html>. Дата обращения: 18.02.2018.

УДК 004.45

ПОТАПОВ А. Д.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ХИМИИ И ХИМИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ

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

Причиной отказа от проведения экспериментов в обычной университетской лаборатории может быть слишком дорогое оборудование или сырье, а также потенциальная угроза жизни и здоровью. А значит, проблемным становится приобретение навыков работы с техническим оборудованием и проверка теоретических знаний и умений будущих инженеров и научно-технических кадров. Для химической отрасли характерны все вышеперечисленные причины и именно она наиболее остро нуждается в альтернативном решении.

Решением указанной проблемы может быть программный пакет, включающий интерактивные элементы обучения и проверки знаний, способный симулировать химические процессы, используя их математические модели, и визуально представлять результаты. Подобный продукт может быть использован в высших учебных заведениях для проведения лабораторных работ и экзаменов, а также может быть внедрен на предприятия соответствующего профиля для отбора кандидатов на должность или для подготовки новых сотрудников.

В основу архитектуры прототипа программного продукта, разрабатываемого группой студентов 2-го курса, была положена гибкая система конструирования лабораторных работ (или экспериментов), позволяющая быстро разрабатывать новые модули для приложения, которые могут быть включены в последующие его сборки. Вычислительная составляющая разрабатываемого приложения реализуется с использованием численных методов решения дифференциальных уравнений [1], а в будущем предполагается проводить моделирование кинетики химического процесса с использованием искусственной нейронной сети [2].

Для реализации проектируемого программного продукта был выбран фреймворк *Qt* для языка *C++* [4]. Причины выбора данного средства разработки:

- Наличие всех необходимых для данного проекта инструментов разработки пользовательского интерфейса;
- Встроенная поддержка *OpenGL* [5], позволяющая в дальнейшем внедрить в приложение элементы трехмерной графики, не меняя его базовую архитектуру;
- Все необходимые компоненты *Qt* распространяется под лицензией *GNULGPL*, что позволяет разрабатывать ПО, используя фреймворк как свободное ПО с открытым исходным кодом.

Библиографический список

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 630 с. - ISBN 5-93208-043-4. - С. 363-375.
2. M. R. Rahimpour, M. Shayanmehr, M. Nazari Modeling and Simulation of an Industrial Ethylene Oxide (EO) Reactor Using Artificial Neural Networks (ANN). - Industrial & Engineering Chemistry Research 2011, 50,6044-6052.
3. Беркинблит М. Б. Нейронные сети. - М.: МИРОС и ВЗМШ РАО, 1993. - 96 с. - ISBN 5-7084-0026-9.
4. Страуструп Б. Язык программирования *C++*. - Бином, 2011. - 1136 с.- ISBN: 978-5-7989-0425-9.
5. Kessenich J., Sellers G., Shreiner D.-Addison-Wesley, 2017 - 802 с. - ISBN: 978-0-13-449549-1.

УДК 004:378.1

ПРИХУНОВ А.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Наравне с обнаружением неисправностей и определением состояния технического объекта, в определенный момент времени, серьезной задачей является прогнозирование состояния технического объекта, а затем и его отказов, которое состоит в том, что на основе полученных данных об изменении параметров неисправные элементы обнаруживаются за некоторое время до их отказа, после чего заменяются или восстанавливаются. Благодаря прогнозированию состояния объекта становится возможным заблаговременно предвидеть отказ и своевременно выполнить его техническое обслуживание. Таким образом при правильном техническом диагностировании объекта и прогнозировании его возможного состояния выполнить техническое обслуживание можно по его фактическому состоянию. Такой подход позволяет уменьшить затраты, связанные с обслуживанием, выполненным по плану [1].

Сложной задачей в прогнозировании состояния любого технического объекта заключается в выявлении информативных признаков. Если рассматривать состояние как набор показателей, которые имеют свои значения, необходимо четко установить границы этих показателей для каждого из возможных состояний. Также следует выполнить тщательный отбор показателей состояний, так как не все из них могут оказаться информативными при прогнозе. В основу прогнозирования состояния технического объекта легли методы и модели, которые позволяют с определенной точностью описать процессы изменения показателей состояния объекта [2].

Дальше встает вопрос о выборе методы прогнозирования. Набор показателей объекта, характеризующие его состояние фиксируются в определенные моменты времени. Таким образом, можно рассматривать состояние технического объекта, как набор показателей, представленных в виде системы временных рядов. Тогда можно сказать, что для прогнозирования его будущего состояния, необходимо знать в каком состоянии объект находится в дан-

ный момент. При использовании такого подхода, функциональная надежность объекта зависит от точности, с которой прогнозируются наборы контролируемых показателей. Для наиболее точного прогнозирования необходимо правильно выбрать математическую модель системы временных рядом.

Полученные результаты прогнозирования можно анализировать с помощью метода нечеткой логики. Он позволяет определить принадлежность каждого показателя (или их набор) к одному из созданных лингвистических термов, переменной с помощью функции принадлежности. Такой способ позволяет задать границы значений показателей для каждого состояния.

Библиографический список

1. **Клячкин, В.Н.** Информационно-математическая система раннего предупреждения об аварийной ситуации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – № 4(4). – С. 919-923.
2. **Дедков, В.К.** Прогностика и косвенное прогнозирование надежности технических объектов. // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2009. С. 108-110.
3. **Голышевский О.А.,** Прокофьев О.В., Модель системы прогнозирования состояний сложного технического объекта // Пензенский государственный технологический университет. – 2018. - №4(44). – С. 19-23.

УДК 378.147

СЛЮДОВА Н.А.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ»

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

В современном мире мы окружены робототехническими и интеллектуальными системами, среди них беспилотные автомобили, умные дома, смартфоны и т.д. Поэтому во время обучения следует большое внимание уделять знакомству студентов с возможностями робототехники [1].

Введение дисциплины «Основы робототехники» для специальности среднего профессионального образования «Информационные системы и программирование» направлено на популяризацию научно-технического творчества и повышение престижа инженерных профессий.

Согласно нормативной базе (закону «Об образовании в РФ») каждая дисциплина должна быть обеспечена учебно-методическим комплексом (УМК). В минимальный состав каждого учебно-методического комплекса электронных средств должны быть включены учебное пособие по дисциплине, дидактические материалы для самоконтроля, текущего контроля знаний, промежуточной и итоговой аттестации, а также лабораторный практикум по дисциплине. Целью данной работы является обеспечение ГБПОУ «Арзамасский коммерческо-технический техникум» современным средством обучения. Задача – разработка электронного учебно-методического комплекса «Основы робототехники» для учебного заведения [3]. Большая часть дисциплины отводится на лабораторные работы. Обучение ведется на базе наборов LegoMindstorms NXT. Набор является серьезным инструментом, позволяющим решать задачи разного уровня сложности [2].

Комплекс содержит 4 электронные презентации для сопровождения лекций, 37 лабораторных работ, фотогалерею, 3 видеоролика, 3 теста для индивидуального прохождения и 3 теста для командной работы. При создании системы использованы язык гипертекстовой разметки HTML, JavaScript и современное средство оформления Web-страниц CSS [4].

Данный учебно-методический комплекс позволяет организовать учебный процесс так, чтобы он стал познавательным, творческим и успешным, формирует позитивное отношение и активный интерес студентов к изучаемому материалу.

Библиографический список

1. Образовательная робототехника: дайджест актуальных материалов / ГАОУ ДПО «Институт развития образования Свердловской области»; Библиотечно-информационный центр; сост. Т.Г. Попова. – Екатеринбург: ГАОУ ДПО СО «ИРО», 2015. – 70 с.
2. **Тарапата, В. В.**, Н. Н. Самылкина. Робототехника в школе: методика, программы, проекты [Электронный ресурс] / Эл. изд. — Электрон. Текстовые дан. (1 файл pdf : 112 с.). — М. : Лаборатория знаний, 2017. ISBN 978-5-00101-531-4
3. **Филиппов С.А.** Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление [Электронный курс] / С.А. Филиппов; сост. А.Я. Щелкунова. - Эл.изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 179 с.). - М. : Лаборатория знаний, 2017.
4. **Пакшина, Н.А.** Емельянова Ю.П. Основы построения тестов и тестирующих программ – Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 164 с.

УДК 004.9

ТИМКОВА С.В.

ЭЛЕКТРОННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «СОЗДАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ WEB-СТРАНИЦ»

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

Невозможно представить современный мир без преимуществ, которые дают нам компьютерные технологии. Мы не можем уже представить свою жизнь без интернета – источника большого объема информации. В интернете мы посещаем различные сайты. Сейчас сайты широко используются в разных целях и позволяют распространять информацию по всей планете. Навыки по созданию сайтов действительно востребованы сейчас, и данное электронное средство обучения послужит первым шагом к разработке собственных продуктов.

Указания посвящены основам языка HTML, структуре Web-страницы и ее основным элементам. Выполнив данную лабораторную работы, студент будет знать, как создать простейшие Web-документы, гипертекстовые ссылки, списки и таблицы, как отобразить несколько Web-страниц на одной.

Ранее данная лабораторная работа выполнялась при использовании методических указаний на бумажном носителе, в них после формулировки задания сразу же давалась инструкция о его выполнении, и студент мог просто перебрать код страницы.

Одной из отличительных особенностей созданного электронного ресурса является то, что подробное разъяснение о том, как создать ту или иную Web-страницу появляется лишь через 10 мин после открытия страницы с заданием. Это значит, что студенту предоставляется время самостоятельно подумать.

Электронные методические указания к лабораторной работе должны содержать: несколько вариантов заданий по каждой теме, образец оформления лабораторной работы, необходимые электронные справочники, выход на краткие теоретические блоки [1].

Структура данного электронного ресурса достаточно проста. Студенту предоставляется начальная страница. Далее, нажав на кнопку «Начать» вы отправляетесь на главную страницу с меню, где вы можете выбрать разделы: - главная страница; - теоретические сведения; - задание; - оформление работы; - тест; - и использованные материалы. Для удобства на всех страницах есть стрелка вверх, кнопка назад на начальную страницу и информация об авторе и рекомендуемых браузер.

Раздел «Оформление лабораторной работы» содержит готовый образец лабораторной работы, который можно скачать. В разделе «Тест» студент закрепляет прочитанную информацию. При написании тестирующей программы использовался принцип дружелюбности, его суть состоит в том, что при неудачном прохождении теста во избежание негативных последствий помимо результата тестирование выводится также подбадривающая цитата [2].

Разработанные электронные методические указания предназначены для дисциплины «Информационные технологии» для студентов бакалавров направлений подготовки «Информационные системы и технологии» и «Прикладная математика» и рассчитаны на 3 часа аудиторных занятий.

Библиографический список

1. **Пакшина, Н.А.** Введение в компьютерные технологии обучения: учеб. пособие / Н.А. Пакшина. – Нижний Новгород: НГТУ, 2010. – 201 с.
2. **Пакшина, Н.А.** Основы построения тестов и тестирующих программ: учеб. пособие. / Н.А. Пакшина, Ю.П. Емельянова – Нижний Новгород: НГТУ, 2014. – 164 с.

УДК 004

УСАНОВ И.Г.

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ С БЛОКОМ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

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

Для управления и ориентации в пространстве летального аппарата необходимо знать скоростные характеристики, в частности, ускорение. Для его вычисления используются такие датчики как акселерометры, в авиационном производстве объединенные в систему, называемую блоком акселерометров (БА). Выявление возможных неисправностей в данном блоке требует сопряжения с ним ПЭВМ, а также устройства преобразователя сигналов между блоком акселерометров и ПЭВМ.

Взаимодействие оператора с пультом осуществляется посредством подключения пульта к ПЭВМ через USB-порт и использования интерактивного программного интерфейса. Для более удобного управления и визуализации процесса тестирования оператору пульта проверки предлагается применение программного обеспечения, составной части автоматизированного рабочего места, которое визуализирует основные параметры работы БА в виде программного приложения с графическими вкладками, каждая из которых объединяет в себе средства контроля за группой функций - снятие показаний, поддержка электропитания и т.д.

В рамках данной работы предлагается организация механизма информационного обмена и вывода данных на экран оператора пульта при помощи платформы Qt, основанной на языке программирования C++, преимущество которой, в отличие от других платформ, состоит в использовании системы "сигналов и слотов" для обеспечения машинезависимой системы обмена информацией между объектами графического интерфейса [1]. Такой подход должен обеспечить универсальность обращения к АСК на большинстве популярных операционных систем.

Проблему некорректного вывода данных при обработке высокочастотных массивов информации с использованием средств языка C++, доходящего до сбоев в работе АСК и аварийного прекращения функционирования, предлагается преодолеть с помощью использования встроенных средств графической обрисовки Qt.

Рассматриваемая в данной работе АСК может применяться при исследованиях и анализе работы акселерометров различных моделей. Достигается подобная возможность за счет того, что изначально в АСК могут быть заложены протоколы обмена информацией для корректного взаимодействия с определенной моделью блока акселерометров.

-
1. **Шлее М.** Qt 4.8. Профессиональное программирование на C++ [Текст] /Шлее М. – [БХВ-Петербург](#), 2012. – 894 с.

УДК 004.942

АБРОСИМОВ К.И., БАГИРОВ М.Б., ЖОЛОБОВ Д.М.,
ЛЬВУТИНА Т.В., МАЗЕНКОВ М.А.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ПРЕЗИДЕНТСКИХ ВЫБОРОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ХОТЕЛЛИНГА-ДАУНСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире все чаще и чаще люди стараются смоделировать различные ситуации, чтобы найти новые закономерности, новые свойства, новые отношения взаимодействий между объектами, используя знания сферы моделирования, а также применяя знания и навыки из области математики, физики и кибернетики.

Предлагается следующая модель президентских выборов, которую можно реализовать при помощи компьютерного моделирования и программных средств.

Пусть на вход программе подается k – количество кандидатов ($G = \{g_1, g_2, g_3, \dots, g_k\}$ – множество всех кандидатов), n – количество дееспособных жителей страны ($J = \{j_1, j_2, j_3, \dots, j_n\}$ – множество дееспособных жителей страны), причем $k \ll n$. Все кандидаты проходят тестирование, в ходе которого оцифровываются параметры кандидата $P = \{p_0, p_1, p_2, \dots, p_r\}$, такие как навыки лидерства, знания экономической теории и прочее. На основе модели Хотеллинга-Даунса [1], при решении жителя j_i за какого кандидата отдать свой голос, будет рассматриваться три главных вопроса $V = \{V_1, V_2, V_3\}$ с весами $W = \{w_1, w_2, w_3\} : (w_1 + w_2 + w_3 = 1)$, которые определяются состоянием страны, в котором она находится. [2][3] Выборы происходят в три этапа:

Первый этап. Формируются на основе законов распределения (нормальное, равномерное, Пуассоновское и т.д.) свойства каждого жителя страны $Q = \{q_0, q_1, q_2, \dots, q_z\}$, такие как, образование, доход, внушительность и прочие. На основе этих данных создается изначальное мнение каждого жителя на все поставленные вопросы $V: \forall j_i (\forall q_j) : \forall s \exists (v_i^{s(1)} \in [0, 1])$, $i = \overline{1..n}$, $s = \overline{1..3}(V_s)$. Также формируется и позиция каждого кандидата на все вопросы ($O_i^{s(1)} \in [0, 1]$), $i = \overline{1..k}$, $s = \overline{1..3}(V_s)$. На этом же этапе происходят дебаты между кандидатами, в ходе которых обсуждаются $O_i^{s(1)}$, на основе которых основана предвыборная политика кандидатов.

Второй этап. Все жители, а также кандидаты, после дебатов под воздействием сильных аргументов и предвыборных политик могут поменять свои взгляды на вопросы V_s на определенную величину $\pm \delta$, причем $\delta \ll 1$, так как человек не может кардинально поменять свое мнение. Формируются Марковские процессы с f состояниями, где состояниями служат значения $\delta^* \in [-\delta; +\delta]$, в которых вероятности перехода рассчитываются на основе свойств и параметров жителей и кандидатов соответственно (например, от навыков лидерства, внушительности и т.д.). На основе этих Марковских процессов происходит перерасчет $v_i^{s(2)}$ и $O_i^{s(2)}$ соответственно. На этом этапе предполагается, что кандидаты имеют информацию о том, что, в общем, думают жители страны о поднятых вопросах V_s , а люди общаются между собой, делятся своим мнением друг с другом, таким образом создается граф, где вершины – это жители страны, а ребра – их взаимодействия, во время выборов. Так как не может каждый

человек пообщаться со всеми n жителями, а лишь с друзьями и редкими незнакомыми, поэтому количество ребер будет колебаться от 1-2 до 10-12.

Третий этап. На основе все тех же Марковских процессах, сгенерированных на втором этапе, производится перерасчет $v_i^{s(3)}$ и $O_i^{s(3)}$ соответственно для жителей и кандидатов. Третий этап заключительный, на котором выявляется победитель выборов, с помощью модели Хотеллинга-Даунса и на основе весов W по каждому вопросу V .

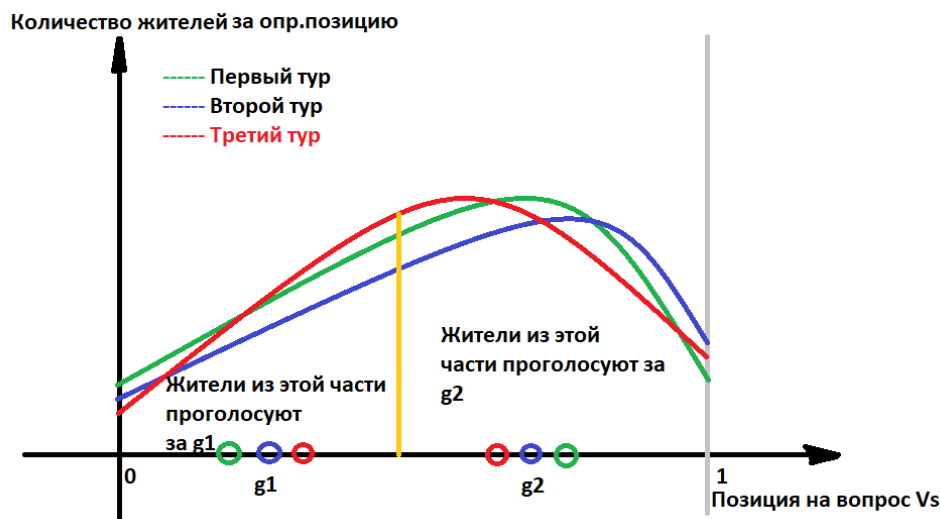


Рис. 1 – Моделирование процесса выборов

Данная модель позволит более полно посмотреть на выборы, используя знания из области социологии и связи с общественностью. Конечно, в реальной жизни все три этапа проходят почти одновременно, но суть от этого не меняется. Дальнейшие исследования будут проводиться, для однозначного определения параметров и их влияние на Марковские процессы и стратегическое взаимодействие $n+k$ игроков (рис. 1).

Библиографический список

1. **Mailath, George J** (1998). DoPeopleplayNashequilibrium? Lessonsfromevolutionarygametheory, *JournalofEconomicLiterature*. 36. 1347–1374.
2. **Hotelling, Harold** (1929). StabilityinCompetition. *EconomicJournal*. 39. 41–57.
3. **Downs, Antony** (1957). *AnEconomicTheoryofDemocracy*. NewYork.

УДК 004.021

АБРОСИМОВ К.И., БАГИРОВ М.Б., ЛЬВУТИНА Т.В.,
ПОЛЯКОВ А.А., ИЛЬИН М.А.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большое число различных профессий основываются на такой фундаментальной науке, как математика. Рассмотрим раздел математики – «Линейное программирование» [1]. Линейное программирование – это направление математического программирования (планирования), изучающее методы решения экстремальных задач, которые характеризуются линейной зависимостью между переменным и линейным критерием.

Транспортные задачи – это специальный класс задач линейного программирования. Они предназначены для разработки наиболее рациональных путей и способов транспортировки то-

варов, устранение чрезмерно дальних, встречных и повторных перевозок. Все это сокращает время продвижения товаров, уменьшает затраты предприятия, связанные со снабжением сырья, материалов, топливом, оборудованием и т.д. [2] Данная задача является прикладной для такой профессии, как Логист. Специалист, работающий в этой области, должен находить путь, который будет являться наиболее оптимальным и минимизированным по затратам перевоза продукции между поставщиком и коммерческими магазинами. Помимо логистов с этой задачей сталкиваются представители менеджмента и управления.

Основной целью проекта является составление программной реализации Транспортной задачи. В качестве языка программирования был выбран Python 3.6 с использованием Структурного подхода. При сравнении метода потенциалов и симплекс-метода нами выявлен наиболее оптимальный из них, а именно - метод потенциалов. Именно он и реализован в качестве решения поставленной задачи. Для опорного план выбран метод северо-западного угла.

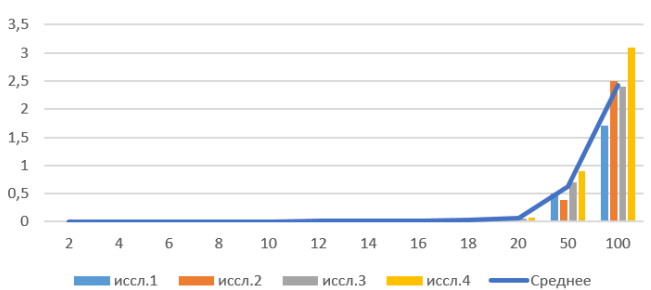


Рис. 1 – Зависимость времени выполнения программы от объема данных

Организация ввода и вывода информации составлена с помощью графического интерфейса и внутри интерфейсных виджетов.

Данная задача относится к классу P, поэтому она решается достаточно быстро. Разработанная нами программа дает возможность пользователю рассчитать данную задачу для $m+n \leq 20$ поставщиков ($m \leq 10$) и потребителей ($n \leq 10$). Это ограничение связано с тем, что вводить данные для матрицы стоимости перевозок очень долго, но, тем не менее, программа работает и для больших m, n (рис.1).

Данные получены искусственно созданными списками больших объемов (для $m+n=100$, был создан список из 2500 элементов, в котором хранились стоимости перевозок). Как и говорилось ранее, работа с большим объемом данных для пользователя закрыта.

Одной из самых главных подзадач является поиск контура (цикла) в транспортной задаче. Нами предлагается следующее решение. Если построить математическую модель данной подзадачи, можно получить ничто иное, как дерево. Однако, мы имеем данные лишь о корне и нужном листочке на дереве, к которому необходимо прийти. Чтобы найти нужный путь, мы использовали метод подбора и структуру данных – стек (рис.2).

Таким образом, мы имеем нужный путь, и координаты, которые хранятся в стеке, для контура, в котором будет происходить перерасчет стоимости. После чего, необходимо пронумеровать данные координаты матрицы «+» и «-» поочередно.

Итак, в ходе работы нами была полностью выполнена программная реализация. Также проведено

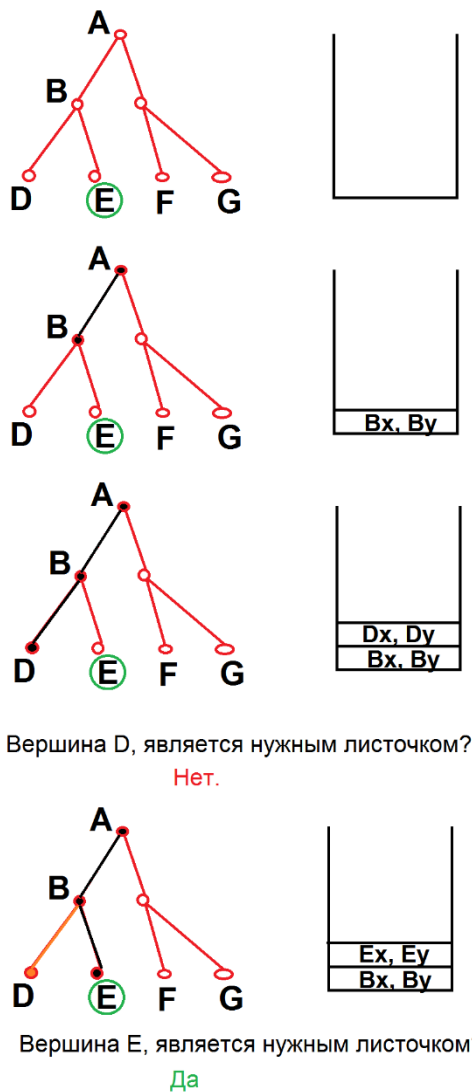


Рис. 1 – Метод подбора и структуру данных – стек

исследование данной реализации, в ходе которого выявлена возможность совершенствования данной программы. Опыт, полученный при разработке данного проекта, можно использовать в реализации поиска опорного плана методом минимальной стоимости, произвести исследование и сравнить показатели каждого метода.

Библиографический список

1. **Н.Л. Леонова**, «Исследование операций», Санкт-Петербург, 2015 год.
2. **И.А. Печерских**, А.Г. Семенов, «Математические модели в экономике», Кемерово, 2011 год.

УДК 004.855

АНИКИН А.А., ДМИТРИЕВ Д.В.

СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Анализ финансовых процессов является сложной задачей. Это связано с тем, что на такие процессы, помимо факторов, поддающихся математическому моделированию, влияет и множество других. Сложность анализа усугубляется еще и тем, что факторы, трудно поддающиеся математическому моделированию, зачастую являются взаимовлияющими. Отсюда следует, что в настоящее время не существует строгих математических подходов к моделированию такого рода процессов[1].

Таким образом, применение различных математических методов из смежных областей научных исследований, является основным инструментом, применяемым на данный момент для решения такого рода задач.

Целью данной работы является анализ применимости сверточных нейронных сетей для прогнозирования временных рядов.

В общем случае, задача заключается в построении такой системы, которая принимая на вход финансовый временной ряд, будет делать прогноз на заданный промежуток времени.

Структура нейронной сети была подобрана экспериментально. Исходными данными для проектируемой нейронной сети являлись финансовые временные ряды разной природы.

В основу определения размерностей входного и выходного слоев нейронной сети были положены следующие условия:

- во входном слое сети количество элементов должно соответствовать длине предыстории, используемой для прогноза;
- выходной слой должен содержать один элемент, определяющий движение прогнозируемого значения.

Для качественного прогноза необходимо пользоваться, во-первых, качественно подготовленными данными, а во-вторых, нейросетями с повышенной сложностью, способными адекватно моделировать целевые зависимости в реальных задачах.

Для подготовки данных использовался «метод скользящих окон», который способен обеспечить обучение сети на «актуальной» информации. Суть метода заключается в определении двух окон: входного и выходного. Входное или обучающее окно (W_n) является вектором значений цен (в рамках данного исследования – нормированных и предварительно обработанных при помощи метода главных компонент) начального эмпирического множества с фиксированной размерностью, которая определяется в начале процесса обучения сети и остается неизменной на всем его протяжении.

В данной работе был предложен новый подход к проектированию архитектуры сверточной нейронной сети, основанный на оптимизации гиперпараметров, а именно оптимизация гиперпараметров с использованием байесовской оптимизации.

По результатам проведенной работы можно сделать вывод, что сверточные нейронные сети являются эффективным средством задачи прогнозирования финансовых временных рядов.

Положительной чертой предлагаемого подхода является достаточно малое время на обучение нейронной сети, по сравнению с другими архитектурами.

1. Головачев С.С. Использование искусственных нейронных сетей для прогнозирования американского фондового рынка в период кризиса // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – №47.

УДК 004.931

БАГИРОВ М.Б.

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПАНОРАМНОГО ОБЗОРА НА ВИДЕОПОТОКЕ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сегодня все большее внимание уделяется интеллектуальным системам помощи водителю (ADAS). В рамках ADAS перспективным направлением является решение задачи визуального информирования о дорожной ситуации, в частности – формирование панорамного обзора и уменьшение слепых зон автомобиля путем использования широкоугольных камер [1].



Рис. 1 - Макет системы кругового обзора

Целью научно-исследовательской работы является разработка системы кругового обзора для автомобилей. Основной задачей научно-исследовательской работы, которую необходимо решить для достижения поставленной цели, является повышение качества формирования панорамного обзора за счет решения задач, связанных с радиальными оптическими искажениями в форме «рыбьего глаза», а также обеспечение возможности работы в режиме реального времени и решение сопутствующих прикладных задач.

На рисунке 1 представлен макет системы кругового обзора, включающий:

Аналоговые камеры высокого разрешения формата AHD (AnalogHighDefinition). Одна HD, другая FullHD. В текущей реализации изображение с камер передается на видеорегистратор и выводится на контрольный дисплей для визуализации. Процесс формирования кругового обзора осуществляется в несколько этапов:

1. Захваченное изображение с камер высокого разрешения передается в центральный компьютер.
2. Устраняются оптические искажения, связанные с эффектом «рыбьего» глаза.
3. Камеры настраиваются с помощью специальных калибровочных шаблонов.
4. «Сшивка» отдельных изображений в общий панорамный вид.

В результате получается панорамное изображение как-бы «вид сверху», позволяющий упростить процедуру парковки любого автомобиля

В перспективе предполагается интегрировать разработанные технические решения в единый программно-аппаратный комплекс интеллектуальной помощи водителю для установки его на ГАЗель-Next.

1. Багиров М.Б. Разработка и исследование алгоритмов многокамерной калибровки для систем помощи водителю // Материалы I Международной научно-практической конференции «Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности». -2018. -С.157-161

УДК 004.934.1

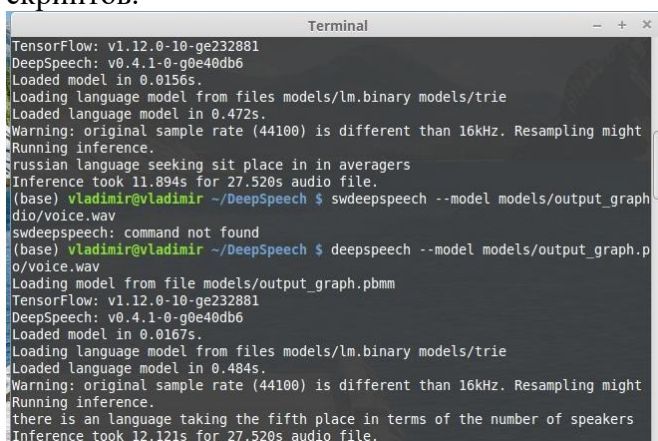
БОРОДИНА Т.Л., БАГИРОВ М.Б., КАРКЛИН Т.Д.,
САЛТЫКОВ В.С., ЗЕНКИН А.А.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ НА ОСНОВЕ БИБЛИОТЕКИ DEEPSPEECH

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Системы распознавания речи стремительно развиваются и играют важную роль в создании и усовершенствовании поисковых систем, а также систем голосового управления, которые постепенно начинают выходить за пределы смартфонов и становятся важной частью повседневной жизни людей. Проект по распознаванию речи актуален в настоящее время, так как помимо поисковых систем, данная технология может использоваться в системах «умного дома» и голосовых помощниках.

Постановка задачи: разработать систему распознавания речи на основе данных, полученных с аудио-потока и выполнения на основе полученных данных соответствующих скриптов.



```
Terminal
TensorFlow: v1.12.0-10-ge232881
DeepSpeech: v0.4.1-0-g0e40db6
Loaded model in 0.0156s.
Loading language model from files models/lm.binary models/trie
Loaded language model in 0.472s.
Warning: original sample rate (44100) is different than 16kHz. Resampling might
Running inference.
russian language seeking sit place in in averagers
Inference took 11.894s for 27.520s audio file.
(base) vladimir@vladimir ~/DeepSpeech $ swdeepspeech --model models/output_graph
dio/voice.wav
swdeepspeech: command not found
(base) vladimir@vladimir ~/DeepSpeech $ deepspeech --model models/output_graph.p
o/voice.wav
Loading model from file models/output_graph.pbmm
TensorFlow: v1.12.0-10-ge232881
DeepSpeech: v0.4.1-0-g0e40db6
Loaded model in 0.0167s.
Loading language model from files models/lm.binary models/trie
Loaded language model in 0.484s.
Warning: original sample rate (44100) is different than 16kHz. Resampling might
Running inference.
there is an language taking the fifth place in terms of the number of speakers
Inference took 12.121s for 27.520s audio file.
```

Рис. 1 – Реализация программы
по распознаванию речи

В результате тестирования было установлено, что DeepSpeech хорошо и быстро обрабатывает и распознает аудиофайлы длительностью около минуты, что достаточно для качественного распознавания нескольких предложений (рис. 1).

Таким образом, в результате тестирования была отмечена высокая скорость работы, а также точность распознавания английской речи. Благодаря данным характеристикам DeepSpeech может применяться не только для голосовых помощников, использующих узкоспециализированный тематический словарь, но и для приложений, в которых необходимо более длительное распознавание.

1. DeepSpeech Documentation Размещена на: <https://deepspeech.readthedocs.io/en/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТУРНОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ПОИСКА КОНЦЕНТРИЧЕСКИХ ОКРУЖНОСТЕЙ «HOUGHTRANSFORM»

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время количество приложений, основанных на использовании компьютерного зрения, стремительно растет. Так, одним из наиболее распространенных алгоритмов для обработки изображений является преобразование Хафа. «Hough Transform» – это алгоритм, предназначенный для обнаружения прямых и кривых линий на полутоновых или цветных изображениях, частными случаями которых являются эллипсы и окружности. С его помощью стало возможным распознавание контуров зданий, диагностирование циркулирующих опухолевых клеток, выявление диабетической ретинопатии. Исходя из вышесказанного, исследование выбранной области является крайне актуальным в данный момент времени.

Цель данного исследования заключается в оптимизации существующего алгоритма Хафа и его адаптации для поиска наиболее мелких объектов-окружностей.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. обойти проблему разрастания трехмерного накопителя (небольшого зашумления);
2. решить проблему «центра-кандидата» [1];
3. выполнить контурный анализ.

Рассмотрим реализацию исходного алгоритма.

Точки, лежащие на одной окружности можно представить формулой (1).

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2 \quad (1)$$

В формуле (1): $(a; b)$ – координаты центра окружности; R – радиус данной окружности. Тогда семейство окружностей будет задаваться формулой (2).

$$F(a, b, R, x, y) = (x - a)^2 + (y - b)^2 - R^2 \quad (2)$$

Как видно из формулы (2), для нахождения заданных окружностей необходимо ввести 3 параметра, а именно координаты центра окружности и ее радиус, что приводит к увеличению пространства Хафа. Данный процесс негативно сказывается на скорости работы алгоритма, уменьшая его быстродействие. Для того чтобы исключить данный аспект, для поиска окружностей применяется градиентный метод Хафа [2].

Модифицированная версия алгоритма основывается на контурном анализе:

1. предварительная обработка изображения – сглаживание;
2. градация серого для изображения;
3. нахождение границ, применение оператора Собеля в явном виде;
4. перебор контуров, их фильтрация и поиск шаблона минимальных окружностей.

В ходе исследования были выявлены следующие закономерности:

1. За счет свертки исходного изображения с гауссовым фильтром удалось адаптировать алгоритм к чувствительности шумов.

2. В ходе экспериментального тестирования установлено, что пороговое значение оказывает слабое воздействие на результат работы алгоритма, а уменьшение размера гауссова ядра, наоборот, дает наиболее точное приближение к действительным границам и контурам изображения.

Библиографический список

1. **Hough P. V.** C.Hough P. V. C. Methods, Means for Recognizing Complex Patterns / U.S., Patent 3069654, 1962. P.188.
2. **Ballard D. H.**Ballard D. H. Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes\Slash Pattern Recognition. 1981. 13(2). P.~111--122.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ ПО ВИДЕОПОТОКУ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Задача распознавания эмоций является одной из наиболее обсуждаемых и востребованных в сфере искусственного интеллекта. Ее решение находит широкое практическое применение: активно используется в программном обеспечении системы видеоаналитики умных городов, трекинге состояния человека за рулем, в сферах торговли и образования, а также в системе безопасности – производится идентификация эмоционального состояния людей в толпе и дальнейший анализ с целью обнаружения и пресечения преступных актов. Распознавание эмоций напрямую связано с другой не менее важной задачей компьютерного зрения – детектированием лиц. Совокупность этих задач будет рассмотрена для обработки получаемой визуальной информации.

Целью рассматриваемого проекта является разработка приложения, определяющего эмоциональное состояние человека по видеопотоку. Существует множество различных способов решения этой задачи, однако, в настоящее время наиболее точные результаты дают алгоритмы, базирующиеся на использовании сверточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network, CNN)[2].

Модель нейронной сети предполагается обучить на наборе изображений (датасете), содержащем более 35000 изображений выражений лиц для семи классов эмоций: гнев, отвращение, страх, радость, грусть, удивление, нейтральность. Перед тем, как подавать данные на вход модели, будет произведена их предобработка и аугментация[1].

Для анализа эффективности нейросетевой модели будут использоваться такие метрики качества, как полнота и точность, которые выражаются через следующие величины: TP (число правильно определенных объектов), TN (число пропущенных объектов), FP (количество ложных срабатываний). Полученные результаты будем оценивать с помощью F-меры – характеристики, которая позволяет дать оценку одновременно по точности и полноте.

Для решения задачи детектирования лиц предполагается использовать метод Виолы-Джонса, т.к. он является одним из лучших по соотношению показателей скорость работы/качество распознавания. Для улучшения его работы в режиме реального времени и уменьшения процента ложного срабатывания необходимо предпринять ряд мер:

- ускорить алгоритм при помощи векторных инструкций процессора SIMD;
- векторизовать вычисление взвешенных интегральных сумм;
- распараллелить подсчет нескольких точек в одном SIMD-векторе;
- изменять шаг движения сканирующего окна в зависимости от номера классификатора в каскаде, на котором данное окно отвергается.

Таким образом, для достижения указанной цели необходимо решить следующие основные задачи:

- Модифицировать алгоритм Виолы-Джонса по детектированию лиц.
- Изучить архитектуру сверточной нейронной сети. Произвести оптимальный подбор ее слоев и контроль количества эпох, чтобы исключить переобучение.
- Выполнить программную реализацию.
- Произвести анализ качества полученных результатов с помощью F-меры.

Библиографический список

1. **He K.** et al. Deep residual learning for image recognition // In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2016. – P. 770-778.
2. **Farfadi S.S.**, Saberian M.J., Li L.J. Multi-view face detection using deep convolutional neural networks // In Proceedings of the 5th ACM on International Conference on Multimedia Retrieval. – 2015. – P. 643-650.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, безопасности дорожного движения уделяется достаточно много внимания, потому как автомобиль является источником повышенной опасности. Одной из мер безопасности при управлении автомобилем, прописанных в правилах дорожного движения, является наличие пристегнутого ремня безопасности. Пункт 2.1.2 четко оговаривает 2 момента, за которые отвечает водитель: водитель сам должен быть пристегнут ремнем безопасности и проследить, чтобы все пассажиры были пристегнуты.

По статистике на 2018 год 30% пассажиров и 22% водителей не пристегиваются вообще. При том, что использование ремней безопасности, по словам экспертов, снижает риск тяжелых травм и гибели 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, т.к. в настоящее время у водителя существует возможность обмануть как датчик внутри автомобиля, так и дорожную камеру, что зачастую приводит к трагическим событиям.

Для работы предлагаемой системы потребуется IP-камера, после настройки которой, необходимо собрать датасет для обучения нейронной сети. Для распознавания владельца автомобиля или водителя каршеринга потребуется около десяти фотографий, которые можно взять, например, из социальной сети Instagram, еще несколько сотен кадров можно получить с IP-камеры, с помощью библиотеки алгоритмов компьютерного зрения OpenCV. Библиотека открыта, ее можно бесплатно использовать как в учебных, так и коммерческих целях. Итого для распознавания водителя потребуется по 200 фотографий для обучения.

Для обнаружения лиц можно применить решение, которое с помощью открытой библиотеки Tensor Flow реализует архитектуру MTCNN. На основе собранного датасета с помощью ResNet уже извлекаются уникальные наборы характерных признаков лиц. Полученные данные будут использоваться для обучения SVMs, который впоследствии и будет классифицировать людей, управляющих автомобилем.

Но обнаруживать и распознавать человека, который сидит в машине недостаточно, поэтому должен быть реализован идентификатор «нагрузки», т.е. пристегивается ли человек или нет - с помощью различных функций OpenCV.

Для определения процесса «пристегнуться» предлагается добавление к системе нейросети Temporal Relation Network (TRN), которая обрабатывая видеозапись, выделяет кадры с манипуляциями и создает из них несколько кластеров, которые позже сравнивает с известными видами манипуляций. Реализация предлагаемого подхода позволит снизить процент нарушений и повысить безопасность управления автомобилем.

-
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.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЙ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ И С ИТЕРАТИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ

АПИ (ф) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Итеративное обучение в последнее время стало широко использоваться в повторяющихся процессах управления с целью повышения точности. Повторяющийся характер процессов позволяет запомнить информацию на текущем повторении и затем использовать ее для коррекции управляющего воздействия на следующем повторении. Общий алгоритм управления с итеративным обучением имеет вид.

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

где u_k – управляющий сигнал на k -м повторении, Δu_{k+1} – корректирующая поправка к управлению на следующем повторении.

Пусть $y_{ref}(t)$ – желаемая траектория, которой должен следовать выходной сигнал системы $y(t)$ и $e_k(t) = y_{ref}(t) - y(t)$ – ошибка воспроизведения желаемой траектории на k -м повторении. Желаемая точность будет достигнута, если корректирующую поправку сформировать таким образом, что $e_k(t) \rightarrow 0$ при $k \rightarrow \infty$. Таким образом, один из возможных подходов к синтезу управления с итеративным обеспечением состоит в формировании корректирующей поправки, обеспечивающей указанное условие.

В [1] разработан метод синтеза управления с итеративным обучением на основе векторных функций Ляпунова. В данной работе этот метод в сочетании с техникой линейных матричных неравенств применяется для синтеза управления с итеративным обучением однозвенным манипулятором, имеющим жесткий привод, описываемым дифференциальным уравнением

$$J\ddot{\theta} = -(0.5mgl + Mgl)\sin\theta + u, \quad (2)$$

где J – момент инерции нагруженного звена; θ – угол поворота звена; m – масса звена; g – ускорение свободного падения; l – длина звена; M – масса груза; u – управляющий крутящий момент.

Рассмотрим уравнения, описывающие следующую модель в пространстве состояний:

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Ax(t) + Bu(t), \\ y(t) &= Cx(t), \end{aligned} \quad (3)$$

где $x \in \mathbb{R}^n$ – вектор состояний; $u \in \mathbb{R}^m$ – управляющий вход; $y \in \mathbb{R}^r$ – вектор выходных значений; A, B, C – матрицы в пространстве состояний.

При управлении с обратной связью, независимо от числа повторений, имеет место одна и та же динамическая ошибка. Управление с итеративным обучением за счет использования памяти корректирует входной сигнал после каждого повторения, что позволяет уменьшать ошибку с увеличением числа шагов.

Моделирование и сравнительный анализ алгоритмов управления применительно к системе (2) показали, что управление с обратной связью имеет постоянную ошибку, поэтому управление с итеративным обучением является более выигрышным, т.к. обеспечивает более высокую точность.

-
1. **P. Pakshin, J. Emelianova, K. Galkowski, E. Rogers.** Iterative Learning Control Design for Discrete Stochastic Linear Systems // Proceedings of European Control Conference – Naples. Italy. 2019. P. 1 – 6.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРАКТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ОБ ЭМОЦИОНАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эмоциональное состояние – это психическое явление, которое возникает у человека в результате реакции на какой-либо объект или ситуацию. Основой любого эмоционального состояния являются эмоции, которые определяются как особый процесс, выражающий переживание человеком его отношения к окружающему миру и самому себе [1]. Эмоции могут быть выражены различными способами, однако наибольшей выразительностью обладает лицо человека.

Разрабатываемый программный модуль предполагает на основе выражения лица человека определять его эмоциональное состояние, информация о котором в дальнейшем используется в процессе интерактивной визуализации. Под интерактивной визуализацией понимается организация обратной связи от компьютера к пользователю таким образом, что то или иное эмоциональное состояние будет приводить к изменению некоторой виртуальной среды. В рамках работы виртуальной средой является компьютерная игра «Тетрис», реализованную с помощью Unity, а эмоциональное состояние человека влияет на изменение игрового процесса.

Для решения задачи распознавания эмоционального состояния пользователя применяется сверточная нейронная сеть (СНС), т.к. СНС не требует предварительной обработки входных данных, не зависит от модели физики лица и является одним из наиболее эффективных алгоритмов по работе с изображениями.

Для обучения СНС использовалась специально подготовленная база данных, содержащая изображения лиц, каждое из которых соответствует одной из 7 основных эмоций человека: радость, удивление, грусть, отвращение, гнев, страх или нейтральное состояние.

Структура сверточной нейронной сети включает в себя 8 слоев свертки с размером ядра 3x3 и количеством фильтров от 64 до 512, 4 слоя пулинга после каждого второго слоя свертки с выбором максимума и размером ядра 2x2, 3 полносвязных слоя с функцией Softmax в завершении сети, которая формирует вероятность принадлежности входного изображения к каждому классу эмоций. В качестве функции активации нейронов используется функция ReLU, для контроля переобучения сети применяется метод Dropout и пакетная нормализация.

В результате обучения СНС формируется модель, способная выдавать верные результаты классификации на основе данных, не участвовавших в процессе обучения. Обученная таким образом модель используется для определения эмоционального состояния.

На основе заложенных правил при разработке игры в зависимости от эмоционального состояния игрока и текущего состояния игры в игровой процесс вносятся изменения при формировании следующей игровой фигуры – тетромينو. Следующая фигура определяется путем анализа комбинаций фигур на сцене и выявления на основе него наиболее предпочтительной фигуры для выигрыша игрока. Если текущее эмоциональное состояние игрока и те-

кущее состояние игры не соответствуют ни одному из правил, то игра продолжается без внесения изменений в игровой процесс.

1. Ильин Е.П. Эмоции и чувства / Е.П. Ильин – М: Вильямс, 2001 – 669 с.

УДК 004.932.72'1

ЛОМАЙКИН А.В., МАРТЫНЮК М.В., КАПРАНОВ С.Н.

СЕГМЕНТИРОВАННОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНО ИСКАЖЕННЫХ ШТРИХ КОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

подавляющее большинство продаваемых потребительских товаров имеет штрих-код. Хотя существуют десятки систем штрих-кодов, используемых в различных областях, потребительские товары обычно используют либо UPC-A, либо EAN-13, которые и рассматриваются в данной работе.

В работе рассматривается алгоритм распознавания, разработанный для чтения штрих кодов с перспективными искажениями и расположенными на изображении произвольно.

На вход алгоритма подается функция интенсивности, вычисленная вдоль линии сканирования, а также координаты точек, вдоль которых она вычислена (две из них – координаты на изображении и третья – фокусное расстояние). Линия сканирования должна проходить через все штрихи и может помимо границ штрих кода содержать посторонние объекты. Основным элементом алгоритма является паттерн или шаблон, соответствующий любому штрих коду. Это три группы контрольных штрихов, а также начало и конец каждого цифрового сегмента. Шаблон является кусочно-постоянной функцией и представляет собой -1 на месте черных штрихов, 1 на месте белых и 0 на месте пропущенных сегментов цифр.

При распознавании кода основной задачей является определение его границ на линии сканирования. Для этого используется оптимизационный алгоритм, работающий с функцией трех переменных (1):

$$res(\alpha, d, x_0) \rightarrow \max \quad (1),$$

Где α, d, x_0 - параметры проекционного преобразования, при котором паттерн наилучшим образом проецируется в имеющуюся проекцию (функция интенсивности)

res - скалярное произведение спроецированного паттерна и функции интенсивности

Так как функция интенсивности имеет разные уровни нуля, единицы и минус единицы, для изображений с сильными перспективными искажениями не корректно находить скалярное произведение функции интенсивности и паттерна на всей линии сканирования. Вместо этого алгоритм делит функцию интенсивности и паттерн в соответствующих точках на сегменты: цифровые и три контрольных. После этого находится скалярное произведение на каждом из таких сегментов и результаты суммируются. При этом используется метод наименьших квадратов (2) и (3) для нахождения цифровых коэффициентов, при которых спроецированный паттерн наилучшим образом ложится на функцию интенсивности на том же участке. Для цифрового сегмента:

$$P = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2),$$

где X - паттерн, Y - функция интенсивности

Для трех групп контрольных штрихов используется комбинация сигналов и их коэффициентов: сам паттерн, постоянная составляющая, а также линейная составляющая отвечающая за наклон паттерна:

$$P = (A^T A)^{-1} A^T Y \quad (3)$$

Разработанный алгоритм показал высокую скорость обработки и распознавания штрих кодов UPC-A и EAN-13.

УДК 004.93

ЛЬВУТИНА Т.В., БАГИРОВ М.Б., ИЛЬИН М.А.,
ПОЛЯКОВ А.А., АБРОСИМОВ К.И.

РАСПОЗНАВАНИЕ QR-КОДА НА ВИДЕОПОТОКЕ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

QR-коды занимают все больше и больше места в мире телекоммуникаций и производства. Этот специальный двумерный код имеет большую емкость, простоту в чтении и сканировании вычислительными устройствами, что делает его удобным в применении.

Целью данного проекта является разработка программного обеспечения, которое позволяло бы быстро считывать информацию, закодированную в QR-коде, и записывать ее в файл. В качестве технического средства была использована фронтальная камера, в качестве среды разработки - PyCharm, а в качестве языка программирования – Python. Для распознавания QR-кода была использована библиотека OpenCV - это библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом (OpenSourceComputerVisionLibrary), разработанная компанией Intel на языке программирования C/C++. Также, она существует для некоторых других языков, например, для Python, Java. Включает в себя различные алгоритмы компьютерного зрения, распознавания изображений и многое другое. Все желающие могут использовать библиотеку OpenCV бесплатно [1]. OpenCV не имеет каких-либо выделенных модулей, которые можно использовать для декодирования штрих-кодов и QR-кодов. Однако OpenCV может облегчить процесс их считывания, включая загрузку изображения с диска, захват нового кадра из видеопотока и его обработку. Получив изображение или рамку, мы можем передать его в специализированную библиотеку декодирования штрих-кода Python, например, pyzbar [2], именно она и была использована в данном проекте.

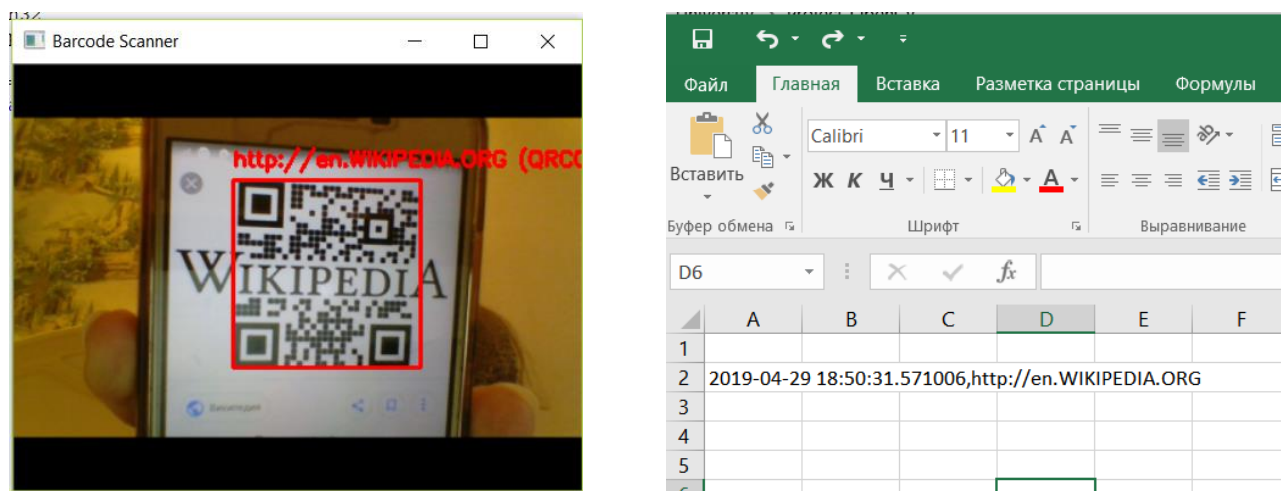


Рис. 1 - Результат работы разработанной программы

Нами разработано приложение, в котором реализуются методы для получения первичных данных и их обработки. В начале мы подключаемся к фронтальной камере с помощью библиотеки imutils.video, а именно метода VideoStream, находим в кадре QR-код, делаем снимок и далее начинаем его обработку. Открываем выходной CSV-файл, в который бу-

дет записываться считываемая с кода информация, а также дата и время декодирования QR-кода. Далее необходимо найти положение QR-кода на изображении, это нетрудно сделать, потому что QR-код предоставляет три шаблона поиска в верхнем левом, верхнем правом и нижнем левом углу – это так называемые мишени, по которым можно построить ограничительную рамку кода и нарисовать ее. Мишень – это область QR-кода, образованная тремя вложенными квадратами с отношением сторон 7:5:3. Считаем мишенью квадрат, имеющий внутри себя два вложенных квадрата. После того, как были определены границы QR-кода, программа рисует ограничивающий прямоугольник на изображении вокруг обнаруженного кода, затем декодирует QR-код в строку «utf-8» и извлекает тип кода. Это необходимо сделать, чтобы выполнить команду decode ("utf-8"). Данная функция служит для преобразования байтового массива в строку. Полученная декодированная информация выводится на экран, а также записывается в выходной CSV-файл. После чего программа готова к декодированию следующего кода.

Таким образом, результатом работы разработанной программы является CSV-файл, в котором содержится информация обо всех считанных QR-кодах (рис.1). Данная программа позволяет добавить различный функционал. Планируется добавить NFC-метку [3], связанную с данными, полученными из QR-кода, чтобы объединить в одну структуру. Каждая ячейка информация будет иметь уникальные QR-код и NFC-метку.

Библиографический список

1. OpenCV <https://opencv.org/>
2. Zbar <https://pypi.org/project/zbar/>
3. NFC <https://pypi.org/project/nfcpy/>

УДК 004.4

ПОЛЯКОВ А.А., БАГИРОВ М.Б., ЛЬВУТИНА Т.В.,
АБРОСИМОВ К.И., ИЛЬИН М.А.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ОПЛАТЫ ПРОЕЗДА С ПОМОЩЬЮ NFC-КОЛЬЦА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Каждый из нас ежедневно совершает оплату проезда на автобусе или покупок в магазине. В данный момент существуют множество устройств с NFC модулем, которые позволяют производить оплату быстрее и удобнее чем наличными денежными средствами. Это могут быть мобильный телефон или дебетовая карта с поддержкой NFC модуля. Однако при оплате приходится доставать кошелек или же телефон из кармана или сумки, что иногда оказывается неудобным и долгим процессом. Кольцо с NFC модулем решает эту проблему и позволяет быстрее и легче оплатить покупки[1].

NFC расшифровывается как NearFieldCommunication или «ближняя бесконтактная связь». По своей сути это небольшой чип, который служит для совершения бесконтактного обмена информацией на небольшом расстоянии между приемником и передатчиком. Такие модули получили популярность за счет маленького потребления энергии. В конструкции девайса установлен специальный чипсет NFC, который прекрасно совместим с любыми устройствами, поддерживающими функцию бесконтактной передачи данных. На этот модуль записывается информация с банковских карточек, ключей от домофона, проездных билетов в общественном транспорте и многое другое.

Целью данного проекта является разработка кольца с NFC модулем. Прежде чем приступить к работе, требуется определиться с программным обеспечением, а также с необходимыми комплектующими. Для программного взаимодействия с NFC модулем нужны специальные библиотеки. Чтобы работать с модулем rfid rc522 можно использовать стандарт-

ную библиотеку RFID, однако есть и другая, написанная специально под данный модуль - MFRC522 [2]. Обе библиотеки вполне удобны, однако в MFRC522 больше специальных функций, позволяющих максимально сократить итоговый код программы. В ходе сравнительного анализа этих двух библиотек, для дальнейшей работы нами была выбрана MFRC522. Также потребуется программное обеспечение для работы с RaspberryPi[3]. В качестве устройства, с помощью которого будет производиться передача данных, выбрана плата Raspberry Pi3b и модуль rfid rc522. Корпус для кольца мы возьмем готовый.



Рис. 1 – Взаимодействие техники через NFC модуль

Однако область применения кольца с NFC модулем не заканчивается на бесконтактной оплате. Также с помощью такого кольца можно проходить через турникеты в учебном учреждении или офисе, в котором вы работаете, открывать дверной замок, взаимодействовать с домашней техникой и многое другое (рис.1).

NFC-технологии одни из самых развиваемых на рынке, так как позволяет быстро и очень удобно совершать различные транзакции. В современном мире почти каждый человек имеет огромное количество карт (банковских, скидочных и прочее), которые постоянно теряются или забываются. Именно поэтому теперь возможно хранить все эти карты у себя в телефоне. Дальнейший же этап развития NFC-технологий уже за нами, чтобы привязывать важные карты уже с повседневными вещами, которые каждый человек носит, будь то кольцо, браслет или очки. Не стоит забывать, что технологии «Умный дом», также включают в себе и те самые NFC-технологии, которые используются совершенно с другими целями и идеями, открывающими новые горизонты применения NFC.

Библиографический список

1. **Багиров М.Б.** ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ NFC В РАЗЛИЧНЫЕ СФЕРЫ ЖИЗНИ / Багиров М.Б., Бушуева М.Е.,// Сборник материалов XV Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» - 2017. – С. 71
2. RC522 RFIDTag Размещено на: <https://www.raspberrypi-spy.co.uk/2018/02/rc522-rfid-tag-read-raspberrypi/>
3. RaspberryPI Размещено на: <https://www.raspberrypi.org/>

АЛГОРИТМ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ТОВАРОПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ ПРИ УСЛОВИИ НЕСОБЛЮДЕНИЯ ГРАФИКА ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

В настоящее время в России быстрыми темпами происходит становление цифровой экономики, предусматривающей использование автоматизированных систем, а вместе с ней получила бурное развитие логистическая отрасль. Для структурированной работы логистической системы было введено понятие товаропроводящей сети (ТПС), определяющей оптимальный маршрут доставки продукта от пункта производства до конечного потребителя, предусматривающий рациональное использование потоковых процессов с минимальными затратами на материальные, трудовые и временные ресурсы.

Цель данного исследования заключается в выполнении диагностики работы товаропроводящей сети по выявлению зависимости между устойчивостью ТПС с заданными функциями производства и потребления продукции от приостановки функционирования пунктов производства ввиду их планово-предупредительного ремонта (ППР).

Главным условием стабильной работоспособности ТПС является условие устойчивости. Товаропроводящую сеть будем считать устойчивой на определенном интервале времени, если, при исключении узлов производства, запас продукции, находящийся на складах, полностью удовлетворяет функцию потребления, не вызывая дефицита товара, а так же доходы с производства будут превышать затраты, включающие в себя стоимость сырья, транспортировку, аренды складских помещений и др.

Товаропроводящую сеть можно представить в виде ориентированного графа, дугами которого являются маршруты транспортировки продукции, а узлы – пункты производства, складирования и потребления продукции соответственно. Согласно данной графической интерпретации целевая функция задачи примет вид (1) с ограничениями по времени, отведенному на планово-предупредительный ремонт, и затратами на материальные и трудовые ресурсы.

$$F = \sum_{j=1}^n V_{1,j} b_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\text{где } b_j = \{0,1\}$$

$V_{1,j}$ – j – ый пункт потребления

b_j – участие j – ого пункта потребления в ППР.

Библиографический список

1. **Васильев Д.А., Шабельникова А.Ю.**, Оптимизация графика планово-предупредительного ремонта в условиях автоматизированного управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования // Электроника и информационные технологии. – 2009 специальный выпуск (6) – 2009.
2. **Боева Л.М., Основина О.Н., Основин С.В.**, Оптимизация планово-предупредительных ремонтов в рамках информационной системы «Планирование ремонтов» // Инженерный вестник Дона. – 2016 №2.
3. **Карпов Д.В.**, Теория графов // СПб.: Санкт-Петербургское отделение Мат. института им. В. А. Стеклова РАН, 2017. — 482 с.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ РАСФОКУСИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВИНЕРА

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

Восстановление смазанных изображений является одной из важнейших задач на современном этапе развития цифровой обработки изображений. Существует множество случаев, в которых искаженная картинка была получена в результате наличия шумового эффекта, неправильной экспозиции, дисторсии и расфокусирования кадра. Одним из часто используемых алгоритмов, преобразующих расфокусированное изображение в первоначальный вид, является фильтр Норберта Винера.

Постановка задачи фильтра Винера описывается следующими функциями [2]:

$f(x, y)$ – исходное неискаженное изображение;

$f_1(x, y)$ – искажающая функция пикселей;

$f_2(x, y)$ – аддитивный шум;

$g(x, y)$ – результат искажения.

Постановку задачи исходного алгоритма можно представить с помощью целевых функций математического программирования и применить к ним многокритериальную оптимизацию: процесс одновременной оптимизации нескольких конфликтующих целевых функций для поиска оптимальных коэффициентов вектора-свертки [1], обеспечивающих наилучший результат обработки изображений. Задача многокритериальной оптимизации состоит в поиске вектора целевых переменных, удовлетворяющего наложенным ограничениям и оптимизирующего векторную функцию, элементы которой соответствуют целевым функциям. Так функции искажения пикселей и аддитивного шума будут направлены на их минимизацию. В исходную задачу добавятся две новые функции: среднее квадратичное отклонение, направленное на минимум с целью уменьшения погрешности и Pixels Per Inch (PPI) – плотность пикселей изображения, которое должно быть максимально.

Введем обозначения новых целевых функций:

$f_3(x, y)$ – среднее квадратичное отклонение;

$f_4(x, y)$ – Pixels Per Inch.

С учетом изменений постановка задачи примет вид системы 1:

$$\begin{cases} f_1(x, y) \rightarrow \min \\ f_2(x, y) \rightarrow \min \\ f_3(x, y) \rightarrow \min \\ f_4(x, y) \rightarrow \max \end{cases}$$

Представим систему (1) в виде задачи многокритериальной оптимизации:

$$g(x, y) = w_1 f_1(x, y) + w_2 f_2(x, y) + w_3 f_3(x, y) - w_4 f_4(x, y) \rightarrow \min(2)$$

Далее задача решается подстановкой в целевые функции формул исходного преобразования Винера и определением оптимального качества изображения за счет подбора коэффициентов вектора-свертки (3).

$$w = \{w_1 \dots w_4\}, \text{ причем } \sum_{i=1}^4 w_i = 1(3)$$

Библиографический список

1. Бушуева М.Е., Беляков В.В., Макаров В.С., Колотилин В.Е. «Многокритериальная оптимизация контролепригодности диагностических систем в условиях нечеткого состояния объекта» // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=7881> (дата обращения: 23.02.2019).
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Москва, Техносфера, 2006, 1072 с.

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ В АУДИО И ВИДЕО ПОТОКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мультимодальное распознавание человеческих эмоций является сложной задачей, решение которой может применяться в различных сферах деятельности, таких как анализ психологического и эмоционального состояния людей, создание мультимедийных приложений, оценки эффективности рекламы и переговоров.

Основными способами передачи эмоций являются мимические выражения на лице человека и изменение звуковых характеристик голоса, таких как сила, тон, темп. К настоящему времени стандартные методы интеллектуального анализа данных не обеспечивают высокой эффективности, так как для распознавания эмоций на произвольных данных необходимо учитывать вариативность поз лица, освещенности, загроможденные фоны, шумы на аудио и видео, а также сложности с дифференциацией похожих эмоций. Также отдельной проблемой является способ классификации типов эмоций человека. В своем исследовании мы используем классификацию, которая стала классикой в данной области, - выделение шести основных (базовых) эмоций: злости, счастья, грусти, удивления, страха и отвращения, а также дополнительного состояния - нейтрального.

Относительно новым подходом к решению задачи по распознаванию эмоций является применение глубокого обучения искусственных нейронных сетей. Глубокое обучение является популярной областью исследований и дает наилучшие результаты для сложных задач, таких как классификация изображений, обработка естественного языка и распознавание речи.

Основной задачей нашего исследования являлось изучение текущих трендов в разработке архитектур нейронных сетей, построение и тестирование собственной модели на базе известных подходов с целью улучшения точности распознавания. На текущий момент наилучшие результаты показывают архитектуры на основе сверточных (Convolutional Neural Network, CNN) и рекуррентных нейронных сетей (Recurrent Neural Network, RNN), развитием этих подходов является применение ансамблей сетей, состоящих из различных моделей, результат работы которых усредняется наиболее подходящим классификатором.

Наиболее часто используемым вариантом RNN является архитектура под названием "Долгая краткосрочная память" (Longshort-term memory, LSTM), а наиболее точными архитектурами CNN являются архитектуры Inception и ResNet (Residual Neural Network).

Для обучения модели используются открытые наборы данных, такие как Cohn-Kanade Database, MMI Facial Expression Database, а также наборы данных с соревнованиями Emotion Recognition in the Wild (EmotiW). Покадровая обработка видео включает в себя процесс выделения и нормализации изображения лица перед подачей на вход модели. Для обучения модели по аудиоинформации аудиодорожка представляется в виде изображения спектрограммы звука. Результатом работы нейронной сети является набор вероятностей наличия того или иного типа эмоции.

Дальнейшим направлением исследования является построение, обучение и сравнение различных архитектур глубоких нейронных сетей для нахождения наиболее точного и производительного варианта нейросетевой модели для решения поставленной задачи распознавания эмоций.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение алгоритмов компьютерного зрения для обработки медицинских изображений способствует развитию современных медицинских систем и является активно развивающейся и перспективной областью исследований.

Широко используемыми для обработки медицинских изображений алгоритмами компьютерного зрения являются алгоритмы бинаризации [1]. Их использование позволяет преобразовать изображение в градациях серого в монохромное, где присутствуют только черные и белые пиксели. Алгоритмы бинаризации делятся на адаптивные (порог бинаризации вычисляется для каждого отдельного участка изображения), и пороговые (порог бинаризации вычисляется для всего изображения в целом).

В данной работе проведено исследование применения пороговых и адаптивных алгоритмов бинаризации для обработки медицинских изображений и определены их достоинства и недостатки. Выполнена реализация на языке python с использованием библиотеки OpenCV алгоритма Ниблека (адаптивный алгоритм) и алгоритма Отцу (пороговый алгоритм). Аprobация алгоритмов выполнена на множестве из 40 изображений эритроцитов, деформированных в сдвиговом потоке.

В результате исследований были отмечены следующие особенности.

1. Алгоритм Отцу прост в реализации и обладает высокой скоростью исполнения. При использовании алгоритма Отцу контрастность фона и объектов имеет влияние на результат (чем меньше контрастность, тем хуже результат). Недостатком использования данного алгоритма является размытие (потеря) тонких линий на изображении.

2. Использование алгоритма Ниблека позволяет избежать потери тонких линий. Однако в случае неоднородности фона изображения при применении данного алгоритма могут появиться ложные объекты.

3. Оба алгоритма имеют чувствительность к шуму, поэтому необходимо проводить предобработку изображения для улучшения результатов. Также каждый алгоритм анализа изображений имеет свой набор параметров, и изменение значений параметров влияет на результат работы алгоритма.

Проанализировав полученные результаты, сделан вывод о том, что для правильного распознавания деформированных эритроцитов на изображении необходим точный подбор параметров для каждого алгоритма. На практике это не всегда возможно, поэтому, чтобы снизить вероятность ошибки, принято решение об использовании комбинации рассмотренных алгоритмов. В результате использования комбинации двух рассмотренных алгоритмов бинаризации удалось достигнуть точности распознавания эритроцитов на имеющейся базе изображений в диапазоне 87% - 95%.

-
1. **Lempitsky V., Noble J.A., Zisserman A.** Computer vision and machine learning for microscopy image analysis // University of Oxford. 2015.P.168.

СЕКЦИЯ 2

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Подсекция 2.1

Автоматизация систем электрооборудования

УДК 621.337.41

БАЛУЕВ И.М., БЕРДНИКОВ И.Е., СЛУЗОВ А.П.

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Асинхронный двигатель до сих пор является самым распространенным типом электродвигателя в мире. У него есть очень важное преимущество, которое сделало его таким популярным – это возможность пуска и работы напрямую от сети. По диапазону регулирования, плавности и экономичности асинхронный электропривод с частотным управлением не уступает регулируемому приводу постоянного тока. Частотно-регулируемый электропривод с АД по цене близок к регулируемому приводу постоянного тока, поэтому дальнейшее изучение и совершенствование этого привода является актуальной задачей [1].

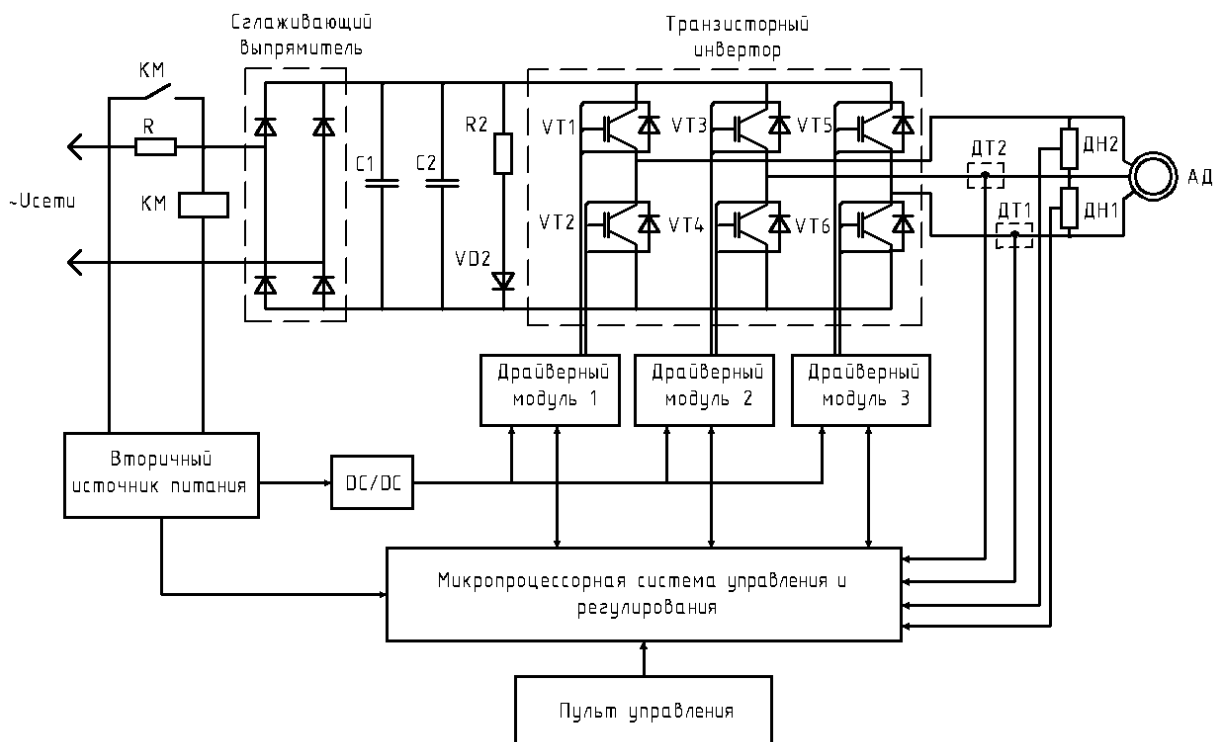


Рис.1 Функциональная схема лабораторного стенда частотно регулируемого электропривода

В докладе рассматривается разработка лабораторного стенда с частотно-регулируемым электроприводом на базе асинхронного короткозамкнутого двигателя, функциональная схема которого приведена на рисунке 1.

Трехфазный транзисторный инвертор построен на IGBT модулях. Управление транзисторами осуществляется драйверами HCPL-316J, которые имеют встроенную защиту от токов короткого замыкания и гальваническую развязку силовой части инвертора от цепей управления.

Напряжение звена постоянного тока формируется неуправляемым мостовым выпрямителем, подключенным к однофазной сети. Для фильтрации на выходе выпрямителя установлены электролитические конденсаторы. Бросок зарядного тока ограничивается резистором, который автоматически шунтируется в конце заряда.

Для построения контуров регулирования в фазы исполнительного двигателя включены датчики тока и напряжения, построенные на элементах Холла. Основой микропроцессорной системы управления и регулирования (МПСУиР) является микроконтроллер STM32, который обладает рядом преимуществ: быстродействие, универсальность, низкое энергопотребление и простота генерации ШИМ сигнала.

В настоящее время стенд смонтирован, проводится его настройка. Разрабатывается управляющая программа для микроконтроллера. На стенде планируется отработка различных вариантов формирования выходного напряжения инвертора, проведение исследований при скалярном и векторном управлении асинхронным электроприводом.

1. **Анучин, А.С.** Системы управления электроприводов. Учебник для вузов / А.С. Анучин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. - 373 с.

УДК 621.337.41

ГЕРАСИМОВ С.Н., БЕРДНИКОВ И.Е., СЛУЗОВ А.П., СОКОЛОВ В.В.

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МИНИ – АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В мини-электромобилях могут применяться как двигатели переменного, так и постоянного тока (ДПТ) [1,2]. Главным преимуществом ДПТ небольшой мощности является легкость управления, регулирования и простота устройства системы управления. Это обусловлено тем, что момент ДПТ напрямую зависит от тока якоря, который просто контролировать и регулировать. Поэтому в данной разработке выбор был сделан в пользу двигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

Функциональная схема разрабатываемого электропривода приведена на рисунке 1.

Источником энергии являются две аккумуляторные батареи (АКБ). Якорная цепь двигателя подключена к реверсивному транзисторному преобразователю, построенному на современных МОП транзисторах [3]. Регулирование выходного напряжения преобразователя осуществляется методом широтно-импульсной модуляции. В двигательном режиме работы привода алгоритм управления транзисторами – несимметричный. Все четыре транзистора постоянно переключаются, при этом ключи каждой стойки (VT1,VT2 и VT3,VT4) управляются в противофазе, а расположенные по диагонали (VT1,VT4 и VT2,VT3) имеют одинаковые скважности. При таком алгоритме управления выходное напряжение формируется методом однополярной модуляции, поэтому пульсации тока в два раза меньше, чем при двухполярной модуляции. В дополнении к этому ток якоря всегда непрерывный, поэтому характеристики электропривода – линейные. Изменение направления тока - как в реверсивных преобразователях с совместным управлением, без отсчета паузы.

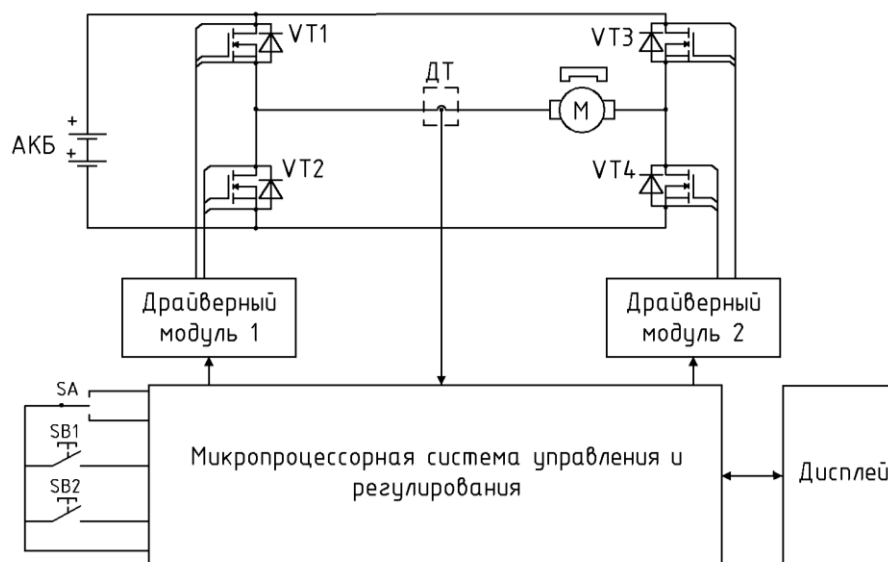


Рис. 1 – Функциональная схема тягового электропривода мини-автомобиля

В тормозном режиме, для рекуперации энергии в АКБ, алгоритм управления транзисторами другой: поочередно попарно включаются либо верхние транзисторы (VT1, VT3) либо нижние (VT2, VT4). Под действием ЭДС двигателя ток в короткозамкнутом контуре нарастает, а при выключении транзисторов – заряжает АКБ.

Формирование сигналов управления транзисторами осуществляется микропроцессорной системой управления и регулирования, которая построена на современном микроконтроллере STM32. Система регулирования – одноконтурная. Замкнутый контур тока настроен на модульный оптимум. Для гальванической развязки силовой части привода от цепей управления применен датчик тока на элементе Холла. Так как микроконтроллер обрабатывает только положительные сигналы, то датчик тока выбран с однополярным питанием. Его выходной сигнал формируется в смещенном виде: при нулевом токе выходной сигнал равен половине питающего напряжения, при одном направлении тока выходной сигнал снижается, а при другом – увеличивается.

На данный момент силовой преобразователь разработан и смонтирован, проведена оптимизация контура тока и определены параметры регулятора тока, корректируется программа для микроконтроллера. Полученные результаты стендовых испытаний тягового электропривода подтвердили результаты теоретических расчетов и математического моделирования.

Библиографический список

1. **Юрлов, М.Е.** Двухзонный тяговый электропривод с микропроцессорным управлением. Актуальные проблемы электроэнергетики. сб. ст./ М.Е Юрлов, И.В. Багрецов, Т.Х. Абузяров, В.В. Соколов. – Нижний Новгород, гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2016. С.97-103.
2. **Багрецов И.В.,** Соколов В.В., Юрлов М.Е. Тяговый транзисторный электропривод для легкого транспортного средства. В сборнике тезисов докладов XVI конференции «Будущее технической науки» 2017.
3. **Дарьенков, А.Б.** Транзисторный электропривод со свойствами источника момента на базе вентильного двигателя. Актуальные проблемы электроэнергетики. сб. ст./ А.Б. Дарьенков, И.Е. Бердников, А.О. Кечкин, А.П. Слuzов, В.В. Соколов. – Нижний Новгород, гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018.
4. **Багрецов, И.В.** Интеллектуальный транзисторный инвертор напряжения для низковольтных двигателей переменного тока. Актуальные проблемы электроэнергетики. сб. ст./ И.В. Багрецов, И.Е. Бердников, А.О. Кечкин, А.П. Слuzов, А.В. Шахов. – Нижний Новгород, гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018.

ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ЭЛЕКТРОСКУТЕРА НА БАЗЕ МОТОР-КОЛЕСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее время мотор-колесо благодаря своей практичности стало широко использоваться в малогабаритном электротранспорте. В качестве примера применения можно привести различные электроскутеры, гироскутеры, электровелосипеды, электросамокаты и т.д. Целью работы является разработка тягового электропривода на основе мотор-колеса.

Мотор-колесо представляет собой комплексное устройство, объединяющее ведущее колесо и бесколлекторный электродвигатель постоянного тока (вентильный двигатель). Также внутри мотор-колеса может быть установлен редуктор для повышения крутящего момента. Двигатели с редуктором имеют меньшие габариты, чем двигатели с прямым приводом, но меньшую максимальную скорость и меньшую надежность. За счет отсутствия коллекторно-щеточного узла вентильный двигатель имеет высокую надежность, длительный срок службы и не требует частого обслуживания. Также данный тип двигателей имеет высокий КПД, обладает хорошими массогабаритными показателями и высокой перегрузочной способностью по моменту [1]. Все перечисленные достоинства позволяют использовать современные вентильные двигатели в различных тяговых приводах.

Функциональная схема тягового электропривода на базе мотор-колеса (вентильного двигателя) приведена на рисунке 1.

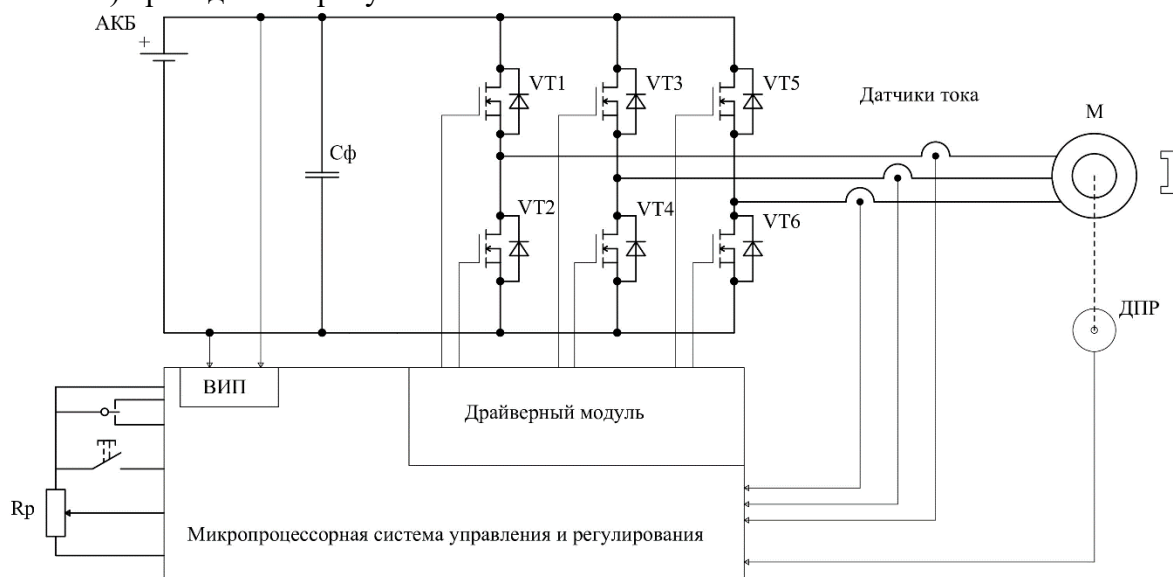


Рис. 1. Функциональная схема тягового электропривода на базе мотор колеса

Вентильный двигатель является синхронной машиной, на роторе которой располагаются постоянные магниты, а на статоре трехфазная обмотка и датчик положения ротора. Датчик необходим для переключения фаз статора таким образом, чтобы угол θ между осью результирующего магнитного потока ротора и осью результирующего магнитного потока статора находился в диапазоне от 60 до 120 электрических градусов, что соответствует максимальному возможному моменту с минимальными пульсациями.

Самой трудоемкой частью работы является разработка системы управления двигателем. Основными требованиями к ней являются компактность, надежность и гибкость в отладке, поэтому было решено использовать микроконтроллер STM32, имеющий широкий функционал, высокую производительность, низкое энергопотребление и невысокую стоимость.

Самым простым алгоритмом управления двигателем является блочная коммутация. Она подразумевает циклическое переключение шести базовых векторов для обеспечения непрерывного вращения ротора. Каждому базовому вектору соответствует своя комбинация сигналов датчиков Холла.

Таблица 1 – Сопоставление сигналов датчиков Холла с коммутацией фаз двигателя

Сигналы с датчиков Холла			Силовые ключи, которые необходимо открыть
НС	НВ	НА	
1	0	1	VT1,VT4
0	0	1	VT1,VT6
0	1	1	VT3,VT6
0	1	0	VT3,VT2
1	1	0	VT5,VT2
1	0	0	VT5,VT4

Из-за блочной коммутации фазные напряжения имеют прямоугольную форму, что негативно сказывается на плавности вращения колеса, поэтому в будущем планируется разработать систему управления с формированием синусоидального сигнала для фаз статора.

В настоящее время разрабатывается программа для микроконтроллера, идет подготовка к стендовым испытаниям тягового электропривода, планируется его установка на мини электромобиль.

1. **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.

УДК 621.314.2

КОСАРЕВА Н.В., ТИТОВ Д.Ю.

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА НА БАЗЕ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ветроэнергетических установках (ВЭУ) в качестве генератора может быть использована машина двойного питания (МДП) [1]. Обмотки статора МДП подключаются непосредственно к сети электроснабжения, а обмотки ротора - к преобразователю, состоящему из преобразователя в цепи питания ротора (ПР) и преобразователя в цепи питания статора (ПС).

Потоки активной P_s и реактивной Q_s мощностей статора направлены от генератора к сети электроснабжения, а потоки активных P_r , P_c и реактивных Q_r , Q_c мощностей ПС и ПР зависят от текущей скорости вращения генератора:

- если скольжение отрицательное, то эти потоки мощностей направлены от ротора через преобразователь к сети электроснабжения;
- если скольжение положительное, то эти потоки мощностей направлены от статора через преобразователь к ротору.

Потоки мощности в ВЭУ с МДП показаны на рис. 1. На рис. 1 показано КП - коробка передач; МДП - машина двойного питания; L - фильтр; TV - трансформатор; P_m - выходная мощность с вала ветровой турбины.

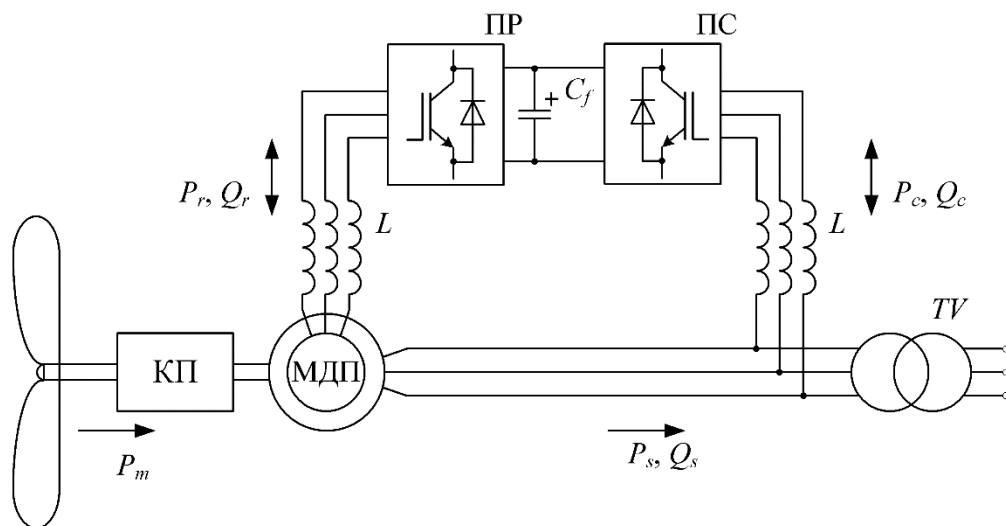


Рис. 1. Поток мощности в ВЭУ с МДП

Достоинствами применения МДП в ВЭУ является:

1. Снижение установленной мощности преобразователя до 30% от номинальной мощности генератора, что приводит к снижению стоимости и габаритов силового преобразователя.
2. Возможность регулирования потоков реактивной мощности, как в цепи ротора путем регулирования тока возбуждения ротора, так и в сети электроснабжения за счет преобразователя ПС.

1. **Крюков О.В.** Интеллектуальные ветроэнергетические установки для автономных систем электроснабжения. / О.В. Крюков, А.В. Серебряков – Н. Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2014. – 135 с.

УДК 621.3

КУЗИНА О.В., ЛОСКУТОВ А.Б., ЛОСКУТОВ А.А.

АНАЛИЗ РАБОТЫ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ С РЕЗИСТИВНЫМ ЗАЗЕМЛЕНИЕМ НЕЙТРАЛИ В РОССИИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ PSCAD

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в сетях напряжением 6-35 кВ все чаще применяется резистивное заземление нейтрали - заземление нейтрали через активное сопротивление. Этот режим заземления используется в России очень редко, в то же время, если оценивать мировую практику, то резистивное заземление нейтрали - это наиболее широко применяемый способ.

Сейчас в сетях 6-35 кВ, в России, формально разрешены к применению все существующие способы заземления нейтрали, кроме глухого заземления. Режим нейтрали в сетях 6-35 кВ регламентируется п. 1.2.16 ПУЭ, в котором отмечено, что «работа электрических сетей напряжением 3-35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор. Принятые в России режимы заземления нейтрали электрических сетей среднего напряжения (изолированная или заземленная через ДГР) имеют главной целью обеспечение такого уровня тока замыкания на землю, который давал бы возможность в течение длительного времени (до двух часов в сетях генераторного напряжения и до 6 часов во всех остальных сетях [2]) не отключать поврежденный элемент и выполнить защиту от данного вида повреждений с действием на сигнал.

При однофазных замыканиях на землю (далее ОЗЗ) в сетях с заземленной нейтралью через резистор во всех присоединениях протекают собственные емкостные токи, а в поврежденном присоединении, кроме того, протекает активный ток, создаваемый резистором, что приводит к увеличению тока в месте повреждения, что позволяет выполнить защиту с действием на отключение. Это позволяет решить две важные задачи:

- селективно определить поврежденное присоединение (за счет простых релейных защит, действующих на отключение) и незамедлительно принять меры по устранению повреждения;
- существенно ограничить уровень дуговых перенапряжений при ОЗЗ и исключить феррорезонансные процессы.

Применяются три варианта заземления нейтрали сетей 6-35 кВ через резистор: низкоомное, высокоомное и комбинированное.

Немногочисленные электрические сети 20 кВ, в г. Москва выполнены с низкоомным заземлением нейтрали. Типовое сопротивление резисторов для этих сетей было выбрано 12 Ом, по аналогии с резисторами, используемыми на западе [1]. Однако, научно обоснованных технических решений по оптимальному выбору сопротивления резисторов в зависимости от конфигурации сети до сих пор нет.

Для исследования электромагнитных переходных процессов в системе электроснабжения промышленного предприятия и в зависимости от типа заземления нейтрали и от конкретного сопротивления резистора разработан ряд имитационных моделей в программном комплексе PSCAD. Моделирование токовых защит от замыканий на землю позволяет оценить чувствительность защиты при различных видах повреждений и типах резистора. На основе полученных осциллограмм переходных процессов при ОЗЗ можно судить о величине перенапряжений, воздействующих на кабельную изоляцию и ведущих к накоплению дефектов и снижению срока службы оборудования.

Данные имитационного моделирования позволяют сделать вывод о рациональности схем подключения резисторов, о оптимальной величине их сопротивления применительно для конкретной конфигурации распределительной сети.

Библиографический список

1. Майоров А. В., Ширковец А. И. Режим нейтрали и организация релейной защиты от замыканий на землю в сети 20 кВ // Релейная защита и автоматизация. – 2016. – №3. – С.21-28.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Утверждены приказом Минэнерго Российской Федерации от 19.06.2003 № 229]. – М.: Энергосервис, 2003.

УДК 004.4.6

МОЗОЛИН И.А., ПРОКОФЬЕВ К.А., РЯЗАПОВ Р.Р.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ OPC UA В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ТЕПЛОПУНКТАХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Модернизация современных автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) тепловых пунктов (ТП) является важным и необходимым процессом. Уровень автоматизации ТП – один из ключевых показателей эффективности производства энергии и конкурентоспособности на рынке. На большинстве Российских ТП средства контроля и управления технологическим процессом производства морально и физически устарели, поэтому сейчас особенно актуален вопрос автоматизации.

Одним из возможных способов осуществления этого является применение на ТП технологии OPC (англ. Open Platform Communications), либо ее усовершенствованного аналога OPC UA (англ. Унифицированная архитектура OPC)[1]. На современных ТП применяются

различные АСУ ТП, благодаря которым возможен удаленный доступ ко всем режимным параметрам. Однако создание и использование программных продуктов, позволяющих осуществлять непосредственный контроль не с помощью пульта оператора, а при помощи различных средств удаленного доступа (планшеты, мобильные средства связи), является трудоемкой и дорогостоящей процедурой. Разработка нашего программного комплекса позволит осуществить внедрение на ТП беспроводных сетей передачи данных (с помощью технологии Wi-Fi). Отработка алгоритмов программы может осуществляться на базе кафедры «АТС» Института ядерной энергетики и технической физики им. академика Ф.М. Митенкова в составе теплофизического стенда ФТ-80 при лаборатории «Парогенерирующие системы».

Основными целями проекта являются:

1. Изучение современного состояния АСУ ТП ТС и возможность применения программного средства используя технологии OPC UA.

2. Разработка программного средства (ПС), использующего данные технологии с применением блока коммутации и измерения Agilent 34980A в составе экспериментального стенда ФТ-80.

Применение данного комплекса позволит повысить оперативность реагирования персонала на изменение теплофизических параметров за счет осуществления функций мониторинга и контроля производственного процесса дистанционно от стационарных постов (пультов) управления.

Таким образом, разработка нашего ПС поднимет уровень автоматизации российских ТП и водогрейных котельных, что позволит своевременно обнаруживать нарушения при нормальной эксплуатации и устранять связанные с этим проблемы, повышая уровень безопасности производства. Данные технологии используются на зарубежных станциях, а на территории Российской Федерации данный вопрос является слабоизученным, поэтому данный продукт является актуальным в решении задачи перехода к отечественным разработкам в рамках импортозамещения, поднимая технологичность и актуальность отечественных разработок.

-
1. **Н. Богданов**, О. Киселев, OPC Unified Architecture: изменения в популярной технологии информационных обменов с точки зрения инженера // Современные технологии автоматизации. - 2010. - N 3. - С. 82-87. - Библиогр.: с. 87 (1 назв.) . - ISSN 0206-975X

УДК 621.337.41

МУРТАЗИН Т.Э., АБУЗЯРОВ Т.Х., КОЧЕГАНОВ Д.М.

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА ИМПУЛЬСНО-ФАЗОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫМ ТИРИСТОРНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время подавляющее большинство преобразователей имеют цифровые системы управления на базе микроконтроллеров, микропроцессоров, цифровых интегральных схем и т. д. Разработка новых микроконтроллерных систем управления преобразовательной техникой [1] по-прежнему остается актуальной задачей по ряду причин:

- растущие требования к точности и производительности систем;
- необходимость введения дополнительного функционала, отвечающего современным запросам потребителей;
- регулярно обновляющаяся элементная база.

Все это требует постоянного внедрения более производительных и совершенных контроллеров.

Микроконтроллер в цифровых системах импульсно-фазового управления (СИФУ), генерирует импульсы заданной длительности, организует расчетную задержку выдачи импульса управления (угол управления) и осуществляет синхронизацию с сетью.

Целью данной работы является разработка тиристорного преобразователя (ТП) с СИФУ на основе микроконтроллера STM32. Использование более современного микроконтроллера позволит упростить принципиальную электрическую схему за счет встроенной периферии, увеличить быстродействие, и снизить затраты. Такая система может применяться не только в автоматизированных электроприводах постоянного тока, но и для других целей. Например, в качестве системы управления ТП для зарядной станции литий-ионных аккумуляторных батарей.

Для выполнения поставленной задачи были разработаны: алгоритм управляющей программы, принципиальная схема устройства, печатная плата.

Были предусмотрены:

- элементы управления в виде кнопок «Сброс», «Старт», «Стоп», и кнопок регулирования;
- индикация питания схемы, готовности к работе, сигнала ошибки, тока задания и угла управления;
- транзисторные выходы для подключения светодиодов и оптотиристоров;
- блок синхронизации, включающий в себя понижающий трансформатор, фильтр и компаратор.

Управляющая программа написана на языке C в среде IAR Embedded Workbench[3]. Предварительное тестирование проводилось на отладочной плате STM32F407VG-DISCOVERY[2]. В течении предварительных тестов на выводах порта микроконтроллера с помощью осциллографа фиксировались импульсы заданной длительности с требуемым углом управления. Проведенные опыты доказали полную работоспособность программы.

Библиографический список

1. **Абузяров, Т.Х.** Кочеганов Д.М. Микропроцессорная система импульсно-фазового управления трехфазным тиристорным преобразователем с синхронизацией по одной фазе. Актуальные проблемы электроэнергетики. сб. ст./ Т.Х. Абузяров, Д.М. Кочеганов. - Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2016. С.110-117.
2. STM32 32-bit ARM Cortex MCUs. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.st.com/content/st_com/en/products/microcontrollers/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html?querycriteria=productId=SC1169
3. **Брайан Керниган,** Деннис Ритчи: Язык программирования C. М.: Изд. Вильямс, 2001- 304с.

УДК 621.31

ПОГОРЕЛОВ А.В.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТИРИСТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Одними из наиболее важных и энергоемких частей технологического процесса по добыче полезных ископаемых подземным способом являются скиповые и клетьевые подъемные установки, предназначенные для перемещения грузов и людей по стволам шахт и рудников. В качестве электроприводов таких подъемных установок широкое распространение получил регулируемый электропривод постоянного тока, выполненный по системе тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока с независимым возбуждением [1]. Скиповые и клетевые подъемные установки работают в повторно-кратковременных режимах подъема-опускания грузов в соответствии с заданными тахограммами движения. Важной

особенностью данных подъемных установок является наличие в цикле работы динамических процессов, составляющих до 50-60 % от времени общего цикла.

Вследствие невозможности проведения экспериментальных исследований подъемных установок на рудниках наиболее оптимальным решением является разработка моделей, соответствующих реальному технологическому процессу и позволяющих проводить быстрые и безопасные исследования [2]. В последние годы с развитием компьютерных технологий основное внимание исследователей уделяется методам имитационного моделирования. Для воссоздания достоверной модели электропривода наиболее удобным является пакет программ MatLab, позволяющий моделировать электротехнические и электромеханические системы с помощью встроенной программы Simulink и библиотеки SimPowerSystem [1, 2, 3].

Так как тиристорный электропривод оказывает влияние на питающую сеть, то для создания более достоверной модели необходимо включать в ее состав и систему электроснабжения подъемных установок. Силовая часть имитационной модели будет состоять из следующих элементов: трехфазных источников синусоидального напряжения, линий электропередач, силовых и согласующих трансформаторов, тиристорных преобразователей, снабженных сглаживающими фильтрами, двигателей постоянного тока и систем управления. Имитационная модель системы управления строится на основании математической модели замкнутой системы подчиненного регулирования координат электропривода и включающей в себя внешний контур скорости и два подчиненных внутренних контура тока якоря и тока возбуждения [3]. Каждый контур имеет свой пропорционально-интегральный регулятор, причем регулятор скорости настроен на симметричный оптимум, а регуляторы тока якоря и тока возбуждения – на технические оптимумы. При построении модели принимаются следующие допущения: механическую часть представляем, как одну сосредоточенную массу, на которую воздействуют следующие усилия: развиваемое электроприводом и статическое, а также отсутствует насыщение магнитной цепи двигателя.

Библиографический список

1. **Авербух, М.А.** Минимизация потерь мощности при несинусоидальных режимах в высоковольтных рудничных сетях / М.А. Авербух, А.В. Погорелов, Д.А. Прасол // Промышленная энергетика. – 2018. – № 7. – с. 38–46.
2. Моделирование режимов работы электроприводов горного оборудования: монография / А.С. Семенов, Н.Н. Кугушева, В.М. Хубиева. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 112 с.
3. **Семенов А.С., Хубиева В.М., Петров М.Н.** Математическое моделирование режимов работы двигателя постоянного тока в среде MatLab // Фундаментальные исследования. – Пенза, 2015. – №10 (часть 3). – с. 523-528.

УДК 65-503

СИНЮКОВ А.В., ПРАВИЛЬНИКОВ В.А.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ЗА СЧЕТ ДОБАВЛЕНИЯ КОНТУРА ПОЛОЖЕНИЯ В СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

Шаговые электродвигатели нашли применение в механизмах, где важным параметром является точностью позиционирования. На текущий момент существует несколько способов управления шаговыми двигателями, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Волновое управление позволяет снизить энергопотребление, но данный режим обеспечивает меньше половины вращающего момента. При полношаговом режиме, так же снижается энергопотребление, но вращающий момент уже задействован полностью. Полушаговый режим повышает точность позиционирования. За счет режима микрошага вращение вала становится плавнее, но точность позиционирования не увеличивается.

Для повышения точности позиционирования шагового двигателя предлагается внесение в систему управления дополнительного контура – контура позиционирования, позволяющего уменьшать значение скорости вращения вала при прохождении двигателем около девяноста процентов пути. Также в исходную, типовую систему управления предлагается добавление блока задания пути, проходимого механизмом и обратной связи по скорости. В предлагаемой системе также возможен выбор формы графика задания на перемещения, который зависит от пройденного пути, то есть при достижении двигателем девяностопроцентного значения пройденного пути график задания приобретает более пологую форму, что соответственно приводит к уменьшению скорости. Также в схему введен контур ограничения вращения, необходимый для остановки вала при достижении им необходимого положения.

Моделирование системы управления произведено в среде MATLAB. Анализ полученных графиков показал, что двигатель при управлении предлагаемой системой преодолел девяноста процентов полезной работы, совершает меньше шагов в единицу времени, что говорит о его замедлении. Замедление скорости двигателя ведет к увеличению точности позиционирования.

На рисунке 1 представлен увеличенный участок графика, отображающего показатели перемещения в зависимости от времени без использования контура положения (1) и с использованием контура положения (2).

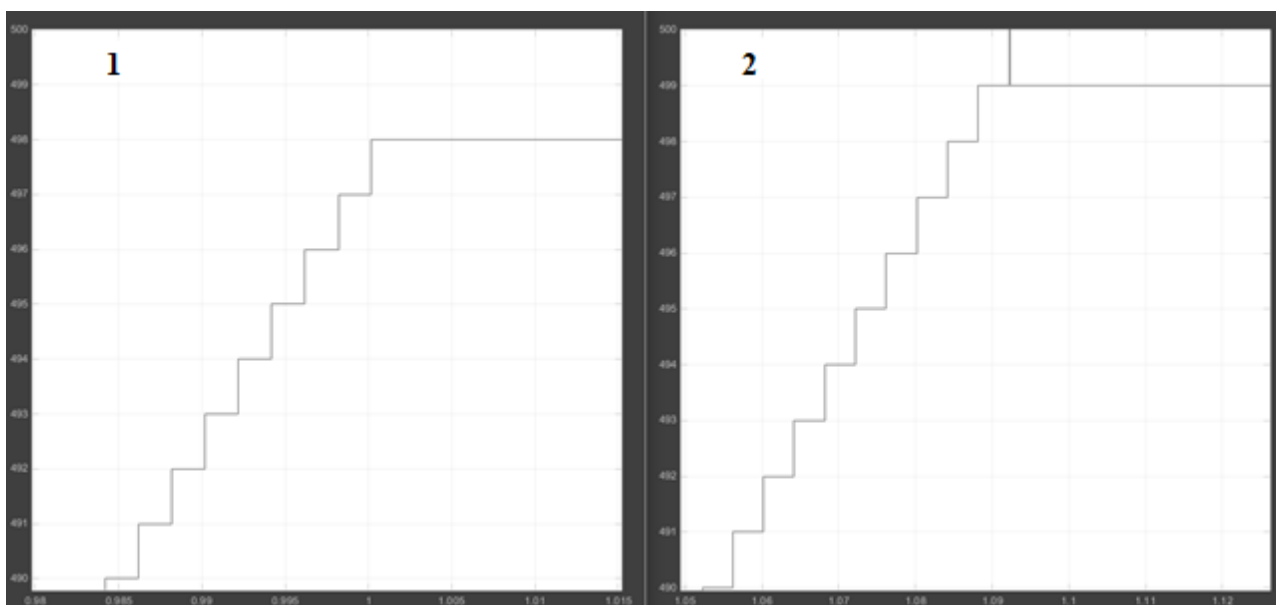


Рис. 1. Кривая перемещения двигателя

При использовании контура положения стабилизация отмечается на отметке 499, что говорит об незначительном, но увеличении точности.

УДК 65-503

СИНЮКОВ А.В., СИНЮКОВА Т.В.

БЕЗДАТЧИКОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»

С каждым годом требования, предъявляемые к системам управления, повышаются из-за увеличения сложности и ответственности объектов. Наиболее актуальными остаются экологичность, энергоэффективность и экономия ресурсов. Одним из методов снижения потребления электроэнергии является усовершенствование систем управления электрическими приводами.

Синхронные двигатели с постоянными магнитами обладают высокими значениями коэффициента полезного действия, за счет отсутствия, имеющихся в других двигателях, потерь в роторе, также соотношение между максимальной полезной мощностью и массой в данных двигателях значительно выше, чем в двигателях другой конструкции с такой же мощностью, они обладают высокими эксплуатационными характеристиками, за счет отсутствия скользящих контактов в конструкции. Перечисленные показатели позволяют использовать данные двигатели в энергосберегающих системах.

СДПМ все чаще стали использоваться в тех областях, где раньше были установлены асинхронные двигатели или двигатели постоянного тока. Их стали применять на таких объектах, как циркулярные насосы, компрессоры для холодильной техники, системы вентиляции, установки для бурения и добычи нефти. К увеличению использования СДПМ привел такой фактор, как постепенное снижение стоимости магнитных материалов и усовершенствование аппаратной базы для системы управления. Все вышеперечисленное говорит об актуальности исследования данного направления.

Основные направления развития систем управления СДПМ связаны с типом используемого в системе регулирования преобразователя, параметрами двигателя, наличием или отсутствием датчиков угла поворота ротора и (или) датчиков скорости, мощностью контроллера. Наиболее часто используемой является векторная система управления, применение которой позволяет формировать токи фаз и обеспечивать управление положением вектора магнитного потока ротора двигателя в пространстве.

Для исследования была разработана в среде MATLAB Simulink система управления синхронным двигателем с постоянным магнитом, которая является полноценным прототипом реального объекта. Собранный модель позволяет получить представление о динамических и энергетических процессах, происходящих в двигателе при его работе. Целью исследования является создание системы управления, не содержащей датчиков положения ротора и датчиков скорости на валу электрической машины. В системе управления предложено использование адаптивного наблюдателя с задающей моделью (MRAS) и наблюдателя со скользящим режимом (SMO). Также исследовалось влияние применения транзисторного ключа в цепи постоянного тока на качество напряжения в данном контуре.

При исследовании к двигателю была приложена вентиляторная нагрузка.

Полученные в результате моделирования графики, по сравнению с системой с датчиками, позволяют сделать вывод о том, что система является работоспособной несмотря на наличие колебаний электромагнитного момента при использовании обоих наблюдателей. При применении наблюдателя со скользящим режимом, при достижении определенной скорости происходит уменьшение амплитуды колебания момента.

Присутствие в системе запираемого транзисторного ключа оказывает незначительное влияние на форму напряжения в цепи постоянного тока. Отсутствие датчиков в системе позволяет уменьшить ее габариты.

Следующим этапом исследования является внедрение в систему управления фильтра Калмана и анализ переходных процессов, полученных при использовании данного устройства.

СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ В БАЗИСЕ ПЛИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проектирование устройств на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) требует от разработчика наличия особых навыков и высокой квалификации. Для уменьшения порога вхождения может быть применен модельно-ориентированный подход к проектированию цифровых устройств, для которого характерны такие этапы разработки как построение модели объекта управления; анализ и построение регулятора; моделирование работы объекта и системы управления; реализация системы управления на целевой платформе.

Подобные задачи удобно решать в графической среде имитационного моделирования Simulink, интегрированной в среду Matlab, поскольку она имеет в своем составе библиотеки с готовыми блоками для моделирования устройств различных инженерных областей. Сами изготовители ПЛИС предоставляют дополнительные пакеты расширения Simulink, позволяющие решать полный спектр задач от разработки концепции модели до тестирования, проверки, генерации кода и аппаратной реализации. К таким пакетам относится Altera DSP Builder, предоставляемый фирмой Altera.

Используя его, разработчик задает ограничения проекта высшего уровня, которыми являются тактовая частота и количество каналов в модели Simulink. Далее DSP Builder автоматически генерирует RTL-описание, оптимизированное под выбранное устройство ПЛИС, и автоматически добавляет каскады и регистры для соответствия ограничениям. Разработчик может добиться такой же производительности на ПЛИС, как если бы вручную писал код и оптимизировал его.

В докладе приводится пример реализации цифрового фильтра – устройства, изменяющего частотный спектр входного сигнала, которое является основой реализации любого регулятора в проектируемых системах управления, например, электроприводов и технологических установок.

Библиографический список

1. **Пономарев О.Г.**, Разработка и моделирование цифровых устройств средствами Matlab/Simulink: учеб. пособие/ О.Г. Пономарев. Томский государственный университет – Томск, 2013. – 46 с.
2. https://www.intel.com/content/dam/altera-www/global/zh_CN/pdfs/literature/ug/ug_dspbuilder.pdf [Руководство пользователя по использованию DSP Builder. электронный ресурс]

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЕМОГО МАГНИТОЭЛАСТИЧНОГО ДЕМПФЕРА ШИРОКОПОЛОСНЫХ ВИБРОВОЗМУЩЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные металлорежущие станки развиваются в направлении увеличения мощности, быстроходности и точности, а также минимизации массы. При перемещении и выполнении формообразующих операций элементы конструкции и механизмы станков подвергаются высоким механическим нагрузкам, приводящим к возникновению вибраций и шума. Вибрации в металлорежущих станках приводят к уменьшению точности выполнения техно-

логических операций, снижению ресурса элементов станка (подшипников, крепежа, инструмента), а также к увеличению энергетических потерь.

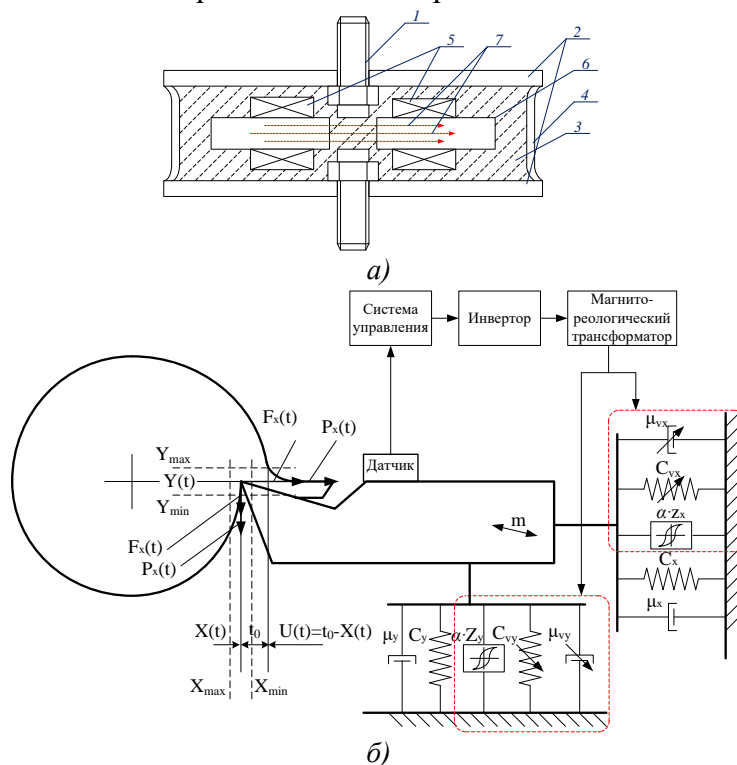


Рис. 1. Структура и принцип работы управляемого магнитоэластичного демпфера
 а – конструкция магнитоэластичного демпфера; б – динамическая система резания точением

Актуальной остается задача устранения автоколебаний, возникающих в зоне резания. Сложность заключается в обеспечении высокой жесткости динамической системы, включающей средства виброзащиты.

На рис. 1, а представлена конструкция простейшего управляемого магнитоэластичного демпфера, а на рис. 1, б – способ его установки. Высокое содержание магнитных частиц в эластомере обеспечивает высокий коэффициент жесткости вне поля, который может быть увеличен в три-десять раз [1].

Известны гидропоры, используемые в качестве амортизаторов, подушек двигателей, где демпфирование производится за счет вязкостного трения протекающей жидкости. Эти опоры работают только при большой амплитуде колебаний. В станках предлагается использование управляемого магнитоэластичного демпфера в качестве виброзащитного устройства для металлорежущих станков. Для требуемых режимов виброзащиты будут разработаны система управления магнито-реологическим трансформатором и алгоритм эффективного управления им. Данное устройство может быть применено также в энергетическом, транспортном машиностроении и в других механических системах, где необходимо гасить вибрации малой амплитуды.

1. **Алексеев, А.Г.** Магнитные эластомеры / А.Г. Алексеев, А.Е. Корнев. – М.: Химия, 1987. – 240 с.

РАЗРАБОТКА ПЯТИОСЕВОВОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Появление механических манипуляторов и систем программирования привело к созданию манипуляторов с программным управлением, предназначенных для выполнения различных рабочих функций.

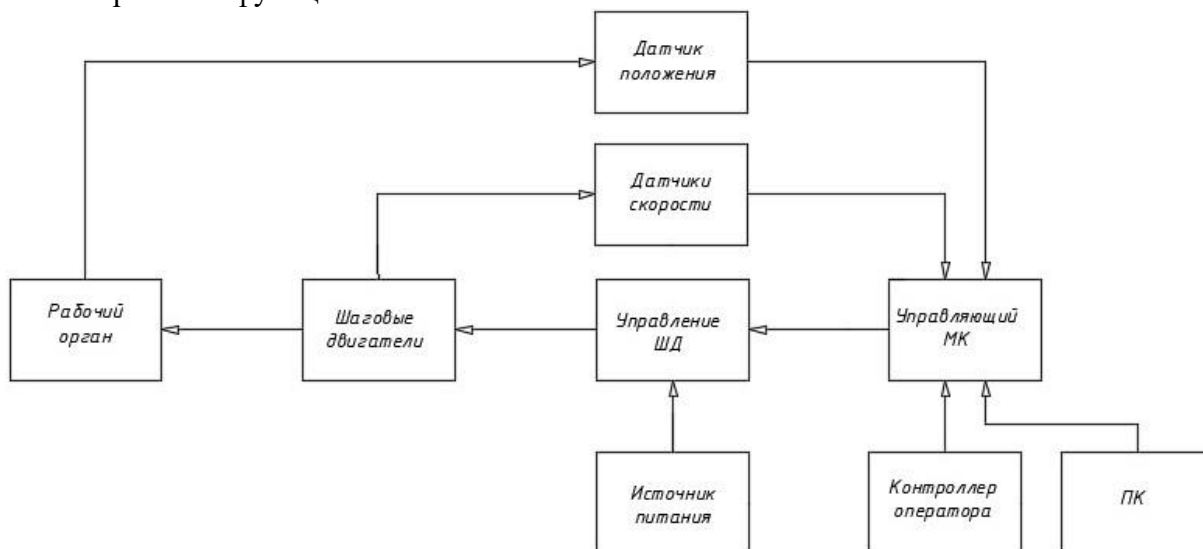


Рис. 1. Структурная схема робота-манипулятора

Хотя применение роботов в промышленности началось сравнительно недавно, сейчас практически ни одно крупное промышленное предприятие не обходится без автоматизации производственных процессов. За последние три десятилетия робототехника внедрилась в новые сферы человеческой деятельности: малогабаритные манипуляторы, промышленные роботы и робототехнические комплексы находят свое применение в медицине, логистике, различных малых предприятиях, сферах услуг, пищевой промышленности [1]. Большинство этих роботов узкоспециализированы и находят свое применение только в одной сфере деятельности.

На кафедре ИНЭЛ ведется разработка пятиосевого робота манипулятора, с возможностью установки на него сменных модулей (установка манипулятора на подвижную платформу, сменные насадки с рабочими инструментами). Предполагается, что робот найдет основное применение в малом и индивидуальном предпринимательствах, на удаленных от населенных пунктов автономных объектах (например, арктических исследовательских станциях).

Структурная схема робота манипулятора показана на рис. 1.

1. **Князев, В.** Роботы в промышленности – их типы и разновидности [Электронный ресурс] // GeekTimes: [сайт]. [2018]. URL: <https://geektimes.com/company/top3dshop/blog/288314>

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГОНОЧНОГО КАТЕРА ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ «СОЛНЕЧНАЯ РЕГАТА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В течение последних лет растет популярность изучения и применения альтернативных источников энергии, таких как ветер и солнце. Главным их достоинством является экологическая чистота и низкая стоимость эксплуатации. Благодаря проекту «Солнечная регата» у студентов вузов появилась возможность испытать свои силы в области альтернативной энергетики, а также обменяться опытом с другими участниками проекта. Солнечная регата – соревнования судов, движущихся с использованием энергии солнца.

Главными источниками электрической энергии для тягового электропривода гоночной лодки являются солнечные панели, поэтому необходимо было ответственно подойти к их выбору. Основным различием солнечных батарей является применение в их составе монокристаллических или поликристаллических фоточувствительных модулей. Решено было использовать панели с поликристаллическими модулями, так как они имеют более низкую стоимость и достаточную эффективность преобразования солнечного света в электроэнергию.

Также на борту используются обычные аккумуляторные батареи (АКБ), для возможности накопления энергии в солнечное время и использования ее в моменты отсутствия солнца. Из всего многообразия различных типов современных АКБ выбрали на гелиевые аккумуляторы, главными преимуществами которых является длительный срок службы и отсутствие обслуживания. К тому же эти АКБ более безопасны при использовании на воде, что стало решающим фактором при их выборе. Опасность возникновения возгорания такого аккумулятора при попадании на него воды намного ниже, чем у более энергоэффективных литиевых АКБ.

Участие в течение последних трех лет в традиционной «Солнечной регате» позволило команде НГТУ им. Р.Е. Алексеева накопить опыт в разработке и эксплуатации тяговых электроприводов на базе двигателей постоянного тока [1]. Для очередной регаты тяговый электропривод лодки было решено построить на базе синхронного двигателя с возбуждением от постоянным магнитов и датчиками положения ротора на элементах Холла. Главным преимуществом синхронной машины является отсутствие коллекторно-щеточного узла, что существенно увеличивает надежность системы электропривода и повышает КПД, что особенно важно при работе системы электропривода от солнечных панелей.

Для электропривода на базе синхронного двигателя необходим более сложный силовой преобразователь и система управления. В качестве преобразователя используется интеллектуальный транзисторный трехфазный инвертор напряжения собственной разработки [2]. Главной особенностью инвертора является наличие аппаратной защиты транзисторов от сверхтоков, что позволяет защитить приборы от повреждения даже в случае программной ошибки или отказа системы управления.

Система управления и регулирования, построенная на современном микроконтроллере STM32, имеет замкнутый контур тока и управляет двигателем, подключая нужные пары транзисторов инвертора по сигналам датчиков Холла [3].

Поскольку солнечные панели и АКБ ранее были выбраны на 24 В, а номинальное напряжение нового тягового двигателя - 48 В, был разработан повышающий DC/DC преобразователь. Этот конвертор не только повышает уровень напряжения для питания двигателя, но и позволяет также реализовать систему поиска рабочей точки с наибольшим КПД электропривода, что актуально в длительном заезде с питанием от солнечных батарей.

Разработанная новая система тягового электропривода успешно прошла стендовые испытания, а ходовые испытания доказали правильность принятых решений. В результате

команда Нижегородского государственного технического университета Solar Team NNSTU в студенческой гонке «Солнечной регаты» в категории Еврокласс I завоевала «серебро».

Библиографический список

1. **Кузнецов, А.А.** Использование солнечной энергии на транспорте / А.А. Кузнецов, Д.В. Гарев, Д.А. Храмов, Д.О. Колесниченко // Будущее технической науки: тез.докл. XIV Междунар. Молодеж. научно-техн. конф.; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2015.
2. **Багрецов, И.В.** Интеллектуальный транзисторный инвертор напряжения для низковольтных двигателей переменного тока / И.В. Багрецов, И.Е. Бердников, А.О. Кечкин, А.П. Слuzов, А.В. Шахов // Актуальные проблемы электроэнергетики. сб. ст.; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018.
3. **Дарьенков, А.Б.** Транзисторный электропривод со свойствами источника момента на базе вентильного двигателя / А.Б. Дарьенков, И.Е. Бердников, А.О. Кечкин, А.П. Слuzов, В.В. Соколов // Актуальные проблемы электроэнергетики. сб. ст.; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018.

Эффективность систем электроэнергетики

УДК 621.31

АБУЗЯРОВ Т.Х., СЕРЕБРЯКОВ А.В., КОЧЕГАНОВ Д.М.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ С МАТРИЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ СО ЗВЕНОМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время на территории России в зоне децентрализованного электроснабжения используется большое число дизель-генераторных установок малой мощности. При работе с электрической нагрузкой изменяющейся величины невозможность регулирования скорости вращения вала дизельного двигателя является существенным недостатком, что приводит к снижению эффективности, а также низкой экологичности данных установок. Регулирование скорости вращения вала дизельного двигателя в соответствии с величиной электрической нагрузки позволяет увеличить эффективность использования топлива, а также исключить излишние выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Однако для поддержания частоты выходного напряжения на требуемом уровне в данных установках необходимо использование преобразователей частоты.

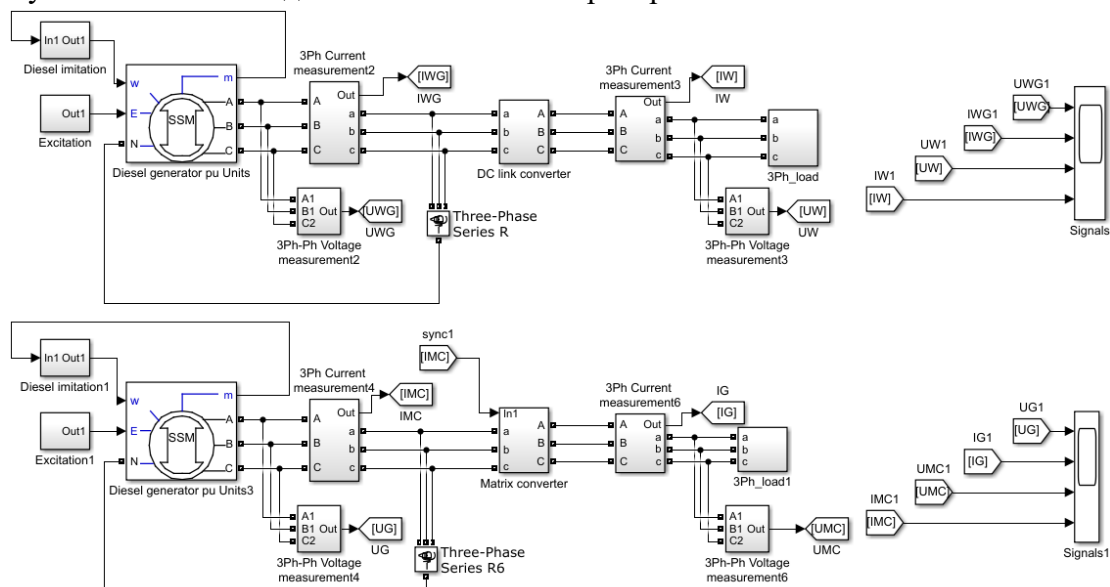


Рис.1. Модель системы в среде Matlab Simulink

Значительная часть преобразователей частоты, использующихся в промышленности в на данный момент, имеют в своем составе звено постоянного тока. Однако в последние годы внимание инженеров и ученых уделяется также непосредственным преобразователям частоты, выполненным по матричной топологии, или матричным преобразователям частоты. К их преимуществам относится возможность регулирования входного коэффициента мощности средствами преобразователя, а также отсутствие реактивных элементов звена постоянного тока, что повышает надежность устройства и увеличивает КПД. Основными же

недостатками являются сложность конструкции и относительно низкий коэффициент передачи по напряжению.

В работе рассматривается имитационное моделирование дизель-генераторной установки с изменяющейся частотой вращения вала двигателя в программном пакете Matlab Simulink с применением трехфазного преобразователя частоты со звеном постоянного тока, а также матричного преобразователя частоты, выполненного по трехфазно-трехфазной мостовой схеме с пространственно-векторным алгоритмом управления.

УДК 621.3.07

АБУЗЯРОВ Т.Х., ПЛЕХОВ А.С., ДАРЬЕНКОВ А.Б.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электропривод на основе бесколлекторного двигателя постоянного тока (БДПТ) находит широкое применение в промышленности, авиастроении, автомобилестроении, электротранспорте, медицине, робототехнике. К преимуществам такого типа электропривода, как правило, относят низкий вес, малые габариты, высокий КПД, высокую надежность, простоту изготовления.

Статорные обмотки и постоянные магниты электрической машины в составе бесколлекторного привода постоянного тока расположены таким образом, что с вращением ротора форма фазной ЭДС принимает вид трапеции. Для создания постоянного момента полупроводниковый преобразователь генерирует в обмотках статора ток прямоугольной формы с шириной каждого импульса равной, как правило, 120 электрическим градусам (рисунок 1).

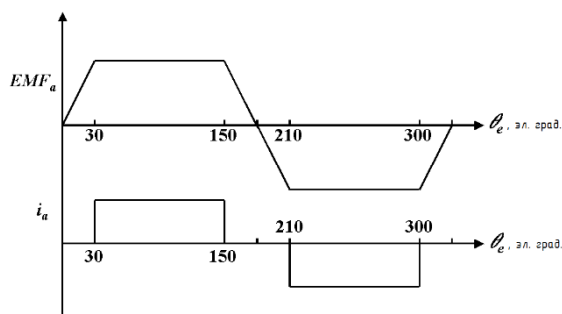


Рис. 1. Форма ЭДС (вверху) и тока фазы А (внизу) при вращении ротора бесколлекторного двигателя постоянного тока (БДПТ)

Среди недостатков, ограничивающих применение электропривода на основе БДПТ, отмечают пульсации электромагнитного момента, создаваемого электродвигателем, размах которых достигает 30%. Эта особенность серьезно ограничивает применение привода такого типа в целом ряде задач. Пульсации момента могут быть вызваны как структурой электрической машины (зубцовый момент и момент гармоник), так и особенностями системы управления электроприводом (несовершенство стратегии управления, аппаратной базы и т. д.).

Методы уменьшения пульсаций момента, также можно разделить на две основные группы: конструктивные методы, применяемые на стадии проектирования электрической машины и методы, связанные с усовершенствованиями системы управления. К недостаткам применения первых относят уменьшение среднего значения момента, усложнение технологии производства электрической машины, увеличение потока рассеяния и прочих потерь.

С этой точки зрения перспективным направлением исследований является решение проблемы пульсаций методами, применяемыми при разработке систем управления электроприводом. Данные методы, кроме всего прочего, позволяют минимизировать влияние обеих указанных выше групп причин возникновения пульсаций.

Исследования в области разработки новых топологических решений преобразовательной части бесколлекторного привода постоянного тока, а также в области алгоритмов управления БДПТ расширит область применения электропривода на его основе, что приведет к уменьшению стоимости и массогабаритных показателей более требовательных к точности систем.

УДК 620.92

ВОРОШИЛОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Производство электрической энергии на основе возобновляемых источников энергии постоянно увеличивается, значимая доля приходится на фотовольтаические системы [1].

Современные фотоэлектрические преобразователи (ФЭП) отмечаются относительно высоким КПД, однако, максимальное значение КПД достигается при ориентации панелей перпендикулярно световому потоку. Изменение угла освещенности в течение дня приводит к снижению КПД и неравномерному графику генерации.

Одним из предлагаемых решений данной проблемы служит применение устройств, позволяющих в автоматическом режиме ориентировать ФЭП относительно светового потока.

Для исследования эффективности применения адаптивной системы ориентации солнечных панелей разработана физическая модель. В состав разработанного устройства входят: система питания устройства, программируемый логический контроллер, шаговые двигатели, датчики освещенности. Алгоритмы работы устройства реализованы на языке программирования C++. В основу экспериментов положено количественное сравнение параметров эксплуатации стационарных и автоматических систем.

При помощи физической модели были получены дневные графики солнечной генерации. На основе полученных данных был определен коэффициент эффективности применения адаптивной системы равный 1,3.

$$k_э = \frac{W_{\text{адапт.}} - W_{\text{ст.}}}{W_{\text{ст.}}},$$

где: $W_{\text{адапт.}}$ – энергия, выработанная ФЭП, оборудованной адаптивной системой ориентации, $W_{\text{ст.}}$ – энергия, выработанная стационарной ФЭП.

С помощью полученного коэффициента эффективности произведен расчет параметров реальной системы, учитывающий собственное энергопотребление адаптивной системы. В результате, на основе полученных значений можно утверждать об увеличении эффективности ФЭП с адаптивной системой ориентации до 25% по сравнению со стационарными системами.

В экономической части проекта было произведено расчет себестоимости кВт·ч электроэнергии, вырабатываемой стационарной и адаптивной системой. В результате определено, что за счет применения адаптивной системы себестоимость электрической энергии снижается на 20,4 %.

Из полученных значений можно сделать вывод, что данная система повышает эффективность применения солнечных панелей и позволяет снизить себестоимость производимой электроэнергии.

1. Миличко В.А., Шалин А.С., Мухин И.С., Ковров А.Э., Красилин А.А., Виноградов А.В., Белов П.А., Симовский К.Р. Солнечная фотовольтаика: современное состояние и тенденции развития // УФН. — 2016. — Т. 186. — С. 801–852.

УДК 621.331

ВОРОШИЛОВ А.А., ШАЛУХО А.В., ЛИПУЖИН И.А.

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наиболее прогрессивно развивающимся направлением ВИЭ является ветроэнергетика. До 2023 года в Российской Федерации ожидается рост мощностей ветряных электрических станций (ВЭС) до 3 351 МВт[1].

Помимо строительства крупных ВЭС значительный прирост ветрогенерации может быть обеспечен развитием малой генерации на уровне индивидуальных потребителей. Однако, на сегодняшний день, реализация данного подхода сдерживается рядом технических проблем связанных с особенностями функционирования ветроэнергетических установок (ВЭУ) малой мощности. В связи с этим возникает необходимость в изучении данных особенностей.

Авторами разработана физическая модель ВЭУ, позволяющая производить исследования режимов функционирования объектов ветрогенерации (Рис.1).

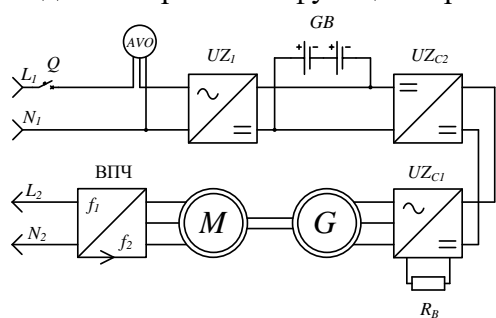


Рис. 1 - Электрическая схема физической модели ВЭУ

Для предотвращения негативных последствий вызванных высокой скоростью ветра между генератором и контроллером заряда установлен дополнительный блок контроллера энергии ветра (UZ_{C1}). Его функциональное назначение состоит в контроле напряжения и скорости вращения ротора генератора. В случае превышения допустимого уровня выходного напряжения генератора, контроллер энергии ветра подключает балластную нагрузку (R_B), что приводит к снижению параметров до допустимых значений. Преобразование постоянного напряжения от системы накопления (GB) для синхронизации с общей сетью требует наличия инвертора (UZ_1) [2]. Мощность инвертора выбирается исходя из номинальной мощности генератора. Контроль выходных параметров (ток, напряжение и активная мощность) ВЭУ осуществляется при помощи цифрового мультиметра (AVO).

Полученные с помощью физической модели результаты будут использованы при разработке научно-технических решений по эффективной интеграции ВЭУ малой мощности в сети с РГ.

Работа выполнена в рамках Государственного задания №13.2078.2017/4.6 при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.

Библиографический список

1. Батарин, Д., Берсенин А., Ряболов Е. и др. Генерация с непростым характером // Корпоративный журнал АО «СО ЕЭС» 50 Герц, , 2018, №2-3 (30 -31), - С. 10.
2. Чивенков А.И., Крахмалин И.Г. Универсальный преобразователь как основа для согласования параметров источников распределенной сети с ВИЭ / Журнал Интеллектуальная электротехника №1, 2018. - С. 112 - 125.

УДК 621.3

КРЮКОВ Е.В., ИВАНОВ А.В.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ИЗОЛИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, ФУНКЦИОНИРУЮЩЕЙ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современной тенденцией развития электроэнергетики является переход от централизованной к децентрализованной генерации. При этом распределенные источники и потребители электроэнергии агрегируются в единый энергокомплекс и используются концепции, в основе которых лежит принцип свободного обмена энергией между всеми участниками системы («интернет энергии» (*Internet of Energy*), «виртуальная электростанция» (*Virtual power plant*) и «микрогрид» (*Microgrid*) и др.) [2]. Подобные энергокомплексы могут быть использованы для обеспечения надежного электроснабжения территорий, технологически изолированных от Единой энергосистемы [1]. Однако отсутствие достаточной научно-технической базы об их функционировании делает невозможным проведение опытно-промышленной эксплуатации ввиду высоких технических и экономических рисков.

Для решения данной проблемы авторами разработана имитационная модель изолированной системы электроснабжения, включающая в себя прототипы: ветроэнергетической установки, дизельной электростанции, газопоршневой установки и аккумуляторной батареи.

Проведенное сравнение полученных с помощью модели зависимостей параметров режимов от соответствующих входных данных с соответствующими аналитическими выражениями позволяет сделать вывод о корректности ее работы.

С помощью имитационной модели получены и описаны характеристики, отражающие возможные энергетические режимы и их параметры. Разработан алгоритм работы изолированной системы электроснабжения, включающий в себя условия рациональности начала и прекращения энергетических перетоков. С целью наглядного представления функционирования имитационной модели разработана структурная схема перехода от реальных энергоустановок к микроконтроллерным платформам программно-аппаратного комплекса.

Библиографический список

1. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года: Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026/>. (17.04.18).
2. Lassetter R.H., Paigi P. / Microgrid: a conceptual solution // IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference - 2004.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

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

Солнечные электростанции имеют богатую и интересную историю. Она берет свое начало с упоминания понятия «фотогальваника» в 1890 году, как «photovoltaic» - фотоэлектрический (фотогальванический) и имеет две составляющие: «phos» – свет, второй корень образован из фамилии известного физика Volta, в честь которого названа такая единица измерения как электрическое сопротивление. Фотоэлектрические же материалы, преобразующие энергию света в электроэнергию, были впервые открыты известным французским физиком Эдмоном Беккерелем еще в 1839 году. Он смог открыть процесс использования солнечного света для получения электрического тока при помощи твердого материала. Однако первая фотогальваническая ячейка была построена Чарльзом Фриттом в 1883 году. Он покрыл кремниевый полупроводник селен минимальным слоем золота. КПД такой батареи составлял всего лишь 1%. В 1954 году американские инженеры Геральд Пирсон, Келвин Фуллер и Дэрил Чапин, экспериментируя с полупроводниками, пришли к неожиданному выводу, что кремний с добавлением специальных примесей очень чувствителен к свету. Это послужило основой к созданию солнечной батареи с КПД равным 6%, что в сравнении со своим предшественником было относительно больше. И с середины 70-ых годов до начала XXI века КПД увеличился более чем на 30%. Конечно же, немалый вклад в развитии солнечных электростанций, а именно изучение явления фотоэффекта внес немецкий физик-теоретик Альберт Эйнштейн. В 1905 году, используя исследования различных ученых (Столетова, Томсона, Планка), он опубликовал статью «Об эвристической точке зрения, касающейся возникновения и преобразования света», в которой привел подробное объяснение рассмотренного явления, а также вывел уравнение фотоэффекта. Главная заслуга Эйнштейна заключалась в том, что он смог догадаться, что с электроном взаимодействует не электромагнитная волна, а квант света определенной энергии – фотон [1]. Также, большой вклад в развитии этого направления энергетики внесли советские ученые и инженеры. Так, в 1930 году советские инженеры под руководством «отца советской физики» Абрама Федоровича Иоффе создали первые сернисто-галлиевые фотоэлементы. Немаловажное значение имеет запуск первого искусственного спутника с применением фотогальванических элементов с кодовым названием «ПС-1» в 1957 году. Лишь спустя год США произвели запуск своего искусственного спутника «Explorer 1» с солнечными панелями. Безусловно, необходимо упомянуть легенду отечественной науки – Жореса Алферова. Именно он вместе со своей командой в 1970 году создали первую в мире высокоэффективные гетероструктурные (с применением мышьяка и галлия) солнечные батареи.

Разберемся в сущности солнечной энергетики в настоящее время. Солнечная энергетика является направлением альтернативной энергетики, основанной на непосредственном использовании солнечной энергии. Солнечная электростанция – инженерное сооружение, служащее для преобразования солнечной радиации в электрическую энергию. Способы преобразования солнечной радиации различны и зависят от конструкции электростанции. Принцип работы современных электростанций (СЭС) основан на сборе сконцентрированной солнечной энергии при помощи зеркал и отражении солнечных лучей на приемники, которые собирают солнечную энергию и преобразуют ее в тепло. Эта тепловая энергия может быть использована для производства электроэнергии с помощью паровой турбины или теплового двигателя, который приводит в действие генератор [2]. Рассмотрим типы солнечных электростанций (табл. 1.).

Таблица 1. Типы СЭС и их особенности

Типы СЭС	Особенности и принцип работы
Башенного типа	В центре станции установлена башня высотой 18-24 метра с резервуаром с водой на вершине. Вокруг башни располагаются гелиостаты, направленные на резервуар. Пар, выходящий из резервуара, доставляется на турбогенератор. На станциях такого тип получают КПД~20%.
Тарельчатого типа	Станция состоит из отдельных модулей, состоящих из ферменной конструкции приемника и отражателя. В приемнике концентрируются солнечные лучи, отраженные от зеркал, расположенных в форме тарелок. Разделяют автономные (один модуль) станции и станции, работающие параллельно с сетью.
СЭС, использующие фотобатареи	СЭС этого типа очень распространены. Они отличаются удобностью размещения (могут быть установлены практически везде). Установленные мощности зависят от необходимости снабжения.
СЭС, использующие параболические концентраторы	Принцип работы состоит в нагревании теплоносителя с помощью параболических зеркал с последующей передачей теплоты воде, которая превращается в пар и идет в турбогенератор.
СЭС, использующие двигатель Стерлинга	Принцип работы совпадает с СЭС, использующие параболические концентраторы. Различие состоит в том, что в фокусе зеркал устанавливается двигатель Стерлинга, представляющий собой двигатель с маховиком (станция работает за счет колебания поршня, который преобразует колебательную энергию в электроэнергию). Эффективность таких электростанций достигает ~32%.
Аэростатные	Такие станции способны собрать до 97% солнечной энергии. Аэростат с фотоэлектрическим слоем расположен в воздухе (высота ограничивается лишь прочностью конструкции) и способен поглощать солнечные лучи в любое время суток.
Комбинированные	На таких электростанциях могут быть совмещены несколько типов солнечных электростанций (например, СЭС тарельчатого и параболического типа, подключенные параллельно). Также на таких электростанциях могут быть установлены теплообменные аппараты для получения горячей воды различного назначения (технические нужды, горячее водоснабжение).

В настоящее время строятся солнечные электростанции в основном двух типов: СЭС башенного типа и СЭС распределенного (модульного) типа. В башенных СЭС используется центральный приемник с полем гелиостатов, обеспечивающие степень концентрации в несколько тысяч. Такие СЭС продуктивно работают в составе объемных соединений с сетью электростанций мощностью 30-200 МВт. Система слежения за Солнцем значительно сложна, так как требуется вращения вокруг двух осей. Управление осуществляется с помощью ЭВМ. В качестве рабочего тела в тепловом двигателе обычно используется водяной пар с температурой до 550 °С, воздух и другие газы – до 1000 °С, низкокипящие органические жидкости (в том числе фреоны) – до 100 °С, жидкометаллические теплоносители – до 800 °С. Главным недостатком башенных СЭС являются их высокая стоимость и большая занимаемая площадь. Так, для размещения солнечных электростанций мощностью 100 МВт требуется площадь в 200 га, а для АЭС мощностью 1000 МВт – всего 50 га [3].

В СЭС распределительного (модульного) типа используется большое число модулей, каждый из которых включает параболоцилиндрический концентратор солнечного излучения и приемник, расположенный в фокусе концентратора и используемый для нагрева рабочей жидкости, подаваемой в тепловой двигатель, который соединен с электрогенератором. Самая крупная СЭС этого типа построена в США и имеет мощность 12,5 МВт. При небольшой мощности СЭС модульного типа более экономичны, чем башенные. В СЭС модульного типа обычно используются линейные концентраторы солнечной энергии с максимальной степенью концентрации около 100 [4].

Самыми энергоэффективными электростанциями являются азростатные СЭС. Они способны собрать до 97% солнечной энергии, при этом такие электростанции занимают слишком мало места, а громоздкий баллон азростата с фотоэлектрическим слоем, расположен в воздухе и способен поглощать солнечные лучи практически полностью в любое время суток. Особо стоит отметить тот факт, что расположение таких электростанций не ограничивается поверхностью земли и воды [5].

Проведя анализ имеющихся данных, полученных с различных источников информации, мы можем выделить ряд достоинств солнечных электростанций:

- общедоступность и неисчерпаемость источника;
- теоретически, полная безопасность для окружающей среды, хотя существует вероятность того, что повсеместное внедрение солнечной энергетики может изменить альбедо земной поверхности и привести к изменению климата.

Также мы можем выделить значительный ряд недостатков солнечных электростанций, которые нельзя игнорировать:

- неэффективность, поскольку солнечные станции являются дотационными из-за высокой стоимости конструкций;
- полный цикл от производства до утилизации экологически грязен;
- недолговечные аккумуляторы (производство которых является II классом опасности);
- требуются большие площади земли под строительство СЭС (несколько десятков квадратных километров);
- изменяется микроклимат в прилегающей местности, из-за нагрева атмосферы над электростанцией.
- необходимость периодической очистки отражающей поверхности от пыли.

Человечество преодолело немалый путь к изобретению такого направления электроэнергии, как солнечные электростанции. Но такая технология получения электрического тока довольно противоречивая: с одной стороны, СЭС используют неисчерпаемый источник энергии, но с другой, солнечные станции являются самой дорогой технологией для получения энергии, а с точки зрения экологической безопасности – еще и «грязной». Поэтому точку в истории развития солнечных электростанций ставить еще рано.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://ecoteco.ru/library/magazine/zhurnal-9/tehnologii/istoriya-razvitiya-solnechnoy-energetiki-v-imenah-i-chislah/>
2. **Городов Р.В.** Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.
3. **Виссарионов В.И.** Солнечная энергетика / В.И. Виссарионов, Г.В. Дерюгина, В.А.Кузнецова, Н.К. Малинин. – Москва: "Солнечная энергетика" МЭИ, 2008. – 317 с.
4. **Самсонов В.С.** Экономика предприятий энергетического комплекса: Учеб. для ВУЗов / В.С. Самсонов, М.А. Вяткин - М.: Высш. шк., 2001 – 416 с.
5. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.gigavat.com/ses.php>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ОБЛАСТИ РАБОТЫ ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА ВОЛЬТОДОБАВКИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка и внедрение интеллектуальных электрических устройств является одной из ключевых задач, поставленных в энергетической стратегии развития России до 2035 года. Это позволит повысить качество электроэнергии в распределительных электрических сетях (РЭС) среднего напряжения 6-20 кВ в которых отклонение напряжения часто выходит за допустимые нормами ГОСТ 32144-2013 значения [1,2].

Применяющиеся в электрических сетях технологии регулирования напряжения и устройства изменения вольтодобавки морально устарели. Они реализуют дискретное регулирование напряжения и имеют ограниченный коммутационный ресурс.

Разработанный авторами тиристорный регулятор вольтодобавочного напряжения позволяет решить данные проблемы. Основной конструктив устройства представлен шунтовым трехфазным понижающим трансформатором с 3 вторичными обмотками, 3 однофазными трансформаторами и 2 тиристорными блоками. Блок продольного регулирования отвечает за сдвиг фазы выходного напряжения относительно входного, а блок поперечного реализует изменение амплитудного значения напряжения сети.

Для исследования совместной работы блоков ТРВД была разработана имитационная модель радиальной РЭС. В процессе моделирования определялось отклонения напряжения на шинах высоковольтных потребителей, при изменении параметров ЛЭП (длины, сечения) и угла нагрузки φ . По результатам исследований была определена область эффективной работы, в которой ТРВД позволяет добиться требуемого стандартом качества электроэнергии.

Библиографический список

1. **Савина Н.В.**, Бодруг Н. С. Оценка соответствия нормативной базы по качеству электроэнергии требованиям активно-адаптивной сети // Седьмая всероссийская научно-техническая конференция "Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов" – Благовещенск. – 2013.
2. **Воронин В.А.** Об оптимизации показателей качества электроэнергии // – 2015. – С. 82-86.

ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из проблем развития электрических сетей является появление многоуровневых систем сложной конфигурации, требующих автоматического управления. Решение данной проблемы привело к созданию гибких систем передачи переменного тока (Flexible Alternative Current Transmission Systems - FACTS).

Устройства FACTS представляют собой статические или электромеханические регуляторы, способные изменять характеристики сети с целью оптимизации и активного

управления режимами передачи электроэнергии (управление потоками мощности, повышение пропускной способности ЛЭП, снижение потерь и др.).

Однако существующие технические решения обладают ограниченными функциональными возможностями и узкой областью применения - направлены на управление параметрами сетей высокого напряжения. Эффективное решение для управления распределительными сетями среднего напряжения (6-20 кВ) отсутствует

Для решения проблемы управления сетями 6-20 кВ в НГТУ разработан твердотельный регулятор напряжения (ТРН) [1]. ТРН представляет собой преобразователь параметров переменного напряжения, выполненный на базе биполярных транзисторов с изолированным затвором с промежуточным звеном постоянного тока.

Для управления ТРН использован векторный принцип управления напряжением [2]. ТРН вводит добавочную ЭДС с заданными параметрами амплитуды и фазового угла относительно напряжения в точке подключения. Система управления ТРН реализована на платформе Compact RIO (cRIO).

ТРН является эффективным устройством FACTS нового поколения. Усовершенствованная конструкция и широкие возможности позволяют применять ТРН в сетях среднего напряжения различной топологии. ТРН обеспечивает регулирование напряжения, управление потоками активной и реактивной мощности, изменение конфигурации сети, компенсацию реактивной мощности, повышение пропускной способности сети и качества электрической энергии. Выбор места установки ТРН определяется набором необходимых функций [3].

Работа выполняется при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Соглашение № 14.574.21.0167 о предоставлении субсидии от 26.09.2017 г., уникальный идентификатор проекта RFMEFI57417X0167).

Библиографический список

1. **Sosnina, E.N.** Development of medium voltage power flow control device / E.N. Sosnina, A.I. Chivenkov, A.V. Shalukho, I.A. Lipuzhin // Proc. 2018 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe). - Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 2018. - P. 1-6.
2. **Кубарьков, Ю.П.** Способ регулирования тока линии электропередачи в узле нагрузки / Ю.П. Кубарьков, А.И. Чивенков, Н.Н. Вихорев Н.Н., А.В. Шалухо, И.А. Липужин // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». – 2019. - № 1 (61). – С. 128-138.
3. **Sosnina, E.N.** Solid-state voltage regulator for a 6-10 kV distribution network / E.N. Sosnina, A.I. Chivenkov, I.A. Lipuzhin // Proc. 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). - Vladivostok, 2018. - P. 1-7.

УДК 621.039

МАМАЕВ А.А., ЛУКИЧЕВ Н.С.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ВРАЩЕНИИ ВАЛА-ИМИТАТОРА В СВИНЦОВОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Насосное оборудование, как и другое оборудование реакторных установок, требует тщательных исследований. Насосы используют для обеспечения циркуляции теплоносителя по контуру. В том числе и для реакторных установок со свинцовым и свинец – висмутовым теплоносителем.

Одним из этапов исследования насосного оборудования является изучение потерь мощности на трение вала в расплаве свинца. Подобные работы уже проводились для реакторных установок с водой в качестве теплоносителя. В результатах исследований было

выявлено, что потери мощности на трение не оказывают значительного влияния на оборудование и их можно не учитывать в последующих расчетах. Свинец имеет несколько специфических свойств, например, значительно большую плотность ($\rho = 10,5 \times 10^{-3}$ кг/м³ при $t = 450$ °С), по отношению к воде, поверхностное натяжения ($\sigma \sim 400$ н/м), кинематическая вязкость ($\nu \sim 20,99 \times 10^{-8}$ м²/с) и др. В связи с этим становится очевидным необходимость проведения подобных исследований свинцового теплоносителя.

Исходя из вышесказанного, была поставлена задача о создании экспериментального стенда, на базовой кафедре «АТС» в НГТУ им. Р.Е. Алексеева, на котором было бы возможно проведение экспериментальных исследований потерь мощности насосного оборудования при вращении вала-имитатора в свинцовом теплоносителе. Была разработана чертежно-техническая документация, а также проведена сборка стенда. На данный момент ведутся финальные приготовления для проведения испытаний.

УДК 621.3

ПРОНИНА О.А., ЛОСКУТОВ А.Б., ДЕМИДОВА А.С., ЧУМАРИН К.Е.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ МНОГОКОНТУРНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С УСТРОЙСТВАМИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время для формирования надежного электроснабжения потребителей, важная роль отводится интеллектуальным распределительным сетям, способным обеспечить функционирование электротехнического комплекса в случае системообразующих аварий. В связи с этим, наиболее актуальной задачей является создание алгоритма управления многоконтурными системами электроснабжения.

В современной практике в зависимости от конфигурации сети, заданных исходных параметров сети используются различные методы расчета режимов сетей. Алгоритм управления создан на основе расчета режима многоконтурной распределительной сети гексагональной конфигурации методом расчета по законам Кирхгофа в матричной форме.

Расчет сети по алгоритму происходит непрерывно, благодаря чему формируется библиотека возможных событий режимов работы. При возникновении аварийных ситуаций устройство определяет поврежденную линию и посылает управляющий сигнал на отключение ветви. После отключения смежных узлу линий, происходит локализация аварии и деление сети. Далее снова происходит расчет и сравнение с условиями нормальной работы сети. Деление сети оказывает существенное влияние на режимы, устойчивость и надежность работы энергосистемы, а также на потери мощности и энергии в сетях.

На сегодняшний день существует тенденция внедрения в многоконтурные распределительные сети новых интеллектуальных устройств на базе полупроводниковых элементов – Flexible Alternating Current Transmission Systems (FACTS) [1]. Включение в сеть FACTS устройств делает возможным регулирование аварийного режима без отключения линии. Установка в питающих узлах гексагональной распределительной сети данных устройств позволяет производить совместную работу устройства и алгоритма управления режимом замкнутой сети. Подверженная аварии линия может быть разгружена посредством управляющего сигнала алгоритма управления для воздействия на мощность устройством.

На базе технологии FACTS в НГТУ им. Р.Е. Алексеева разрабатывается твердотельный регулятор напряжения (ТРН) для сетей электроснабжения среднего напряжения, который позволяет гибко управлять потокораспределением мощностей систем электроснабжения.

Авторами были рассмотрены вопросы построения и функционирования сетей микрогрид гексагональной конфигурации, подходы к управлению потоками мощности, разработан алгоритм управления режимом сети.

Работа выполняется при финансовой поддержке Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 14.574.21.0167 о предоставлении субсидии от 26.09.2017 г., уникальный идентификатор проекта RFMEFI57417X0167).

1. Лоскутов, А.Б. Разработка и исследование гибкой интеллектуальной электрической сети среднего напряжения, основанной на гексагональной структуре / А.Б. Лоскутов, А.А. Лоскутов, Д.В. Зырин / Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2016. - № 3. С. 85-94.

УДК 621.311

ФЕДОРЧАТЕНКО В.И., ШАЛУХО А.В., ВЕСЕЛОВ Л.Е.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ ОТ ТОТЭ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Энергетическая установка на ТОТЭ имеет КПД, равный $\approx 50\%$ по выходу электроэнергии, а с учетом отвода теплоты до 90% . В связи с тем, что побочным продуктом химической реакции внутри ячейки ТОТЭ является вода и отработанные газы высокой температуры встает вопрос о возможности применения котла – утилизатора. Применение способствует повышению КПД энергосистемы и дополнительному снабжению потребителей тепловой энергией. На рисунке 1 представлена принципиальная схема когенерационной установки, состоящей из энергоустановки на ТОТЭ и котла – утилизатора. Главная особенность котла – утилизатора это способность работать на теплоте, вырабатываемой другими технологическими процессами [1].

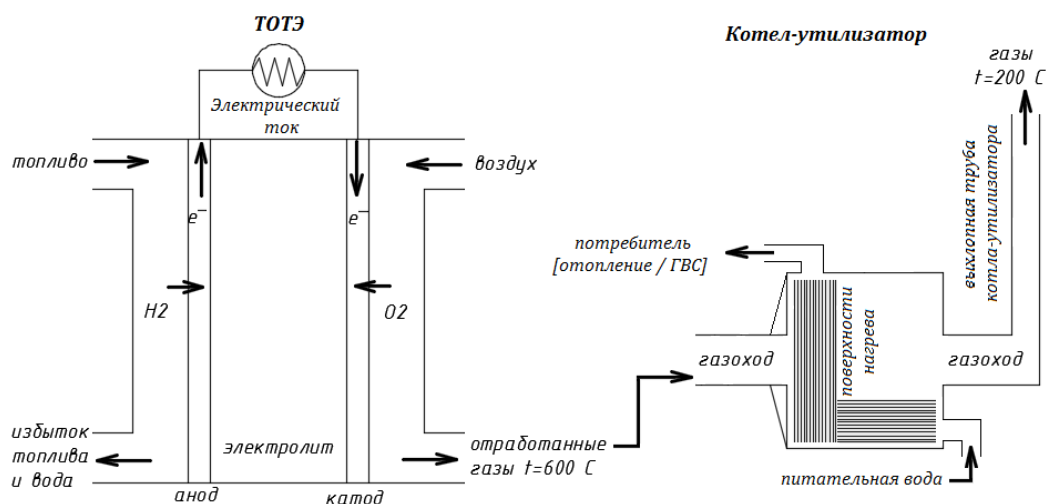


Рис. 1 – Принципиальная схема когенерационной установки

Котел – утилизатор применяется для выработки горячей воды, идущей на отопление или горячее водоснабжение (ГВС) предприятия. Отработанные газы с температурой около 600°C отводятся от ТОТЭ в котел – утилизатор через первичный газоход. По магистрали в котел поступает питательная (холодная) вода, проходящая по трубкам внутри поверхности нагрева. При контакте с горячими газами через поверхность нагрева, вода доводится до температуры $70\text{-}150^{\circ}\text{C}$ в зависимости от внешних условий среды и отводится в систему отопления. При наличии у потребителя потребности в ГВС дополнительно применяется сепаратор – разделитель и вторая поверхность нагрева, перегревающая пар. Отработанные газы с температурой $150\text{-}200^{\circ}\text{C}$ отводятся через выхлопную трубу котла – утилизатора [2, 3].

Целью исследований была разработка схемы для повышения КПД системы путем рационального использования побочных продуктов химической реакции.

Библиографический список

1. **Самоявчев И.С.** Оценка экономических показателей проекта применения ОЦР-установок в окрасочных цехах автомобильного производства горьковского автомобильного завода // Интеллектуальная электротехника. 2018. № 4. 35-42 С.
2. Официальный интернет-сайт компании «Климент». [Электронный ресурс]. URL: klivent.biz (дата обращения 22.04.2019).
3. Официальный интернет-сайт компании «Быттехсервис». [Электронный ресурс]. URL: cosmo-frost.ru (дата обращения 22.04.2019).

УДК 621.31

**ФИТАСОВ А.Н., ЛОСКУТОВ А.Б., СОЛНЦЕВ Е.Б.,
СЕВОСТЬЯНОВ А.А., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш.**

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ 0,95 КВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно данным Министерства энергетики РФ средний годовой темп роста объема потребления электроэнергии составляет 2 %, а в отдельных регионах страны достигает значения 15,6 % [1]. Это приводит к техническому пределу пропускной способности линий электропередачи в распределительных электрических сетях (РЭС). В первую очередь это относится к низковольтным электрическим сетям 0,4 кВ, для которых характерны: высокая степень износа; низкая надежность; высокий уровень технических и коммерческих потерь электрической энергии; низкая эффективная длина и недостаточная пропускная способность линий; недопустимые отклонения напряжения в электрически удаленных точках [2].

Одним из способов решения указанных проблем и повышения эффективности функционирования низковольтных электрических сетей является создание альтернативных вариантов электроснабжения потребителей. В частности, использование напряжения 0,95 кВ.

Выполнена оценка эффективности применения напряжения 0,95 кВ в сравнении с напряжением 0,4 кВ. Получены зависимости потерь электрической энергии от числа часов расчетного периода, протяженности линий и величины нагрузки. Результаты исследований показали, что применение напряжения 0,95 кВ приводит к увеличению протяженности эффективной длины линии в 3 раза, увеличению пропускной способности линии до 1 км, снижению технических потерь электрической энергии на 5-10 % и коммерческих потерь на 30 %. Сокращение коммерческой составляющей потерь достигается за счет технической сложности несанкционированного подключения к электрической сети 0,95 кВ без дополнительного оборудования. К электрическим сетям 0,95 кВ предъявляются те же требования, что и к 0,4 кВ. Это позволяет использовать в электрической сети 0,95 кВ электрические аппараты, предназначенные для сетей до 1000 В.

Таким образом, применение 0,95 кВ в РЭС является оправданным и позволяет обеспечить адаптацию низковольтных электрических сетей к росту электрических нагрузок, повысить надежность и качество электроснабжения потребителей. Оценка эффективности применения комбинированного распределения электроэнергии на напряжении 0,95/0,4 кВ требует дальнейшего технико-экономического обоснования.

Библиографический список

1. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/532> (дата обращения 15.04.2019).
2. Положение ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе». Утверждено Советом директоров ПАО «Россети». Протокол № 252 от 22.02.2017.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Безопасность эксплуатации высоковольтных подстанций (ПС) во многом определяется их электромагнитной обстановкой (ЭМО). Обеспечение благоприятной ЭМО позволяет снизить затраты на применение дополнительных мероприятий по защите от опасных электромагнитных воздействий, а также снизить воздействие физических вредных факторов на оперативный персонал [1].

Исходя из этого, важной является проблема анализа условий труда на ПС, с целью выявления вредных факторов, воздействующих на оперативный персонал. Как правило, на ПС наибольшее внимание уделяют опасности поражения электрическим током. Однако, персонал, находящейся на территории ПС, постоянно подвергается воздействию электромагнитных полей промышленной частоты, источниками которого являются линии электропередач, распределительные устройства и силовые трансформаторы. Нормы электрических полей промышленной частоты устанавливаются по величине напряженности электрического поля и составляют на рабочем месте в течение всей смены и на населенной местности вне зоны жилой застройки – 5 кВ/м, а на ненаселенной местности, по нормам СанПиН 2.2.4.3359-16 эта величина может достигать 15 кВ/м [2].

На примере двухтрансформаторной ПС класса напряжения 220 кВ с силовыми трансформаторами мощностью от 63 до 630 МВА выполнена оценка интенсивности воздействия напряженности электрического поля. Методика расчета напряженности электрического поля на территории ПС была составлена на основе [3, 4].

Получены зависимости напряженности электрического поля для различных точек ПС и мощности силовых трансформаторов при различной высоте подвеса. Установлено, что напряженность на всей территории ПС не превышает допустимые значения согласно СанПиН 2.2.4.3359-16;

Библиографический список

1. СТО 56947007-29.240.044-2010. Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства. – М.: ОАО «ФСК ЕЭС». – 147 с.
2. СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах: [утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 21 июня 2016 г. № 10].
3. **Александров, Г.Н.** Передача электрической энергии / Г. Н. Александров. – 2-е изд. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 412 с.
4. **Александров, Г.Н.** Установки сверхвысокого напряжения и охрана окружающей среды. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 357 с.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Традиционно возобновляемые источники энергии (ВИЭ) считаются наиболее экологически чистыми, однако при этом оценивается лишь стадия их эксплуатации. Авторами разработана методика оценки жизненного цикла ВИЭ [1], от добычи природных ресурсов для производства энергоустановки до ее утилизации, чтобы в полной мере оценить ущерб окружающей среде, наносимый в процессе изготовления ВИЭ.

С использованием разработанной методики проведена оценка воздействия ВИЭ разного типа на окружающую среду по четырем направлениям: потребление природных ресурсов, загрязнение водных ресурсов, загрязнение почвы и загрязнение атмосферы. Сопоставление рассмотренных экологических составляющих проведено на основе экономической оценки загрязнения окружающей среды на этапах жизненного цикла ВИЭ.

В качестве примера были рассмотрены 3 типа энергоустановок (ЭУ) на ВИЭ одинаковой мощности: ветровая ЭУ (ВЭУ) марки «Муссон», солнечная ЭУ (СЭУ) марки Saana 250 LM3 MBW (120 модулей), мини-ГЭС марки ИНСЭТ Пр 30.

Результаты исследования представлены на рисунке 1.

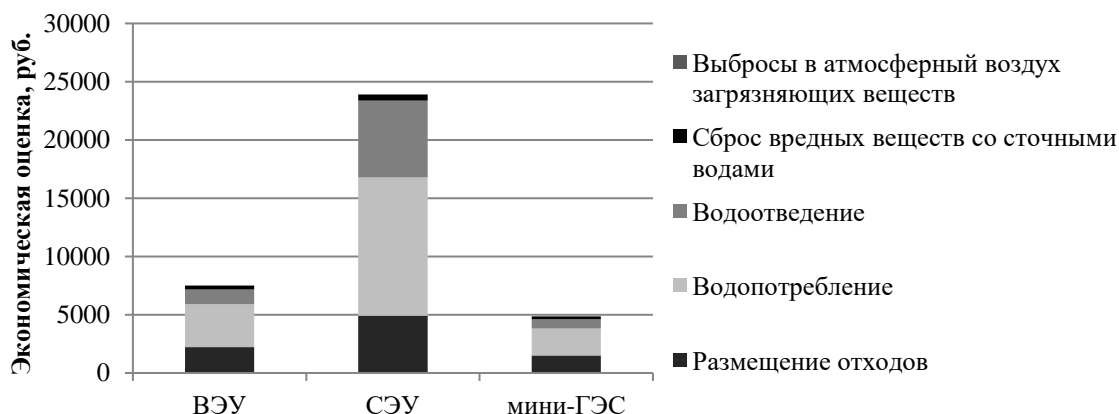


Рис. 1 – Суммарные результаты проведенной экономической оценки экологической составляющей жизненного цикла ВИЭ

Анализ полученных результатов показывает, что жизненный цикл солнечной энергоустановки (СЭУ) причиняет наибольший вред окружающей среде, а мини-ГЭС – наименьший.

1. **Соснина, Е.Н.** Сравнительная экологическая оценка установок нетрадиционной энергетики / Е.Н. Соснина, О.В. Маслеева, Е.В. Крюков // Теплоэнергетика. – 2015. – № 8. – с. 3-10.

Преобразователи параметров электрической энергии

УДК 621.314.222.766

ВАРЛАМОВ Н.С., СУГАКОВ В.Г., МАЛЫШЕВ Ю.С.

КОРРЕКТОР КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ В СУДОВЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Волжский государственный университет водного транспорта

Поддержание удовлетворительного качества электрической энергии является одной из основных задач в современной электроэнергетике. Полупроводниковые преобразователи и несимметричное распределение потребителей оказывают негативное влияние на качество электроэнергии, что приводит к возникновению гармонических искажений и к несимметрии напряжения в трехфазных системах электроснабжения. Эти явления являются причиной появления дополнительных потерь в статорных обмотках синхронных генераторов, к сбоям в работе радиоэлектронного оборудования, к ухудшению условий коммутации вентиля полупроводникового преобразователя, к образованию дополнительных диэлектрических потерь и потерь мощности, к снижению класса точности измерительных устройств и другим отрицательным последствиям [1], [2].

Особенностью режимов работы судовой электроэнергетической системы является периодические изменения частоты напряжения вследствие изменения генерируемой и потребляемой мощности. Такой режим работы несет за собой ряд негативных последствия: снижение КПД механизмов, рост потребления активной и реактивной мощности, изменение моментов коммутации вентиля полупроводникового преобразователя [1].

Для обеспечения удовлетворительного качества электрической энергии в таких условиях эксплуатации проводится коррекция судовой системы электроснабжения, применяются фильтрокомпенсирующие устройств. В качестве индивидуальной защиты потребителя также могут применяться широкополосные фильтры [3].

В настоящее время наиболее перспективным является применение активных фильтров и вольтодобавочных компенсаторов. Недостатком схемных решений при компенсации небаланса фазных напряжений является невозможность сохранения удовлетворительного коэффициента несимметрии при работе на неоднородную нагрузку. В связи с этим разработан корректор напряжения, который за счет одновременного приближения формы кривой напряжения к идеальной синусоиде для дисбаланса фазных напряжений. Технический результат предлагаемого корректора напряжения заключается в расширении функциональных возможностей устройств на основе вольтодобавочного трансформатора [4].

Библиографический список

1. **Fuchs E.** Power Quality in Power Systems and Electrical Machines / E. Fuchs, M. A. S. Masoum. — Second edition. — Academic Press, 2015. — 1140 p.
2. **Абдиева З.Э.** Экспериментальное исследование несимметрии трехфазной системы напряжений / З.Э. Абдиева, Б.И. Сариев, Р.Б. Куржумбаева, Х.Т. Касмамбетов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2018. – №2. – С. 218-225. DOI: 10.22281/2413-9920-2018-04-02-218-225

3. **Коробко Г.И.** Моделирование устройства компенсации нелинейных искажений напряжения судовой электроэнергетической системы / Г.И. Коробко, В.В. Лебедев // Вестник ИГЭУ. – 2014. – Вып. 2. – С. 45-49.
4. Пат. 2612055 Российская Федерация, МПК H02P 9/14. Корректор напряжения / В. Г. Сугаков, Ю.С. Малышев, О. С. Хватов, Н. С. Варламов, И.И. Ягжов; заяв. и патентообл. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта». — № 2631862; Заявл. 27.10.2016; Опубл. 27.09.2017; Бюл. № 27. — 10 с.

УДК 621.31

ГОЛОВАЧЕВ В.М., ПЛЕХОВ А.С.

ПРИВОД КОМПРЕССОРА СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные системы кондиционирования воздуха летательных аппаратов являются неотъемлемой частью бортового оборудования, обеспечивающего комфортные и безопасные условия полета. Среди существующих вариантов построения СКВ легких самолетов и вертолетов наиболее перспективно применение систем на основе парокомпрессионного цикла [1]. Одним из элементов этой системы является центробежный фреоновый компрессор с высокоскоростным управляемым электроприводом переменного тока. Это обусловлено, с одной стороны, особенностями систем электроснабжения летательных аппаратов, а с другой стороны, требованиями к высокой удельной мощности электропривода.

Показано, что диапазон регулирования частоты вращения двигателя центробежного компрессора должен лежать в пределах 24000-48000 об/мин. Электродвигатель компрессора питается от бортовой сети 115/200 В посредством специализированного преобразователя частоты. Модуль управления преобразователя частоты должен обеспечивать плавный пуск и управление скоростью вращения вала компрессора, путем изменения частоты питающего напряжения двигателя от нуля до номинального.

Разработана бездатчиковая система с векторным управлением преобразователем частоты – инвертором напряжения, основные преимущества которой заключаются в возможности обеспечения высокого КПД электропривода, высокая стабильности частоты вращения электродвигателя и жесткости механической характеристики при различных внешних возмущающих факторах, таких как заданная производительность системы кондиционирования, температура рабочего тела и окружающей среды. Результаты экспертизы позволяют прогнозировать высокую надежность за счет отказа от применения каких-либо внешних датчиков [2].

Реализован преобразователь частоты мощностью 7,5 кВт. Обоснованно выбрана элементная база звена постоянного тока, инвертора, блока управления отечественного производства, отвечающая повышенным требованиям к воздействию внешних факторов. В качестве управляющего устройства выбран 32-разрядный микроконтроллер авиационного применения компании «Миландр» обладающий высоким быстродействием и 4 модулями ШИМ с функциями формирования «мертвой зоны» и аппаратной блокировки [3].

Для преобразователя частоты разработаны алгоритмы управления, учитывающие все возможные режимы работы привода, в том числе и аварийные, а также реализован постоянный контроль работоспособности электропривода для своевременной передачи информации о сбое в другие бортовые системы.

Библиографический список

1. **Тищенко, И.В.** Исследование систем кондиционирования воздуха легких самолетов и вертолетов / И.В.Тищенко, Д.А.Кудерко // Инженерный журнал: наука и инновации [Электронный ресурс]. – 2013. – №1(13). – С. 171–131. Режим доступа: <http://engjournal.ru/articles/593/593.pdf>.

2. Волокитина, Е.В. Электропривод компрессора системы кондиционирования воздуха в концепции полностью электрифицированного самолета / Е.В. Волокитина, А.И. Власов, А.Л. Копчак, А.А. Малюгин, О.В. Хохлов // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2011. – № 4 – С. 39–44.
3. Сайт компании «Миландр». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.milandr.ru/>.

УДК 621.31

ЖУКОВ Н.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ИСКАЖЕНИЙ АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ГАРМОНИК

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Активный фильтр гармоник – устройство для компенсации несинусоидальности кривых токов и напряжений, возникающих в системах электроснабжения (СЭС) с нелинейными нагрузками. Ядром системы управления активным фильтром гармоник является блок формирования сигналов, пропорциональных токам искажения в фазах СЭС, в точках подключения активного фильтра. Авторами изучаются различные способы формирования сигналов искажений методом имитационного моделирования алгоритмов в приложении Simulink пакета программ Matlab. Исследуются три метода формирования сигналов:

1. Метод аналоговой адаптивной режекторной фильтрации сигналов фазных токов [1];
2. Метод мгновенных мощностей [2];
3. Использование нейро-нечеткой адаптивной модели, разработанной автором для вычисления сигналов искажений [3].

Анализ производится на основании сравнения характеристик, полученных в результате моделирования систем сигналов искажений токов. В качестве входных, используются как сигналы со стационарными искажениями, соответствующими типичным искажениям при наличии в СЭС потребителей с нелинейными вольт-амперными характеристиками, так и сигналы, сформированные в результате имитационного моделирования работы цеховой системы электроснабжения промышленного предприятия, источниками искажений кривых токов и напряжений в которой являются частотно-регулируемые электроприводы различной мощности [4].

По результатам анализа сделаны выводы об эффективности применения нейро-нечетких алгоритмов в структуре систем управления активными фильтрами.

Дальнейшие направления исследований связаны с программной реализацией нейро-нечеткого алгоритма его интеграцией в имитационную модель активного фильтра в составе исследуемой СЭС.

Библиографический список

1. **JenoPaul R. D. P.** Design and Simulation of Phase Locked Loop Controller Based Three Phase Unified Power Quality Conditioner for Nonlinear and Voltage Sensitive loads / JenoPaul R. D. P., Raglend J // International journal of applied Engineering research, Dindig-ul. –2010.– Т. 1. №. 2.– С. 234-24.
2. **Akagi H.** Instantaneous power theory and applications to power conditioning / Akagi H., Watanabe E. H., Aredes M. // Wiley-IEEE Press, N. J., 2007. - 375 p.
3. **Averbukh M. A.** Reducing electric power losses in the system of power supply due to compensation of higher harmonics of currents: economic and energy efficiency outcomes / Averbukh M. A., Zhukov N.A., Khvorostenko S.V., Panteleev V.I. // International Journal of Energy Economics and Policy. –2019.–Т.9.–№ 3.
4. Программа для ЭВМ «Программа расчета режимов системы электроснабжения промышленного предприятия» / Авербух М.А., Солдатенков А.С., Хворостенко С.В, Жуков Н.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614054; заявл. № 2019612509 от 12.03.2016; опубл.27.03.2016.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ АМПЛИТУДЫ ПУЛЬСАЦИЙ ТОКА В ЗВЕНЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ МНОГОКАНАЛЬНОГО ИНВЕРТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В полупроводниковых преобразователях большой мощности существует проблема больших пульсаций тока в звене источника питания преобразователя. Данное явление может приводить к выходу из строя или снижению ресурса аккумуляторов, конденсаторов и других накопительных элементов, в следствии перегрева, возможного пробоя и тому подобные явления. Поэтому предельный ток пульсаций является важным параметром при выборе емкостного накопителя.

Предлагаемым способом снижения величины пульсаций тока в звене источника питания преобразователя является модификация узла широтно-импульсной модуляции (ШИМ), входящего в состав системы управления полупроводниковыми ключевыми элементами.

В трехфазных и многоканальных инверторах напряжения существует возможность установить количество опорных сигналов, соответствующих количеству транзисторных стоков, а также ввести между опорными сигналами фазовый сдвиг [1]. Таким образом коммутация полупроводниковых ключей будет происходить не одновременно, что приводит к увеличению частоты пульсаций в звене постоянного тока и снижению их величины.

Определение наиболее эффективной величины фазового сдвига производится в соответствии с математическим выражением:

$$Phase = \frac{360}{n} \text{ эл. град.}, \quad (1)$$

где n – количество каналов (фаз) преобразователя.

В результате проведенных исследований установлено, что введение фазового сдвига опорных сигналов в соответствии с выражением 1 для системы управления многоканального инвертора напряжения привело к снижению величины пульсации тока на 16,2 %. При этом амплитуда высокочастотных пульсаций составляет 37,9 % относительно амплитуды 50-ти герцовой (основной) составляющей тока.

Аналогичная модификация системы управления в трехфазном инверторе напряжения приводит к снижению величины пульсации на 12,5 % по сравнению с ШИМ без смещения опорных сигналов друг относительно друга.

Таким образом проведенные исследования показали, что модифицированная система управления позволяет значительно снизить величину пульсаций тока в звене источника питания многофазных и многоканальных преобразователей, что увеличивает продолжительность срока службы и снижает вероятность выхода из строя накопительных элементов.

-
1. **Борисов, А.С.** Широтно-импульсная модуляция при параллельной работе инверторов напряжения на общую нагрузку / А.С. Борисов, Д.А. Алешин, Н.Н. Вихорев // Актуальные проблемы электроэнергетики:– 2018. – С. 62-65.

**РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ АКТИВНОГО
ФИЛЬТРОКОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Активный фильтр гармоник используется для компенсации несинусоидальности кривых токов и напряжений, коррекции коэффициента мощности и симметрировании потребляемого тока. Существующие фильтры, выпускаемые промышленностью, имеют «закрытую» архитектуру, что не позволяет применять собственные алгоритмы управления и производить в полной мере исследования электрических процессов, протекающих в элементах фильтра. В связи с этим возникает необходимость разработки активного фильтра с «открытой архитектурой».

Авторы предлагают структурную схему четырёх плечевого инвертора, позволяющую в дальнейшем анализировать возможные способы подключения нейтрального провода: через транзисторный каскад и через среднюю точку емкостного накопителя [1-4]. Проведено сравнения различных типов силовых полупроводниковых ключей, в результате которого было установлено, что для данных задач наиболее подходящим полупроводниковыми приборами являются IGBT или MOSFET. Представлены достоинства и недостатки двух типов драйверов управления затворами силовых транзисторов: бутстрепные [5] и с гальванически развязанными источниками питания. С точки зрения максимальной гибкости управления выбирается второй тип драйверов. На основании выбранной топологии схемы и типа драйвера [6] была разработана принципиальная схема и печатная плата инвертора. Получены осциллограммы выходного напряжения одного плеча инвертора, на которых были зафиксированы выбросы напряжения, с максимальным амплитудным значением равным 40В при напряжении на шине постоянного тока 15В. Для устранения выбросов перенапряжения предлагается использовать снаббер С-типа [7].

Библиографический список

1. **Розанов Ю.К.** Силовая электроника. М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 632с.
2. **Lam C.S.** et al. Adaptive DC-link voltage-controlled hybrid active power filters for reactive power compensation //IEEE Transactions on power electronics. 2012. Т. 27. №. 4. С. 1758-1772.
3. **Choi W.H.** et al. Analysis of dc-link voltage controls in three-phase four-wire hybrid active power filters //IEEE Transactions on power electronics. 2013. Т. 28. №. 5. С. 2180-2191.
4. **Montero M. I. M.,** Cadaval E. R., González F. B. Comparison of control strategies for shunt active power filters in three-phase four-wire systems //IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS PE. 2007. Т. 22. №. 1. С. 229.
5. **Никитин А.** Современные высоковольтные драйверы MOSFET- и IGBT- транзисторов//Новости электроники. 2010. №6. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.compel.ru/lib/ne/2010/6/10-sovremennyye-vyisokovoltnyie-drayveryi-mosfet-i-igbt-tranzistorov> (дата обращения 5.03.2019).
6. HCPL-3120 Datasheet//Electronic Components Datasheet Search [Электронный ресурс]. URL: <https://www.alldatasheet.net/datasheet-pdf/pdf/64629/HP/HCPL-3120.html> (дата обращения 5.03.2019).
7. **Колпаков А.,** Ламп Й. Проблемы проектирования IGBT – инверторов: перенапряжения и снабберы//Компоненты и технологии. 2008. №5. [Электронный ресурс]. - URL: https://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2008_5_98.pdf (дата обращения 5.03.2019).

004.896 УДК

БАЛАШОВ В.О., ГОНЧАРОВ А.А., ФЕДОСОВА Л. О.

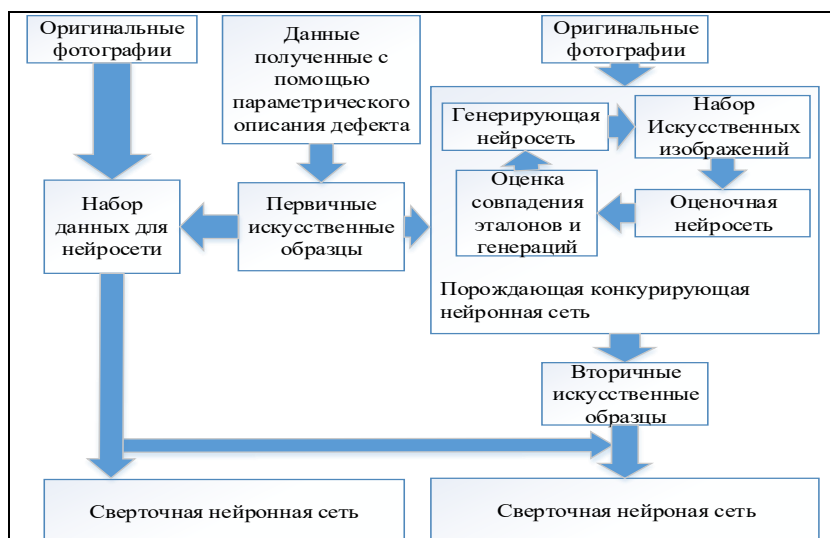
СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ ДЕФЕКТОВ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Областью данного исследования являются методы генерации изображений для решения задачи детектирования дефектов внутренней поверхности трубы.

Для контроля внутренней поверхности трубы используется автоматизированная система визуального контроля внутренней поверхности труб. В состав установки входят: эндоскоп, узел подачи эндоскопа в трубу, узел поворота трубы и программное обеспечение, позволяющее получать и обрабатывать изображения внутренней поверхности трубы с детектированием дефекта. [1]

С целью повышения скорости и качества обнаружения дефекта внутренней поверхности трубы предлагается использовать нейронные сети.



Для обнаружения дефектов труб различающиеся по множеству параметров, с помощью нейронной сети, необходимо предоставить системе первоначальный набор данных. Количество информации, представленной реальными образцами труб, для работы сети недостаточно. При использовании полуавтоматической программы для генерации искусственных фотографий с дефектами, достигается большой объем диагностической информации, без необхо-

димости каких-либо дополнительных затрат, что является большим достоинством. Программная генерация состояний дефектных труб, производится с предварительной настройкой параметров, что позволяет пользователю регулировать вид дефекта и его характеристики. Данный комплекс может быть расширен установкой дополнительной автоматической системой посредством установки конкурирующих генеративных нейросетей. Альтернативный способ генерации синтетических данных – трехмерное моделирование, но для каждой задачи требуется своя трехмерная модель, что затрудняет создание большого архива обучающих данных. Подсистема генерации дефектов с использованием настроенных данных является вспомогательной системой, расширяющая и дополняющая диагностические возможности нейронной сети.

1. Методы и алгоритмы распознавания изображений для дефектов внутренней поверхности трубы. Цапаев А.П.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СТРУЖКОДРОБЛЕНИЯ ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема управления контактными процессами для обеспечения надежного дробления стружки при лезвийной обработке является актуальной особенно при использовании в металлообработке автоматизированного оборудования и при реализации концепции "безлюдных" технологий.

Конечными целями мероприятий, направленных на стружкодробление, являются способы придания стружке такой формы и размеров, которые свели бы на "нет" ее отрицательное влияние на выполнение технологической задачи. С этой целью разрабатываются системы автоматизированного управления (САУ) процессом стружкообразования при различных условиях резания. Для ликвидации нарушения технологического процесса вследствие образования при резании непрерывной, сливной стружки, разработаны различные подходы к реализации условий, обеспечивающих разделение такой стружки на отдельные сегменты в зависимости от степени ее завивания и дробления.

Чтобы обеспечить необходимые условия для процесса сегментации существует несколько способов дробления (завивания) стружки [1]. В способах, где используется изменение конструкции режущей части инструмента, для инструментов с перетачиваемой режущей частью, наиболее эффективным будет управление геометрией режущего клина инструмента (передний угол, главный угол в плане и угол наклона режущей кромки). При использовании инструментов со сменными многогранными пластинками (СМП), которые конструктивно могут иметь различные формы передней поверхности и количество режущих кромок, наиболее эффективным является назначение подачи и глубины резания в пределах области устойчивого стружколомания.

Довольно часто используются инструменты с уступами, лунками на передней поверхности, а также инструменты со специальными конструкциями накладных стружколомов, устанавливаемых на держателе резца. Когда необходимо срезать достаточно большой по толщине или ширине припуск, управление процессом стружкообразования осуществляется путем выбора схем резания, позволяющих получить стружку заданных размеров. Это достигается с помощью предварительно нанесенных специальных стружкоразделительных канавок на режущих кромках инструмента или путем предварительного нарезания кольцевых (винтовых) канавок на обрабатываемой поверхности заготовки.

В некоторых случаях используется управление динамикой процесса резания, где с помощью генератора сигналов происходит наложение на режущий инструмент ультразвуковых или низкочастотных колебаний. В способах, использующих управление кинематикой резания, применяются различные виды прерывистой (дискретной) подачи. Такой способ очень широко применяется в автоматизированном производстве с использованием станков с ЧПУ и инструментов с СМП.

Наиболее эффективным способом в условиях применения современных инструментальных материалов с многослойными покрытиями и высокоскоростной механической обработки является режим адиабатического резания. Увеличение скорости резания в определенном диапазоне способствует естественному дроблению стружки, а также улучшению качества обработанной поверхности. Обеспечение режима адиабатического резания кроме дробления стружки позволяет повысить качество обработанной поверхности, а также исключить вообще применение СОТС.

1. http://www.texnologia.ru/documentation/cutting_of_metals/5.html

ВЛИЯНИЕ СОТС НА КОНТАКТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЛЕЗВИЙНОЙ ОБРАБОТКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На повышение стойкости режущего инструмента значительное влияние оказывают контактные процессы в зоне резания. Контактные процессы – это процессы, происходящие на соприкасающихся поверхностях инструмента, заготовки и стружки, вследствие высоких скоростей деформации срезаемого слоя, давления и температур в зоне резания. Физико-химические процессы происходят в тонком слое, возникающем на поверхности лезвия благодаря мгновенному процессу схватывания двух разнородных материалов и сопровождающих его явлений адгезии и диффузии, так называемом граничном слое [1].

Благодаря направленному воздействию на элементарные физико-механические и механохимические процессы смазочно-охлаждающие технологические среды (СОТС) повышают период стойкости режущего инструмента. Номенклатура технологических сред разнообразна. Жидкие технологические среды снижают интенсивность изнашивания инструмента, уровень сил резания, повышая качество обработанной поверхности. Твердые материалы образуют на поверхности металла непрерывный слой, имеющий высокую механическую прочность, адгезию и эластичность. Газообразные технологические среды позволяют повысить прочность деталей и снизить интенсивность изнашивания и наростообразования [1].

Несмотря на высокие смазочные и охлаждающие свойства СОТС, нужно обращать внимание на то, что многие из них, особенно СОТС на масляной основе, наносят экологический ущерб окружающей среде и вредны для здоровья человека. Поэтому, в настоящее время распространение получают технологии «сухого резания» с полным отказом от СОТС. Данная технология включает в себя применение новых инструментальных материалов с износостойким многофункциональным покрытием, ионизированной газовой среды и ультразвуковые колебания.

Многофункциональное покрытие состоит из износостойкого, трибоактивного и активного слоев. Износостойкий слой, обладающий повышенной твердостью и термической устойчивостью, снижает интенсивность изнашивания инструмента. Трибоактивный слой снижает трение и усиленное теплообразование основных фрикционных источников тепла, возмещая отсутствие СОТС. Активный слой адаптирован для взаимодействия с элементами, проникающими из ионизированной газовой среды в зону контакта фрикционной пары [2].

Ионизированная среда необходима для компенсации охлаждающего, смазывающего и пластифицирующего физических эффектов, присущих процессу резания с применением СОТС. Для увеличения проникающей способности элементов газовой среды и стимуляции физико-химических контактных процессов производится активация газовой среды – ионизация с помощью электрических зарядов разных видов.

Для повышения проникающей способности ионизированной газовой среды, используются ультразвуковые колебания, накладываемые на режущий инструмент в направлении скорости резания, что способствует увеличению упругого контакта стружки с инструментом, стимулируя повышенное проникновение элементов ионизированной среды к активным слоям покрытия [2].

Библиографический список

1. **Ящерицын П.И.**, Еременко М.Л., Фельдштейн Е.Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах. – Минск, 1990.
2. **Москвичев А.А.**, Кварталов А.Р. Тенденции экологически безвредного «сухого резания» металлов. // Труды НГТУ. - 2015.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ДЕФЕКТОВ ГОРЯЧЕКАТАНОГО РУЛОННОГО ПРОКАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Металлургическая отрасль изготавливает особые продукты, от качества которых будет очень многое зависеть. Расходы на их производство довольно большие, а их возмещение возможно только при производстве и выпуске продуктов, которые будут соответствовать существующим стандартам и нормам. [1] Рассмотрим анализ дефектов продукции и методы их устранения на примере литейно-прокатного комплекса.

Согласно принципу Парето, чтобы достичь наибольшей эффективности какой-либо деятельности и оптимизации ее результатов, необходимо правильно выбрать минимум самых важных действий. Благодаря этому можно быстро получить значительную часть от планируемого полного результата, при этом дальнейшие улучшения неэффективны и могут быть неоправданными [2].

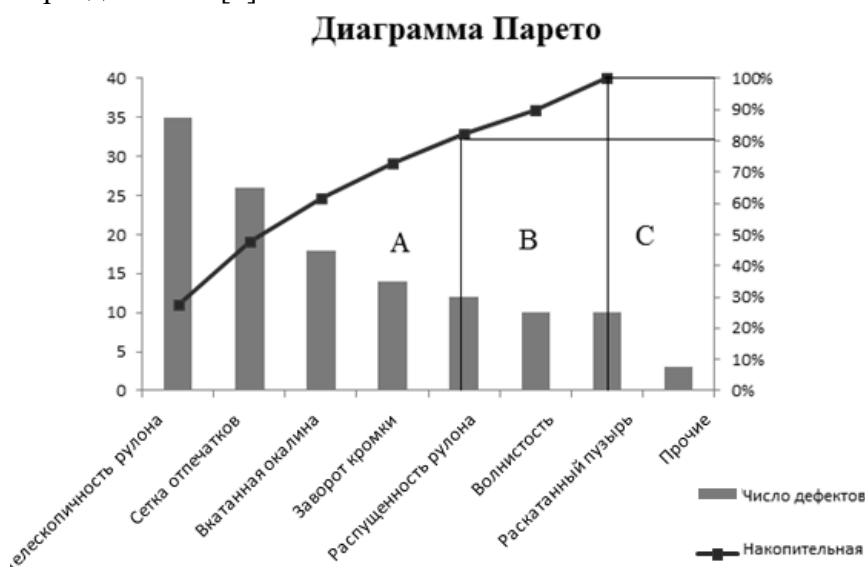


Рис. 1 – Диаграмма Парето причин дефектов горячекатаного проката

(Рисунок 1). Она позволяет выявить главную причину проблем, возникающих в процессе производства.

Выявили, что основной причиной дефектов изделий якорной цепи является «телескопичность рулона». Таким образом, если устранить данную причину, предприятие избавится от 80% несоответствий.

Библиографический список

1. Стандартизация и контроль качества металлургии
<http://alp-plus.com/standartizatsiya-i-kontrol-kachestva-v-metallurgii.html>
2. Статистические методы в управлении качеством: методические указания к выполнению практических работ / Н.А. Олинович. – Иркутск: ИрГУПС, 2012.

Цель работы: анализ дефектов горячекатаного проката.

Основными несоответствиями изделий якорной цепи являются: несоответствие геометрических параметров требованиям ГОСТов, сетка отпечатков, вкатанная окалина, заворот кромки, распушенность рулона, волнистость, раскатанный пузырь.

Необходимо провести анализ вышеуказанных причин несоответствий. Для этого воспользуемся простым инструментом качества Диаграммой Парето

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ЗОН ПАРАМЕТРИЧЕСКИ ВОЗБУЖДАЕМОЙ ВИБРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важной составляющей при проектировании любой вибрационной машины является определение областей колебаний, в которых она будет работать. При проектировании резонансной параметрически возбуждаемой вибрационной машины необходимо определять резонансные зоны или области неустойчивости положения равновесия. Для реализации механических параметрических резонансных колебаний можно использовать параметрический вибровозбудитель, принцип работы которого основан на явлении резонанса, самосинхронизации и комбинационного взаимодействия элементов колебательной системы.

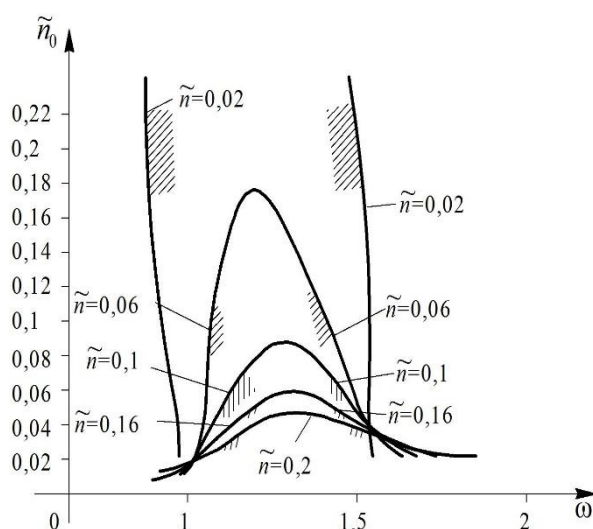


Рис. 1 – Резонансные зоны на плоскости параметров $(\tilde{\omega}, \tilde{n}_0)$

Устойчивость системы с параметрическим возбуждением определяется параметрами ε , ν , ω , \tilde{n}_0 , \tilde{n} , которые зависят от характеристик колебательной системы. Расчет областей неустойчивости выполнен на ЭВМ в программном пакете *MatLab*, что позволяет утверждать о точности полученных кривых. На рис. 1 приведены области неустойчивости для параметров $\varepsilon=0.02$, $\nu=0.25$, где ε – коэффициент показывающий отношение массы осцилляторов (маятников) к общей массе колеблющейся части (рабочему органу), ν – параметр, определяющий собственную частоту колебаний осцилляторов. По оси абсцисс на графике отложены значения безразмерной угловой скорости $\tilde{\omega}$, а по оси ординат – безразмерный коэффициент n_0 демпфирования бегунка. Графики построены для различных значений безразмерного коэффициента n демпфирования рабочего органа. Области неустойчивости заштрихованы.

Анализ областей неустойчивости показывает, что увеличение коэффициента демпфирования рабочего органа \tilde{n} при малых значениях коэффициента демпфирования маятников \tilde{n}_0 приводит к расширению областей неустойчивости, то есть резонансных зон. Важно отметить, что эффект расширения резонансной зоны при увеличении демпфирования рабочего органа можно реализовать на практике. Действительно, инерционный элемент вибровозбудителя не подвержен действию технологической нагрузки. За счет конструктивных мероприятий демпфирование бегунков может быть сделано весьма малым.

Полученные резонансные зоны позволяют упростить подбор параметров и технических характеристик проектируемой вибрационной резонансной машины, а также позволит судить о возможности возбуждения резонансных колебаний в рассматриваемой зоне.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕРЖНЕЙ

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Набережные Челны

В последние годы многие промышленные предприятия стали переходить на принципиально новые перспективные технологические процессы изготовления стержней для отливок из черных и цветных сплавов «Cold-box-процесс» изготовление стержней по «холодному процессу» (ХТС), так как существующие технологии по «горячему процессу» (ГТС) не обеспечивают необходимой размерной точности и качества изготовления стержней из-за того, что стержневые ящики подвергаются нагреву до температуры свыше 250 °С. За счет нагрева стержневого ящика песчано-смоляная смесь под воздействием связующего вещества отверждается, т.е. спекается, спекание происходит на глубину 5-6 мм, после извлечения стержня из стержневого ящика дальнейшее его отверждение происходит уже на воздухе. При данном технологическом процессе изготовления стержней возникают некоторые сложности такие как нарушение геометрических размеров стержня, так как за счет нагрева стержневого ящика изменяются его размеры, а также происходит коробление стержня при отверждении на воздухе. Для выполнения требуемой размерности возникает необходимость увеличения припусков на механическую обработку и ограничения минимальных размеров сечений внутренних полостей отливки. [1]

Стержневые машины для изготовления стержней ГТС характеризуются:

- высокой трудоемкостью и большой ресурсоемкостью при изготовлении стержней;
- отсутствием гибкости производства (длительное время на переналадку, как следствие необходимость создания больших заделов стержней);
- превышением предельно-допустимой концентрации (ПДК) по содержанию фенола и формальдегида, ПДК фенола (летучих) в воздухе рабочей зоны должна быть не более 0,1 мг/м³, формальдегида (летучих) – 0,05 мг/м³. [2]

Процесс изготовления стержней ХТС позволяет резко повысить точность стержней, снизить внутренний брак при изготовлении стержней до 0,3-1,0 % удешевить и ускорить изготовление стержневой оснастки. В данном процессе используются синтетические смолы (полиуретановые, эпокси-акрилатные, фенольные), которые не требуют подогрева стержневых ящиков, отверждение происходит при продувке газами. В качестве отвердителей используются такие газы как сернистый ангидрид, амины и углекислый газ. Стержневая смесь под давлением надувается в стержневой ящик, установленный на позиции надува стержневой машины, затем наполненный смесью стержневой ящик продувается газом-отвердителем в течение 3-5 секунд, далее воздухом для удаления газа из полости стержня, а также из стержневого ящика. Дальнейшая очистка воздушно-газовой смеси происходит в скруббер-нейтрализаторе, что позволяет улучшить условия труда и экологическую обстановку. Стержневая смесь, затвердевает в стержневом ящике с набором окончательной прочности не менее 80 % по всему объему, поэтому данная технология позволяет изготавливать стержни, имеющие ажурные строения и конфигурации с очень гладкой поверхностью с допустимыми отклонениями по геометрии не более 0,3 мм, что невозможно достичь при других технологических процессах изготовления стержней.

Библиографический список

1. **Гавариев Р.В.**, Савин И.А. Исследование качества поверхности отливок цветных металлов получаемых литьем под давлением: монография/Гавариев Р.В., Савин И.А., Курск: Из-во «Университетская книга», 2017, -236с.
2. **Гавариев Р.В.**, Савин И. А. Моделирование процесса литья под давлением в пресс-форму с защитным покрытием /Р.В. Гавариев, И.А. Савин//Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. -2017. -№1, С. 47-50

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ
ПУТЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК ЛАЗЕРНОЙ И ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКОЙ**

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

В докладе представлены способы токарной обработки кольцевых деталей на примере установочных колец для монтажа колес автомобилей на стенде для их правки. Полный комплект установочных колец, на основе последних исследований, должен состоять не менее чем из 60 единиц, имеющих размеры наружных диаметров в диапазоне 52-161 мм, что соответствует размерам центральных отверстий дисков колес существующих в настоящее время моделей автомобилей.

Детали изготавливаются из заготовок, отрезаемых из круглого проката. На рисунке 1 показаны третий и четвертый переходы токарной обработки – получение колец, «высверливаемых» из предварительно прорезанной на 12 мест заготовки.

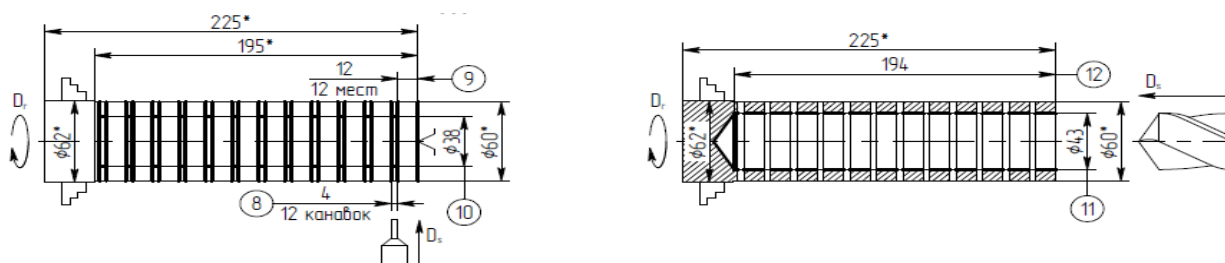


Рис. 1 – Токарная обработка - получение кольцевых заготовок из круглого проката

Полученные таким образом кольца обрабатываются на последующих пяти переходах токарной обработки.

В целях снижения производственных затрат на изготовление установочных колец было принято решение о проведении исследований в части возможности получения заготовок для установочных колец методами лазерной и плазменной резки [1].

Результатом изменения способов получения заготовок явилось исключение первых четырех переходов токарной обработки. При этом время токарной обработки сократилось примерно втрое, а расход материала уменьшился вдвое. Внедрению новой технологии изготовления установочных колец для стендов предшествовали исследования структуры и твердости в зоне реза кольцевых заготовок для выявления степени обрабатываемости новых заготовок.

В настоящее время установочные кольца для комплекта оснастки стенда новой конструкции изготавливаются из заготовок, полученных лазерной и плазменной резкой.

Представленные исследования проводятся согласно договору № 1/СД 2019 НИР от 11.01.2019 г. по теме «Разработка и исследование модернизированного стенда и оснастки для правки автомобильных колес» между Арзамасским предприятием «Шинный центр «PitStop»» и Арзамасским политехническим институтом (филиалом) НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

1. Платонов А.В., Маресев В.О., Новиков К.Н, Егорова Т.С. Сравнение прогрессивных способов получения заготовок плазменной и лазерной резкой и примеры их практического использования //Norveqian Journal of development of theinternational Science No 17/2018. – С. 24-41.

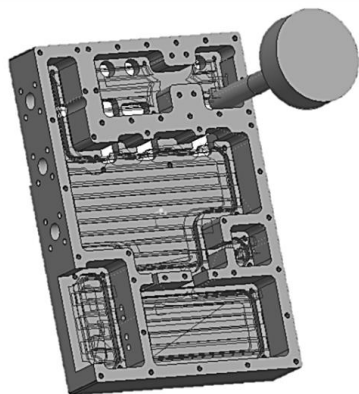
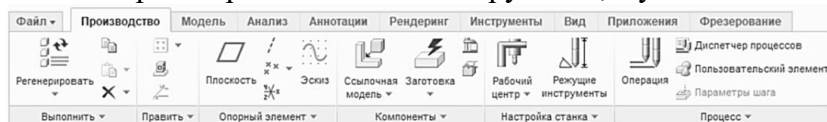
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САМ-СИСТЕМЫ «CREO NC» НА ПРИМЕРЕ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПРИБОРА»

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

Методика подготовки устанавливает общий порядок работы с системой «CREO NC» при разработке управляющей программы (УП) для изготовления детали «Корпус прибора», с использованием 4-х координатного фрезерного обрабатывающего центра. Она включает в себя следующие этапы.

Вначале выполняется настройка данных производственной базы: станка, режущих инструментов, приспособления и конфигурации, необходимых для качественной визуализации процесса механообработки детали.

С помощью команд вкладки «Фрезерование» на панели инструментов «CREO NC» создаются траектории движения инструмента, с учетом вспомогательного оборудования.



```
N27 G0X-107.62Y23.3M8
N29 G43Z150.H1
N31 Z29.
N33 G1Z27.F700.
N35 X-109.3Z26.853
N37 Y29.1Z26.346
N39 X-92.2Z24.85
N41 Y34.9Z24.342
N43 X-109.3Z22.846
N45 Y40.7Z22.339
N47 X-92.2Z20.843
N49 Y46.5Z20.335
N51 X-109.3Z18.839
N53 Y49.3Z18.594
N55 X-109.2Z18.568
N57 G3X-103.98Y52.3Z18.031R5.7
N59 G1X-92.2Z17.
N61 X-103.98
N63 G2X-109.Y49.3R5.7
N65 G1X-109.3
N67 Y46.5
N69 X-92.2
```

Рис. 1. Траектория движения инструмента и фрагмент программы обработки детали

Затем, выполняется перевод траекторий обработки детали в соответствующие кадры управляющей программы, написанные в соответствии со стандартом ISO 6983-1:2009. Каждый кадр содержит набор команд управления, приводящих рабочие органы станка в движение. Итогом выполнения работы является готовая управляющая программа, составленная с учетом особенностей устройства числового программного управления выбранного оборудования (рис.1).

По результатам проделанной работы можно выделить ряд достоинств использования программного комплекса «CREO NC», к которым относятся: синхронизация и регенерация данных производственной ЧПУ – сборки при изменении параметров на любом этапе разработки, возможность создания конструкторского элемента автоматического удаления материала и наличие встроенного верификатора управляющих программ.

1. Интерактивная справкаCreoParametric 5.0.4.0URL: http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/russian/index.html#page/manufacturing/nc/NC_Manufacturing_Overview.html.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ДЛЯ СОЕДИНЕНИЙ ГЕРМОВВОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сварка лазером широко используется для соединения различных материалов: легированных и нержавеющей сталей, алюминия и титана, а также разнородных металлов. Технология лазерной сварки позволяет соединять металлы толщиной от нескольких микрометров до десятков миллиметров [1].

Применение электродуговых способов сварки для соединения тонких металлов невозможно, т.к. происходит либо расплавление свариваемого изделия, либо значительные деформации [2].

В настоящее время ведутся работы по созданию современных датчиков с высокой степенью герметичности, в которых используются тонкостенные гермовводы диаметром всего несколько миллиметров. Для обеспечения герметичности требуется сварка кольцевого шва гермоввода.

Для соединения гермоввода с датчиком была применена лазерная сварка. Сварка выполнялась с помощью импульсного лазерного излучения без сквозного проплавления, обеспечивая расплавление металла в шве без перегрева до температур испарения.

В результате проведенной работы были получены герметичные соединения тонкостенных гермовводов из титанового сплава.

Библиографический список

1. **Григорьянц А.Г.,** Шиганов И.Н., Мисюров А.И. «Технологические процессы лазерной обработки»: Учеб. пособие для вузов/Под ред. А.Г. Григорьянца. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2008. – 664 с.: ил.
2. «Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок»/ Под ред. В.Я. Панченко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 664 с. – ISBN 978-5-9221-1023-5.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ САД/САМ/САЕ СИСТЕМ ЗА СЧЕТ ПОДКЛЮЧЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время автоматизация является наиболее актуальной и проблематичной, с точки зрения внедрения на производство сферой. Основные направления автоматизации - это внедрение нового оборудования, создание нового технологического процесса, применение современного режущего инструмента. Актуальной задачей для предприятий является также снижение трудоемкости и себестоимости изготовления деталей с обеспечением качества. В связи с этим разрабатываются технологии совершенствования технологических процессов за счет применения современного оборудования и высокопроизводительного режущего инструмента.

В настоящее время большое распространение получили конструкции сборных режущих инструментов одного функционального назначения, но различающиеся по способу установки и крепления режущих элементов, а также большим разнообразием производителей и разными ценовыми категориями. Походящий инструмент пользователь выбирает, ос-

новываясь на необъективных рекламных материалах, так как количество всевозможных вариантов может достигать тысячи [1]. Для удобства подбора режущего инструмента крупные производители разработали базы данных и системы подбора инструмента, но они не имеют интеграции с современными CAD/CAM/CAE системами.

Целью работы является оптимизация технологического процесса за счет создания базы данных режущих инструментов. Для создания и выбора оптимального технологического процесса необходимо эмулировать (сымитировать) обработку изделия максимально приближено к реальным условиям. Поэтому при создании технологического процесса следует выбрать, не только материал обрабатываемой заготовки, но и задать инструменты, которые будут применяться для обработки в реальных условиях и их характеристики. На данный момент в большинстве систем установлен стандартный пакет гостированных инструментов, что в значительной степени снижает эффективность применения данных программ. При выборе такого инструмента симитированное время обработки будет значительно отличаться от времени реальной обработки изделия, вследствие чего предприятие может понести экономические потери.

Создание встроенной инструментальной базы данных для CAD/CAM/CAE систем позволяет ускорить процесс создания технологических процессов, получив оптимальное время обработки с учетом имеющегося на производстве инструмента. Что позволяет свести к минимуму риски поломки инструмента и станков во время проведения моделирования обработки управляющей программы на персональном компьютере с использованием необходимого инструмента. Внедрение и использование, с дальнейшей оптимизацией под потребности производства CAD/CAM/CAE систем позволяют сократить сроки выпуска изделий, снизить экономические расходы, такие как себестоимость, издержки на брак и повышение качества.

-
1. **Аверченков, В.И.** Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ: монография [Текст] / В.И. Аверченков, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Е.Ю. Кукло. - Брянск: БГТУ, 2011. – 151с.

УДК 621.791

МЕЛЬНИЧЕНКО О.П., КОЗЛОВ И.К.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕДИЦИНСКИ ПИНЦЕТОВ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ СВАРКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Титан обладает биологической инертностью по отношению к живому организму и сочетает в себе высокие механические, антикоррозионные свойства и свою доступность. Основная задача при конструировании инструментов из титана – создание инструментов, по своим функциональным свойствам не уступающим, а превосходящим аналогичные, выполненные из нержавеющей сталей [1].

Одной из важнейших проблем сварки медицинского инструмента является обеспечение отсутствия зазоров в зоне соединения, что затрудняет стерилизацию и повышает склонность к локальной коррозии. Пинцет является одним из наиболее востребованных медицинских инструментов и имеет в своем составе «проблемное» сварное соединение. Следовательно, перспективно развитие таких способов сварки, которые способны обеспечить сварку без образования несплошностей.

Основным способом сварки медицинских пинцетов является контактная точечная сварка. Существующий технологический процесс предполагает постановку нескольких сварных точек в пятке пинцета, однако, точечная сварка пинцета не только не обеспечивает отсутствие зазора по контуру свариваемой части, но способствует образованию узкого щеле-

видного канала, появление которого представляет большие трудности при стерилизации инструмента в процессе его эксплуатации.

Вследствие недостатков контактной точечной сварки предлагается использовать контактную рельефную сварку по кольцевым рельефам. Этот способ сварки позволяет получить полное отсутствие или незначительный допустимый зазор по контуру, отсутствие вмятин от электродов, повышенную стабильность прочностных свойств соединения. Применение данного способа сварки также способствует повышению производительности труда и снижению трудоемкости изготовления пинцетов. Это обусловлено тем, что процесс рельефной сварки осуществляется за один ход машины вместо нескольких ходов при точечной сварке [2].

В ходе выполнения работы были определены оптимальные форма и размеры рельефов, способствующие получению качественного твердофазного сварного соединения. Разработана методика расчета значений параметров режима сварки, основанная на учете интенсивности тепловыделения и теплового баланса в зоне контакта.

Исследован процесс деформации (осадки) рельефа. Применение более жестких режимов сварки обеспечит локализацию тепловыделения и интенсивную пластическую деформацию в зоне контакта свариваемых деталей, что способствует получению высококачественных сварных соединений. Подобрано сварочное оборудование и оснастка.

Библиографический список

1. **Ильин, А.А.** Титановые сплавы: состав, структура, свойства: справочник/ А.А. Ильин, Б.А. Колачев, И.С. Полькин. – Москва: ВИЛС-МАТИ, 2009. – 519 с.: ил., табл.
2. **Катаев, Р.Ф.** Теория и технология контактной сварки: учебное пособие/ Р.Ф. Катаев, В.С. Милютин, М.Г. Близник. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 144 с.

УДК 004

ОКУНЕВ А.В., МАНЦЕРОВ С.А., КОЧЕРОВ А.В.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АКТИВНОГО ШУМОПОДАВЛЕНИЯ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью работы является анализ существующих систем активного шумоподавления и разработка математической модели для использования в автомобильных двигателях.

В работе проводится анализ существующих систем активного шумоподавления. Выбран и обоснован наиболее эффективный алгоритм для применения в активных глушителях автомобильного транспорта, также проведено математическое моделирование выбранного алгоритма.

В результате моделирования определено, что предложенный подход может быть использован для конструирования глушителей. Он позволит не только уменьшить массу выхлопных систем и улучшить гидродинамические показатели, но и приведет к снижению стоимости новых выхлопных систем автомобилей.

Основным преимуществом системы активного шумоподавления является снижение гидравлического сопротивления выхлопной системы, а также более эффективное снижение низкочастотного шумового компонента в двигателе.

Ключевые слова: Активное шумоподавление, адаптивный алгоритм, FIR-фильтр, FXLMS алгоритм.

Библиографический список

1. **Nelson, P. A. Elliott S. J.** Active Control of Sound/ Academic Press, San Diego, CA. 1992.-432.

2. **Burgess, J. C.** Active Adaptive Sound Control in a Duct: A Computer Simulation/ J. Acoust. Soc. Am., Vol. 70, No. 3, Sept. 1981, 726.
3. **Найкин S.** Adaptive Filter Theory/ 4th edition. Prentice Hall, 2002.— 936.
4. **Солонина А. И., Улахович Д. А., Яковлев Л. А.** Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов/ СПб: БХВ-Петербург. 2001. — 464.
5. **Кузнецов А. Н., Поливаев О. И.** Перспективы использования систем активного шумоподавления /ВЕСТНИК. — 2010. — №. 1. — С. 46.
6. **Сергиенко А.Б.** Цифровая обработка сигналов / Санкт-Петербург. 2002 -608 с.
7. **Уидроу Б. Стирнз С. Д.** Адаптивная обработка сигналов/ М.: Радио и связь, 1989.— 440.
8. **Джиган В.И.** История, теория и практика адаптивной обработки сигналов / Проблемы разработки перспективных микро- и нанoeлектронных систем - 2012». Сб. трудов / под общ. ред. академика РАН А.Л. Стемпковского. М.: ИПМ РАН, 2012. С. 30-37.
9. **Лазарев Ю.** Моделирование процессов и систем в MatLab. Учебный курс - СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2005. – 512.

УДК 621.9

ОСМАНОВ А.Ф., КУЛИКОВА Е.А.

АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ НА БАЗЕ CAD/CAM ADEM

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Коленчатые валы имеют сложную конфигурацию, относительно малую жесткость, с неравномерным распределением массы, вследствие чего сравнительно легко деформируются под действием сил резания. Высокие требования к точности изготовления базовых и рабочих поверхностей – коренных и шатунных шеек, их несоосное расположение определяют особые требования к выбору технологического оборудования, оснастки, способов базирования и закрепления вала, а также к последовательности выполнения операций.

Наибольшие сложности вызывает обработка шатунных шеек, которая в зависимости от типа производства может осуществляться либо на специальных, либо на обычных токарных станках.

В мелкосерийном производстве обработка шатунных шеек производится на токарных станках с применением специальных приспособлений, называемых центросместительными шайбами. Данная технология характеризуется малой производительностью и большими затратами времени на вспомогательные переходы.

В серийном и крупносерийном производстве обработка шатунных шеек производится на специальных станках. При этом возможны две схемы обработки. В первом случае шатунные шейки коленчатого вала обтачивают при вращении вала в центрах по оси коренных шеек и при сложном движении резцов, которые как бы сопровождают соответствующие шейки в пространстве. Во втором случае резцы совершают круговое движение с центром вращения по оси шатунной шейки; поперечная подача осуществляется радиальным перемещением резца, а продольная – перемещением стола вдоль оси заготовки. Заготовка во время обработки неподвижна. Наиболее экономичным и производительным методом обработки шатунных шеек коленчатого вала является охватывающее фрезерование, которое производится на специальных станках дисковой фрезой с радиально расположенными на внутреннем диаметре твердосплавными пластинами. Инструмент с главным приводом и эксцентрик с приводом круговой подачи образуют замкнутый узел – вихревое устройство, которое подводится в заданное положение для обработки конкретной шейки с помощью поперечного и продольного суппортов.

В современных условиях при частой смене номенклатуры продукции применение методов обработки, требующих специального и специализированного оборудования является нецелесообразным, так как не обеспечивает возможность быстрой переналадки. Повышение производительности и точности обработки можно достичь за счет использования современ-

ных многофункциональных токарных центров, позволяющих применить оптимальные методы и схемы обработки. Одним из решений по совершенствованию технологии изготовления коленчатых валов в условиях мелкосерийного производства является фрезерование шатунных шеек и прилегающих плоскостей концевыми фрезами. Данный метод позволяет обработать поверхности шеек из цельного металла (проката), сократить количество переустановок, обеспечить достаточную жесткость технологической системы при правильно подобранных режимах резания. Главной проблемой применения метода является отсутствие стандартных программных модулей обработки. Поэтому основными задачами разработки новой технологии являются подбор режущего инструмента, режимов обработки и разработка оптимальной траектории движения инструмента. Решение данных задач обеспечивается применением инструментальных систем современных производителей и моделированием процесса обработки в среде CAD/CAM, с последующей разработкой постпроцессора с целью расширения возможностей программного обеспечения токарного центра.

Разработанные программные модули обработки детали типа «вал коленчатый» со смещенными осями обрабатываемых поверхностей, могут быть использованы в дальнейшем при разработке технологии изготовления и других деталей со сложной конфигурацией, позволяющей заменить применение специального технологического оснащения, на гибкоперенастраиваемую технологию, обеспечивающую обработку поверхностей за счет взаимоувязанных движений заготовки и режущего инструмента и унифицированных программных блоков, позволяющих максимально использовать потенциал дорогостоящего многофункционального оборудования с ЧПУ.

УДК 330.131.7

ПОТАПОВА А.М., БЕСПАЛОВ В.В.

ПРИМЕНЕНИЕ SWOT-АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ И УЧЕТА РИСКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Каждое предприятие имеет собственные направления деятельности, связанные с риском, и на основе, этого выявляет риски, которым оно может быть подвержено. Также любой организации необходимо определить, какой уровень риска для нее приемлем, а после найти способы, как избежать нежелательных рисков.

При оценке и учете рисков предприятия можно воспользоваться таким инструментом качества как SWOT – анализ. SWOT-анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны); Weaknesses (слабые стороны); Opportunities (возможности); Threats (угрозы) [1].

Целью работы является анализ деятельности предприятия, занимающегося выпуском техники гражданского назначения. В таблице №1 представлен фрагмент проведенного SWOT – анализа.

Таблица №1
SWOT – анализ деятельности предприятия

<i>Сильные стороны</i>	<i>Слабые стороны</i>
1.Опыт работы организации 2.Наличие подробных документов по стандартизации СМК 3.Разработана системы обучения 4.Высокое качество продукции 5.Налаженные партнерские отношения с поставщиками	1.Демотивируется система оплаты труда сотрудников 2.Большой процент текучести кадров на уровне низкого и среднего звена 3.Несовершенное планирование обновления учебно-материальной базы 4.Старение основных фондов

6.Надежность оказания услуг 7.Оперативность решения вопросов	5.Недостаточно высокая заработная плата 6.Высокая стоимость оборудования
<i>Возможности</i>	<i>Угрозы</i>
1.Комплексный анализ деятельности организации 2.Результаты анализа функционирования СМК – отправная точка для установления целей организации 3.Результаты функционирования СМК организации 4.Поддержание в работоспособном состоянии инфраструктуры	1.Изменение плана производства 2.Сокращение инвестирования 3.Высокая степень влияния человеческого фактора 4.Рост стоимости оборудования 5.Недостаточное участие высшего руководства в разработке решений

В ходе проведения SWOT-анализа были определены перспективы развития предприятия. Результаты количественной оценки параметров SWOT-анализа показали, что предприятию необходимо использовать свои возможности для устранения слабых сторон, а также свои сильные стороны для минимизации влияния угроз на деятельность предприятия.

1. **Аругтюнова Д.В.** Стратегический менеджмент: Учебное пособие. Таганрог, Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010.- 122 с.

УДК 669

РОМАНОВ И.Д., МАКАРОВ В.С.

РАЗРАБОТКА ТРАКА ДЛЯ ЛЕГКОЙ ГУСЕНИЧНОЙ ТЕХНИКИ ИЗ АЛЮМОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Гусеничные машины играют важную роль, особенно в труднопроходимой местности и в условиях сплошного снежного покрова. При этом у классической современной гусеничной машины масса ходовой части составляет 20–24 % от ее снаряженной массы. Чрезмерное усиление ее деталей ведет к увеличению веса, что отрицательно влияет на устойчивость гусеницы в обводе и снижению скорости движения техники.

Для легкой гусеничной техники, как правило, ленточные гусеницы являются сплошными (непрерывными), что делает их замену более трудоемкой. Главное преимущество этих гусениц заключается в небольшой массе и в тихом ходе, недостатком же является низкая ремонтпригодность. Недостатком этих гусениц, выполненных из непрерывных резиновых лент является усталостный износ стальных тросов, вызванный изгибающими силами в поперечных связующих элементах. Это становится причиной обрыва без каких-либо предшествующих внешних признаков.

Одним из путей снижения веса является применение для траков алюминиевых сплавов. Данные сплавы ограничено в частности на основном боевом танке AMX-56 Leclerc. Также известно, что экстремальные требования, предъявляемые к экспедиционным боевым машинам Expeditionary Fighting Vehicle, кроме применения брони из алюминиевых сплавов, привели к разработке гусениц, изготовленных из алюминиевого сплава. При этом масса погонного метра «алюминиевой гусеницы» была на 12% меньше стального варианта.

С целью установления закономерностей, формирования максимальной величины коэффициента сцепления на мерзлом обледенелом грунте и на твердом связном грунте целесообразно экспериментально исследовать процессы изменения его значений при одновременном воздействии этих конструкционных факторов. Однако данный параметр целесообразно определять на основе экспериментальных исследований в конкретных условиях движения,

однако корректно выполнить данные измерения в течении одного сезона в разных местах Мира затруднительно.

Из литературных данных известно, что коэффициент трения алюминиевых сплавов выше чем у стали. Причем с увеличением прочности коэффициент трения стали снижается. Необходимо отметить что алюминий и его сплавы, в отличие от сталей, не имеют порога хладноломкости. Напротив, их прочность со снижением температуры возрастает. При этом предел прочности при растяжении (временное сопротивление) и предел текучести алюминиевых сплавов со снижением температуры могут лишь незначительно уменьшаться, а ударная прочность остается приблизительно постоянной. Это делает перспективным применение в легкой гусеничной технике, предназначенной для действия в условиях Арктике дисперсно упроченных материалов на основе алюминиевых сплавов, которые превосходят по механическим и служебным свойствам классические сплавы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00455 мол_а.

Библиографический список

1. **Праведников, Д.В.** Оценка проходимости боевых гусеничных машин при движении по грунтам с низким коэффициентом сцепления [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : Кубинка, 2005. – 163 с. – Библиогр.: с. 154–162.
2. **Чернышов Е.А.,** Романов А.Д., Романова Е.А. Развитие материалов для баллистической защиты на основе алюминиевых сплавов // Заготовительные производства в машиностроении. 2015. № 10. С. 43-47.
3. **Чернышов Е.А.,** Романов А.Д., Романова Е.А., Мыльников В.В. Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2017. № 4. С. 29-36.

УДК 004.896:621.865

СТАХИН Д.Р., МАНСУРОВ Э.Р.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРА МИНИАТЮРНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ 3D ПЕЧАТИ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Промышленные роботы являются одним из важнейших средств автоматизации производства, роста производительности, улучшения качества продукции. В настоящее время роботизация подходит только для серийного производства. Но текущие предложения габаритны, дороги и требуют высококвалифицированного персонала.

Одним из решений данной задачи являются роботы типа SCARA. Роботы такой конструкции обычно выполняют операции сборки. Роботы-манипуляторы работают быстрее, чем декартовы роботы, обладая меньшими габаритами за счет того, что "плечо" может сложиться. Это удобно при работе в ограниченном пространстве. [1]

Целями работы являлись разработка манипулятора с использованием 3D печати, разработка системы управления манипулятором с использованием персонального компьютера и решением прямой, обратной задач кинематики.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- изучены особенности технологии 3D печати;
- выполнен силовой расчет манипулятора;
- синтезированы 3D модели элементов конструкции манипулятора;
- выполнены расчеты, необходимые для решения прямой и обратной задачи кинематики;
- разработаны функциональная и структурная схемы управления манипулятором;

- выбрана элементная база для аппаратной реализации системы управления
- разработано программное обеспечение для персонального компьютера и микроконтроллера.

Модели элементов манипуляторы были спроектированы в CAD-системе Solidworks. Далее была произведена подготовка моделей к печати методом SLA в программном комплексе FormLabs PreForm. После печати была проведена постобработка согласно рекомендациям производителя. При пробной печати элементов обнаружались дефекты печати: погрешность размеров, «волнистость» тонкостенных элементов. Эти дефекты были устранены коррекцией размеров и добавлением дополнительных поддержек. Использование 3D печати позволило устранить эти дефекты и получить детали с требуемыми характеристиками в короткие сроки.

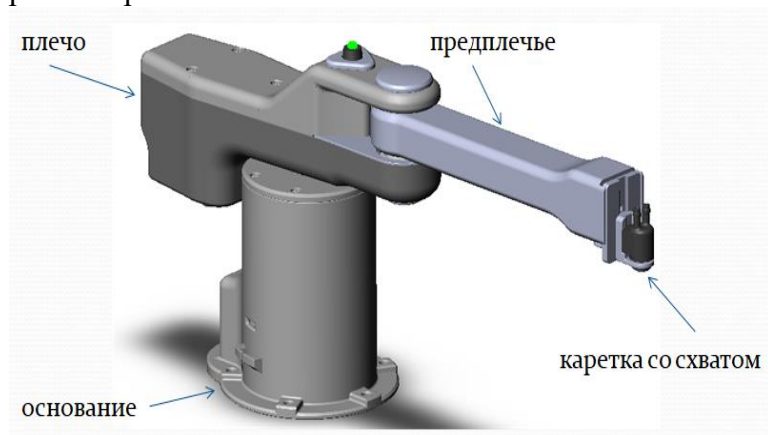


Рис. 1. Спроектированная модель манипулятора SCARA

Результаты выполненной работы являются одним из примеров эффективного использования современных технологий 3D прототипирования для сокращения сроков конструирования и отладки специфических конструкций, а также новый, комплексный подход к обучению.

Использование 3D принтеров в обучении студентов по направлению «Робототехника и мехатроника» позволит получить

нужные компетенции при изучении специальных и профессиональных дисциплин, таких как:

- основы мехатроники и робототехники;
- детали мехатронных модулей, роботов и конструирование;
- управление роботами и робототехническими системами и т. д.

1. Юревич Е.И. Основы робототехники: учеб. пособие. — 4-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018. — 304 с

УДК 669

ЧЕРНЫШОВ Е.А., РОМАНОВ И.Д., КУЛИНЧЕНКО Н.А.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХЛЕГКОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексева

В настоящее время в технике находит применение особый вид материала – пеноалюминий, который получают продувкой газа через жидкий металл либо за счет различных пенообразователей. В частности, пористый алюминий может иметь пористость от до 80%. Прочностные и пластические свойства пены существенно зависят от ее плотности. Однако данный материал имеет низкие механические свойства и существенное ограничение по созданию деталей сложной формы.

Нами предлагается технология создания материала на основе алюминия с низкой плотностью путем ввода в расплав алюмосиликатных микросфер [1]. Уникальные свойства микросфер, такие как, низкая насыпная плотность, низкая теплопроводность, высокая проч-

ность, инертность к растворителям, кислотам, щелочам, возможность модификации поверхности обеспечили большой спектр применения данного продукта.

Для экспериментов использовались как классические микросферы, так и микросферы покрытые хромом и карбидом хрома для увеличения адгезии расплава к микросфере. Для этих целей использовали химическое газофазное осаждение - метод МОСVD (Metal organic chemical vapor deposition).

На рис 1 показан скол поверхности микросферы фракции 100 – 160 мкм, с нанесенным покрытием из пиролитического хрома. Толщина стенки ~ 2 мкм. Толщина покрытия пиролитического хрома ~ 0,2 мкм. На рис 2 и 3 приведена микроструктура полученных образцов с не разрушенной и разрушенной при подготовке шлифов сферами.

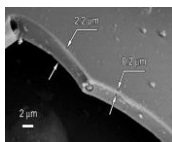


Рис. 1. Скол поверхности микросферы

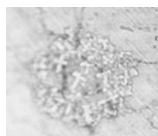


Рис. 2 Сфера, покрытая слоем алюминия

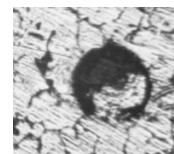


Рис. 3 Сфера, разрушенная при подготовке шлифа

Метод получения алюмоматричных ДУКМ, насыщенных полыми сферическими частицами позволяет получать материал с комплексом повышенных механических свойств, по сравнению с базовым алюминиевым сплавом. При этом благодаря вводу полых микросфер обеспечивается меньшая плотность и, соответственно, масса заготовки, что позволяет более полно реализовать потенциальные возможности ДУКМ. При этом предел прочности материала, насыщенного металлизированными микросферами на 20% выше предела прочности материала, насыщенного классическими микросферами. Максимальная прочность была достигнута при минимальном диаметре сфер и разливке в кокиль минимального диаметра. При этом полая сфера диаметром порядка 25 мкм и толщиной слоя 0,2 мкм работает как компактная частица, результаты аналогичны полученным ранее в результате исследований по насыщению расплава частицами Al_2O_3 [2]. Однако за счет применения полых микросфер возможно снижение плотности получаемых заготовок.

Библиографический список

1. **Чернышов Е.А.**, Романов А.Д., Каверин Б.С., Варюхин В.А., Обьедков А.М., Семенов Н.М. Разработка технологии получения композиционного материала на основе алюминия, упрочненного полыми керамическими микросферами // *Металлург*. 2018. № 12. С. 50-53.
2. **Чернышов Е.А.**, Романов А.Д., Романова Е.А., Мыльников В.В. Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия // *Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия*. 2017. № 4. С. 29–36.

УДК 62-932.4

**ЧЕШОКОВА Е.И., ПЛАТОНОВ А.В.,
ПЛАТОНОВ И.А., КОЗЛОВА А.А., КУДРЯШОВ Д.Г.**

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ВЫРЕЗАНИЕМ ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОКАТА

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

Изготовление металлических заготовок в виде фланцев, втулок, колец, плит и других деталей методом лазерной и плазменной резки находит широкое применение в машиностро-

ении. Режущим инструментом в лазерной технологии является луч, который испускается с помощью специальной установки. Он фокусируется на участке, площадью не более 0,5 мм, создавая сгусток энергии высокой плотности. В точке фокусировки металл начинает быстро разрушаться (испаряться, гореть, плавиться).

Наибольшее применение получила резка на основе использования плазмы кислородо-содержащего сжатого воздуха (воздушно-плазменная резка), позволяющая разрезать металл толщиной до 50 мм, оборудования лазерной резки позволяют разрезать металл толщиной не более 20 мм.

В научно-технической литературе достаточно полно освещены вопросы, связанные с научным обоснованием физических процессов резки металлов. Для потребителей, кроме знания физических основ процессов разрезания заготовок, полезным материалом являются результаты сравнительных исследований точности геометрических параметров заготовок, полученных лазерной и плазменной резкой.

В работе показаны результаты исследования точности гладких цилиндрических поверхностей заготовок для деталей «кольца установочные», изготавливаемых из листовой стали 08 КП толщиной 12 мм. В качестве образцов для исследований взято по десять заготовок, вырезанных лазерной и плазменной резкой с номинальными размерами: – наружный диаметр 70 мм; внутренний диаметр 40 мм. Здесь под «номинальными размерами» подразумеваются те размеры, которые задаются в программу станка для резки листового металла. Исследования проводятся по договору на проведение НИР между АПИ НГТУ им. Р.Е. Алексеева и предприятием г. Арзамаса с целью создания новой модели станка для правки дисков колес автомобилей и нового комплекта оснастки для станка, которая в дальнейшем может тиражироваться и использоваться для других моделей такого рода оборудования.

Визуальный осмотр заготовок выявил различия в формах расположения наружных и внутренних цилиндрических поверхностей. На заготовках, полученных плазменной резкой, наблюдается конусность обеих поверхностей, т.е. наружный диаметр, например, с левого торца, меньше наружного диаметра с правого торца, то же и на внутренних диаметрах. Величина конусности поверхностей рассматриваемых кольцевых заготовок достигала до двух миллиметров, как на внутренних, так и на наружных диаметрах. На заготовках, полученных лазерной резкой, такого явления не наблюдается. Замеры размеров наружных и внутренних диаметров заготовок, полученных обоими способами, производили с обоих торцов деталей штангенциркулем.

Результаты проведенных исследований показали следующее. Для заготовок деталей "установочные кольца", полученных лазерной резкой, припуск на обработку наружных диаметров номинальные размеры следует назначать не менее чем на 5 мм больше чертежных диаметров деталей, а для внутренних диаметров - на 6 мм меньше чертежных диаметров деталей. Для заготовок деталей «установочные кольца», полученных плазменной резкой, номинальные размеры на обработку наружных диаметров следует назначать не менее чем на 7 мм больше чертежных диаметров деталей, а для внутренних диаметров – на 8 мм меньше чертежных диаметров деталей.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСА СО ШНЕКОЦЕНТРОБЕЖНОЙ СТУПЕНЬЮ

АО «ОКБМ Африкантов»

Применение расчетных CFD кодов в настоящее время очень распространено при проектировании различного оборудования. Это позволяет сократить сроки разработки, удешевить процесс проектирования. Также численное моделирование позволяет подтверждать, а в некоторых случаях и заменять эксперимент.

Для того чтобы расчет имел удовлетворительную точность, необходимо заведомо знать параметры расчетной модели: качество сетки, модель турбулентности, типы граничных условий и т.д. Параметры должны обеспечивать, во-первых, достаточную точность, а во-вторых обеспечивать приемлемые затраты расчетных мощностей.

В данной работе проведена верификация расчетной модели для определения напорной и энергетической характеристики шнекоцентробежного насоса. В качестве проточной части, выбрана отмасштабированная проточная часть штатного насоса ГЭН 500/100 с подрезанным по внешнему диаметру колесом (на рисунке 1 представлена модель шнека и колеса).



Рис. 1 – Модель шнека и колеса
(обтекатель скрыт)

Экспериментальные исследования проведены на воде. В ходе эксперимента определялись напорная характеристика и зависимость мощности на валу от расхода.

В докладе представлен краткий обзор состояния численного моделирования насосного оборудования, а также обоснование выбора параметров расчетной модели. Расчетные исследования проводились с использованием кода ANSYS CFX. Задача решалась в нестационарной однофазной постановке с моделью турбулентности $k-\epsilon$, с учетом рекомендаций указанных в [1]. Конфигурация 3D модели выбиралась, исходя из условия учета основных элементов, вносящих вклад в интересные параметры, и из условия минимизации объема расчетной сетки.

По результатам обработки и анализа данных эксперимента и расчетного моделирования было определено хорошее соответствие как качественное, так и количественное данных расчета данным эксперимента. Так, среднее отклонение по расчетным точкам при моделировании напорной характеристики составило 5,33 %, а при моделировании мощности на валу шнекоцентробежной ступени 3,725 %. Это является очень хорошим показателем, демонстрирующим пригодность выбранных параметров расчетной модели, для использования ее в дальнейшем.

-
1. Методика достоверного CFD-Моделирования двухкаскадного шнекоцентробежного насоса. / В.М. Зубанов., Л.С. Шаблий., А.В. Кривцов., А.И. Иванов., И.П. Косицын., Н.В. Батулин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета.- 2015.- Т. 14, № 3.- Ч. 2.- С. 316-326

МЕТОДОЛОГИЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛИ, ЗАКРЕПЛЯЕМОЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИИ, И ЭЛЕМЕНТОВ САМОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

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

Рассматривается исследование конечно-элементной модели процесса обработки детали "Кольцо специальное", закрепленное в спроектированной оснастке, с использованием САЕ-системы "ANSYS Mechanical" с целью определения ее точностных и прочностных характеристик. Последовательность исследований реализована следующими этапами.

Импорт геометрии и применение моделей материалов в САЕ-системе "ANSYS®Mechanical". Объектом исследования является геометрическая модель конструкции зажимного приспособления в сборе с обрабатываемой кольцевой деталью диаметром 1750 мм, высотой 145 мм, имеющей формат 3D (*.stp), которая импортирована в расчетную систему для проведения статического анализа (рисунок 1).

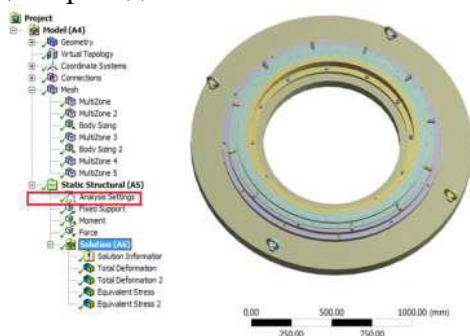


Рис. 1. Геометрическая модель приспособления в сборе с обрабатываемой деталью

Генерация конечно-элементной расчетной сетки. Узлы и элементы, сгенерированные в модели, в совокупности составляют сетку конечных элементов.

Осуществляется настройка связей для моделирования взаимодействия деталей приспособления и обрабатываемой кольцевой детали. Определение контактных поверхностей и существующие современные алгоритмы позволяют быстро и точно смоделировать взаимодействие указанных объектов.

Установки расчета процесса решения.

Настройки процесса решения в свойствах компонента "Analysis Settings" предоставляют общие инструменты управления процессом решения поставленной задачи.

Приложение нагрузок и граничных условий. Правильное задание закрепления и нагружения модели позволяет получить результаты, максимально приближенные к физически проведенным в реальных условиях экспериментам.

Анализ полученных результатов с целью определения точностных и прочностных характеристик приспособления и детали. Данный этап исследований является основной целью статического прочностного анализа рассматриваемых объектов, которые находятся под действием неизменяющихся во времени (статических) силовых воздействий.

Формулировка выводов. Анализ распределения напряжений в детали "Кольцо" и деталях зажимного приспособления, возникающих при обработке, показывает, что их значение не превышает пределов прочности материалов, из которых они изготовлены. Проведенные расчеты подтверждают правильность предварительно проведенных математических расчетов прочности зажимных элементов приспособления и обеспечения устойчивости детали.

АДАПТИВНАЯ МЕХАТРОННАЯ РАСТОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях, одним из направлений развития промышленности является внедрение технологий индустрии 4.0, которая предполагает массовое применение киберфизических систем в производстве. Однако, в настоящее время, при обработке отверстий на расточных станках с ЧПУ в большинстве случаев применяются системы, настраиваемые на размер вручную. В связи с этим, актуальной является задача создания расточных устройств для станков с ЧПУ, позволяющих работать без вмешательства оператора как при подналадке резцов в пределах одного размера, так и при переналадке на различные размеры обработки [1]. В то же время, предложен ряд конструкций подобных систем, недостатком которых является необходимость измерения отверстий отдельным прибором [1] или возможность обработки только отверстий соосных с наружной поверхностью детали [2].

Предлагается устройство, которое представляет собой мехатронную расточную головку с адаптивной системой управления. Такой прибор позволяет достичь полной автоматизации процесса поэтапного растачивания глухих или сквозных отверстий, а также обеспечить быстрое измерение диаметров по всей внутренней поверхности отверстия.

Принцип работы заключается в следующем. После установки расточной системы в шпиндель станка прибор по радиоканалу получает от системы ЧПУ параметры отверстия и технологического процесса. Далее информация передается к исполнительному устройству, которое устанавливает резец в нужное положение. Затем головка, вращаясь, производит растачивание отверстия. После завершения прохода, во время вывода системы из отверстия производится измерение диаметров в различных точках отверстия лазерным датчиком. Данные передаются на внутренний одноплатный ПК, где по этим значениям вычисляются отклонения от требуемого размера. В зависимости от характеристик отверстия до растачивания, шага обработки, требуемых значений параметров после обработки, может быть принято решение о дополнительном проходе, завершении растачивания, либо об отбраковке детали, в случае выхода из допуска.

Конструктивно устройство представляет собой модульную систему, позволяющую при необходимости сконфигурировать компоненты для обработки отверстий разных диаметров и глубин. В описанном в работе виде, расточная головка, включает в себя прецизионный актуатор с фиксатором, датчик, позволяющий обеспечить высокую точность измерений, мобильный компьютер для выполнения управляющей программы, а также драйверы оборудования и аккумуляторы, обеспечивающие автономное энергообеспечение.

В работе представлены анализ имеющихся решений, разработанная конструкция прибора, адаптивная система управления оборудованием и процессом обработки, а также экономическая оценка эффекта от внедрения на производстве.

Библиографический список

1. **Кузнецов, Ю.И.** Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. - М.: Машиностроение, 1990. – 512 л.
2. Устройство для сверления или растачивания отверстий: пат. 2424877 РФ: МПК В23В 29/034 (2006.01), В23Q 17/22 (2006.01)/ Ведель М.В.; заявитель и патентообладатель Ведель Михали Владимирович. - №2009131616/02; заявл. 20.08.2009; опублик. 27.02.2011, Бюл. №21. – 7 с.

СЕКЦИЯ 4

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Подсекция 4.1

Конструирование наземных транспортных средств

УДК 629.113

ВОЛКОВ С.А., КРАВЕЦ В.Н., МУСАРСКИЙ Р.А.

ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ КОЛИЧЕСТВОМ СТУПЕНЕЙ И ДИАПАЗОНОМ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ СОВРЕМЕННЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании трансмиссии автомобиля возникает необходимость выбора количества ступеней коробки передач. На основании статистической обработки многих марок и моделей автомобилей отечественных и зарубежных производителей установлено, что количество ступеней коробки передач находится в прямой зависимости от диапазона e_t передаточных чисел. Авторы настоящей работы выполнили обзор конструкций и параметров коробок передач, установленных на легковых автомобилях, которые были произведены и выпущены в обращение с 2010 г. по 2015 г. ведущими мировыми производителями. Всего было проанализировано 1343 конструкции коробок передач 291 модели легковых автомобилей, которые сошли с конвейеров около 80 производителей автомобильной техники в странах ЕС, США, Японии, Китая, Южной Кореи, России и др.

Из 1343 конструкций коробок передач были отобраны 460 образцов ступенчатых коробок передач, для которых помимо количества ступеней были рассчитаны диапазоны передаточных чисел. Отобранные образцы были разделены на два типа: с непосредственным (ручным) и автоматическим управлением. Для обоих типов коробок передач установлены зависимости между количеством ступеней и диапазоном передаточных чисел (табл. 1 и 2).

Анализ данных, содержащихся в табл.1 и 2, показывает, что с увеличением количества ступеней верхний предел диапазона передаточных чисел возрастает как у коробок передач с непосредственным, так и с автоматическим управлением. Исключение составляют восьмиступенчатые коробки передач с автоматическим управлением.

Таблица 1

Зависимость между количеством ступеней и диапазоном передаточных чисел коробок передач с непосредственным управлением

Количество ступеней	Диапазон передаточных чисел
4	3,922...4,105
5	3,181...5,724
6	3,292...6,453

Таблица 2

Зависимость между количеством ступеней и диапазоном передаточных чисел коробок передач с автоматическим управлением

Количество ступеней	Диапазон передаточных чисел
4	2,784...4,171
5	3,528...5,609
6	3,759...6,816
7	3,660...7,991
8	6,592...7,045

УКД 629.365

КАПУСТИН А.Г., МАКАРОВ В.С.

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА МНОГООСНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ «KORSAK»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

KORSAK-наземное транспортное средство повышенной проходимости для передвижения в условиях отсутствия дорог.

KORSAK относится к классу легких вездеходов. Преимущества этого класса в том, что применение легких вездеходов позволяет снизить расходы в эксплуатации и даст возможность свободно перемещаться по труднопроходимым участкам даже там, где тяжелые вездеходы не могут проехать.

Области использования исследуемых машин:

- обслуживание, инспектирование и ремонт линейных сооружений (трассы трубопроводов, линии электропередач и связи);
- техническая диагностика на любых объектах при массе приборного оснащения до 200 кг;
- проведение поисково-спасательных и эвакуационных работ в зонах катастрофических природных явлений.

На сегодняшний день было разработано шасси легкого вездехода KORSAK, проведены испытания опорной и профильной проходимости, а также плава шасси. [1-6]

На текущем этапе работ проведена разработка дизайна экстерьера и интерьера многоосного транспортного средства повышенной проходимости. Моделирование проводилось в программах Autodesk inventor и DS CATIA.

Основной проблемой при проработке облика вездехода было то, что не все дизайнерские задумки могли быть реализованы (рельефный капот, стрелообразная форма кузова с нестандартным положением боковых зеркал заднего вида, би-ксеноновая оптика, светодиодные дневные ходовые огни) могли быть реализованы на практике. Компромисс был найден путем сочетания в дизайне прямых и изогнутых линий, а также грамотной цветовой гаммы. Общий вид вездехода KORSAK показан на рисунке 1. Было разработано несколько вариантов экстерьера вездехода (пример показан на рисунке 2).



Рис. 1. Общий вид вездехода KORSACK

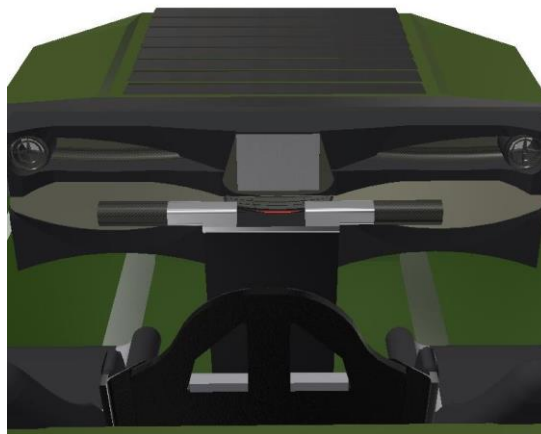


Рис. 2. Пример экстерьера

Особенностью экстерьера является: приборная панель, в центре которой крепится многофункциональный планшет с возможностью подключения внешних устройств. На нем установлено приложение, воспроизводящее виртуальные приборы. Около экрана расположены дефлекторы для обдува руки водителя в холодное время года. На одном из вариантов приборная панель выполнена в виде трех колодцев (расход топлива, температура двигателя, обороты двигателя, и скорость). По бокам установлена аудио система, замаскированная под дефлекторы. В итоге получился просторный и комфортный салон. По бокам установлены дополнительно два сиденья для комфортного размещения двух пассажиров.

На сегодняшний день ведется подготовка к печати 3D модели макета масштаба 1:10 с целью представления проекта на выставках. В плане на 2019-2020 г. изготовить всю конструкцию надстройки в масштабе 1:1 и установить на шасси.

Библиографический список

1. **Папунин А.В.** Расчет ширины преодолеваемого рва многоосной колесной машиной / Папунин А.В., Беляков В.В., Макаров В.С. / Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018: Сборник тезисов / Санкт-Петербургский горный университет, СПб, 2018, С. 35
2. **Papunin A.V.** A dynamic model of unsupported pit traversal by a vehicle with 6x6 wheel arrangement / Papunin A.V., Belyakov V.V., Makarov V.S., Anikin A.A., Vahidov U.Sh. // Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018
3. **Зезюлин Д.В.** Транспортное средство "КОРСАК" для обслуживания линейных объектов/ Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Федоренко А.В., Беляев А.М., Беляков В.В. //«Труды НГТУ»– Н.Новгород, 2014. №4(106) С. 336-341
4. **Papunin A.V.**, Makarov V.S., Belyaev A.M., Belyakov V.V. Field research of profile trafficability of 6x6 wheel assembly KORSACK vehicle / IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012051
5. **Папунин А.В.**, Макаров В.С., Беляков В.В. Модель преодоления разрушаемого рва многоосной колесной машиной / «Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева» – Н.Новгород, 2019. №1(124) С. 194-203
6. **Papunin A.V.**, Belyakov V.V., Makarov V.S. Calculation of trench width to be overcome by multi-axis wheeled vehicle / IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 194 (2018) 062027

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЯГОВЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Литий-ионные аккумуляторные батареи применяются в современных электромобилях в качестве источника электрической энергии.

Требования к эксплуатации аккумуляторных батарей накладывают ограничения на возможность эксплуатации электромобиля при определенных условиях. Важными факторами, которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации электромобилей, являются:

– Температура окружающей среды. Емкость аккумуляторной батареи зависит от ее температуры. Низкая температура влияет на подвижность ионов, понижает скорость протекания химических процессов в электролите и в целом негативно влияет на эффективность работы аккумулятора. Повышенная температура батареи позволит увеличить емкость, однако уменьшает срок службы батареи, связанный с количеством циклов заряда и разряда.

– Сила тока, потребляемого нагрузкой. В данном случае необходимо учитывать, что батарея способна выдавать в нагрузку не более определенного значения силы тока. Данное значение ограничивается видом и емкостью батареи.

– При глубоком разряде в аккумуляторной батарее возникают необратимые процессы, приводящие к деградации ячеек и потере работоспособности. Для защиты от глубокого саморазряда производитель батарей включает в ее блок управления функцию отключения батареи от электросети автомобиля при потреблении тока с батареи в случае разряда ниже определенного уровня. Также производитель производит смещение шкалы уровня заряда батареи, так что батарея прекращает отдавать ток в нагрузку, не будучи разряженной до критических значений.

– Максимальное значение силы тока заряда батареи зависит от ее вида и емкости, и не всегда совпадает с максимальным током разряда батареи. Данное значение влияет на величину скорости заряда батареи.

– Емкость батарей зависит от их химического состава, и характеризуется удельной величиной, измеряемой в кВт*ч/кг, чем выше данное значение, тем большее количество энергии способна накопить батарея при той же массе.

– Потребление тока из батареи, равно как и заряд батареи, повышают ее температуру вследствие протекания экзотермических реакций в ячейках. Повышение температуры выше определенного предела способно вызвать возгорание в автомобиле.

Эксплуатационные температуры аккумуляторных батарей обычно лежат в пределах от -20 до +35 градусов Цельсия. Температуры хранения батарей (без потребления тока) обычно лежат в пределах от -30 до +40 градусов Цельсия. Требования к эксплуатации автомобиля приводят к тому, что в комплекте с батареями необходимо устанавливать дополнительную систему термостатирования. Данная система позволяет отслеживать температуру батареи, производить охлаждение либо нагрев батареи согласно текущим требованиям. Система отслеживает температуру батареи при заряде, разряде, а также во время стоянки автомобиля, и не позволяет температуре батареи выйти за допустимые пределы. Конструктивно системы термостатирования выполняются в виде:

– Системы охлаждения в виде пластин-радиаторов и электронагревателей вблизи ячеек;

– Жидкостной системы термостатирования, включающей в себя нагреватель жидкости, систему охлаждения жидкости, циркуляционный насос и теплообменники в каждой ячейке.

При учете данных факторов на стадии проектирования электромобиля возможна разработка транспортного средства с необходимыми потребительскими характеристиками.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗВОЗДУШНОЙ ШИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время подход к разработке автомобильных шин существенно изменяется, о чем свидетельствуют последние их разработки и концепты, представленные на различных крупных выставках и презентациях. Это обусловлено ужесточением современных требований к транспортным средствам и стремлением производителей к увеличению эффективности и безопасности автомобилей. Современная конструкция пневматической шины совершенствуется долгое время и на данный момент уже не способна кардинально улучшить эксплуатационные показатели транспортного средства, что обуславливает поиск новых подходов к разработке автомобильных шин.

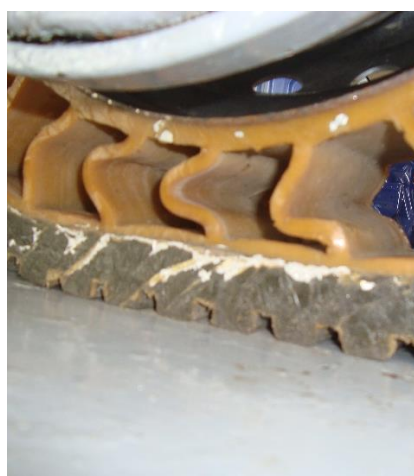


Рис. 1 – Статическое нагружение безвоздушной шины на стенде

Целью настоящего исследования является создание конечно-элементной модели безвоздушной шины и моделирование статических режимов нагружения с приложением вертикальной, боковой, продольной нагрузок и крутящего и поворачивающего моментов.

Для проверки результатов конечно-элементного анализа были проведены стендовые испытания опытного образца безвоздушной шины. Для проведения эксперимента был выбран стенд кафедры НГТУ им. Р.Е. Алексеева «Автомобили и тракторы».

В результате проведенной работы были определены следующие характеристики шины: вертикальная жесткость, площадь пятна контакта, боковая и продольная жесткости.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОДГОТОВЛЕННОГО ОБРАЗЦА ПОЛИУРЕТАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс изготовления изделий из резины обладает рядом недостатков, к основным из них относятся, сложность технологических процессов, а как следствие дороговизна оборудования и всей технологии в целом. Поэтому наиболее предпочтительными являются полиуретаны, как наиболее простые материалы для изготовления различных изделий в том числе ча-

стей шины. За счет широкого ассортимента различных марок полиуретанов, а также необходимых физико-механических характеристик предоставляется возможным подобрать наиболее рациональную марку с требуемыми свойствами для изготовления безвоздушных шин.



Рис. 1 – Испытательный образец, закрепленный на разрывном стенде

Испытания проводились на оборудовании лаборатории экспериментальной механики НГТУ им. Р.Е. Алексеева. В результате разрыва 10-ти образцов были получены усредненные значения и получена диаграмма зависимости напряжения в Мпа от относительной деформации в %. Полученные данные в дальнейшем использовались для задания физико-механических свойств материала для конечно-элементного анализа программной среде Hyper Mesh & LS Dyna.

УДК 629.113

ПИНЧИН А.В., БЕЛЯКОВ В.В., ФИЛАТОВ В.И., ПОРУБОВ Д.М.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ БЕРЕГОВЫХ ЗОН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для проведения мониторинга прибрежных зон, спасательных и специальных операций, поиска и добычи полезных ископаемых в настоящее время применяются наземные роботизированные платформы, оснащенные широким спектром активных и пассивных сенсоров. Применение роботов обусловлено снижением нагрузки на человека, а также ограничениями, связанными с риском для его жизни и здоровья при проведении вышеуказанных работ в прибрежной зоне. Однако передвижение по прибрежной зоне является сложной задачей из-за различной структуры ландшафта, ввиду этого измерительное оборудование воспринимает различные нагрузки от опорного основания.

Для устранения данного фактора в мобильных робототехнических комплексах (МРК) используется адаптивная система поддрессирования. Это позволяет выполнять несколько за-

дач: задача поддержания заданных виброускорений поддрессоренных масс (плавность хода МРК) и задача поддержания устойчивости МРК.

Поддержание заданных виброускорений необходимо для корректной и безопасной работы оборудования, расположенного на борту МРК. Поддержание устойчивости МРК необходимо при эксплуатации в прибрежной зоне, большая часть которых представляет из себя холмистые и каменистые местности с меняющимся углом косогора.

Для реализации более плавного движения МРК было предложено использовать пневматическую подвеску с системой адаптивного поддрессирования. На первоначальном этапе разработки было проведено моделирование движения МРК в условиях береговых зон с использованием программных пакетов MSC.ADAMS/View и Matlab/Simulink, и структурной схемы работы адаптивной подвески.

Процесс моделирования движения МРК включает следующие этапы: построение модели в MSC.ADAMS; определение входов и выходов модели в MSC.ADAMS; построение блок-схемы системы управления моделью; расчет комбинированной модели МРК.

Моделирование движения МРК производилось в двух режимах. В первом случае моделировалось движение МРК с применением подвески без адаптивной системы. Во втором – с применением подвески с адаптивной системой поддрессирования. Оценка эффективности использования адаптивной системы поддрессирования производилась по значению ускорения центра масс модели МРК. Моделирование движения производилось по полигону с единичными неровностями под каждым из бортов модели. В качестве дорожного покрытия использовалась твердая грунтовая поверхность, высота единичных неровностей – 55 мм, скорость передвижения МРК – 7 км/ч.

При моделировании движения МРК по полигону с единичными неровностями было получено максимальное значение вертикальных ускорений 583 мм/с^2 без адаптивной системы и $248,5 \text{ мм/с}^2$ с адаптивной системой поддрессирования.

По результатам моделирования можно сделать вывод, что применение системы адаптивного поддрессирования позволит снизить колебания кузова в процессе движения МРК, что позволит собирать данные с более высокой точностью, повысить профильную проходимость комплекса и уменьшить нагрузку на измерительное оборудование. Моделирование с использованием программных комплексов MSC.ADAMS/View и Matlab/Simulink позволит ускорить процесс разработки алгоритмов работы адаптивной системы поддрессирования и уменьшить временные затраты на проведение натуральных экспериментов.

УДК 629.113

ПИНЧИН А.В., ПОРУБОВ Д.М., МИШУСТОВ В.П., БЕРЕСНЕВ П.О.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ РУЛЕВЫМ МЕХАНИЗМОМ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ УСИЛИТЕЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для повышения безопасности дорожного движения транспортных средств (ТС) автопроизводители внедряют системы помощи водителю (ADAS). Одним из видов ADAS являются системы, обеспечивающие контроль движения транспортного средства в полосе, предотвращая непреднамеренный выезд из полосы движения. В настоящее время существует несколько подходов для решения задачи удержания ТС на полосе движения - управление рулевым механизмом или тормозной системой. Наибольшее применение получил подход управления посредством рулевого механизма с электромеханическим усилителем. В электромеханическом усилителе одним из основных элементов является блок управления электромотором. В данной работе представлена разработка электронного блока внешнего управления рулевым механизмом с электромеханическим усилителем.

Для решения данной задачи был разработан алгоритм работы электронного блока управления (ЭБУ) системой рулевого управления, который позволяет реализовать три режима работы системы:

- режим электроусилителя рулевого управления (EPS);
- режим внешнего управления рулевым механизмом (RC);
- аварийный режим (режим ручного управления).

При включении зажигания подается питание на электронный блок управления системы рулевого управления (РУ), который производит самодиагностику системы за счет опроса различных типов датчиков. В случае обнаружения неисправности происходит поиск источника неисправности и попытка ее устранения. Если неисправность не устранена, электронный блок управления переключает систему РУ в аварийный режим. В данном режиме происходит отключение электродвигателя и датчиков, поворот управляемых колес осуществляется водителем посредством реечного механизма. При этом посылается сообщение о наличии ошибки на комбинацию приборов ТС.

В случае отсутствия неисправностей по окончании самодиагностики, производится калибровка системы, определяется положение рулевого и управляемых колес. При обнаружении ошибок при калибровке, производится информирование водителя, а также повторная самодиагностика и калибровка. В случае успешной калибровки блок управления системой РУ активирует режим электроусилителя рулевого управления (EPS), в котором при повороте рулевого колеса водителем реализуется вспомогательное усилие за счет электродвигателя. Усилие реализовано в виде зависимости силы на рулевом колесе от силы на рулевой рейке с учетом скорости движения транспортного средства. Производится постоянная диагностика системы РУ. При возникновении неисправности блок управления переводит ЭУР в аварийный режим и оповещает водителя индикацией на комбинации приборов.

При необходимости внешнего управления ЭБУ переключается в режим внешнего управления рулевым механизмом и совершает поворот управляемой оси на заданный угол за счет вращения вала электродвигателя. При воздействии водителя на рулевое колесо ЭБУ перейдет в режим EPS. При возникновении неисправности блок управления проверяет возможность ее устранения и переводит ЭУР в аварийный режим с информированием водителя, если неисправность не может быть устранена.

В результате была произведена разработка ЭБУ для реализации внешнего управления рулевым механизмом с электромеханическим усилителем. Был разработан алгоритм работы ЭУР и программное обеспечение для управления электромеханическим усилителем рулевого управления для реализации системы удержания в полосе движения.

УДК 629.113

ПИНЧИН А.В., ТЮГИН Д.Ю., ФИЛАТОВ В.И., БЕРЕСНЕВ П.О.,

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ НА (КОММЕРЧЕСКОЕ) ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка систем автоматизированного и беспилотного управления движением на колесные транспортные средства является новым и быстрорастущим мировым трендом [1]. В течение многих лет для повышения безопасности дорожного движения проводятся исследования, связанные с разработкой систем помощи водителю. Для функционирования системы необходимо, чтобы транспортное средство (ТС) было обеспечено рядом сенсоров.

В рамках подготовки к технологическому конкурсу «Зимний город» была произведена интеграция системы беспилотного управления движением на электроавтобус ГАЗель Next.

Для обнаружения других объектов движения и препятствий на пути следования, а также построения виртуальной карты маршрута используются ЛИДАРЫ Velodyne [2]. Ввиду больших габаритов электроавтобуса и наличия слепых зон используется 4 ЛИДАРА, установленные по периметру ТС.

Ввиду сложных дорожных и климатических условий на территории Российской Федерации, для повышения надежности системы обнаружения препятствий на элетроплатформе, помимо лидарной системы, применена система радаров ближнего и дальнего действия. Радары установлены под бампер транспортного средства, что позволяет защитить их от неблагоприятных погодных условий. Применение данной системы из нескольких радаров позволит оценивать ситуацию впереди ТС, измерять расстояние до препятствий на больших дистанциях (до 250м). Также радары имеют хорошую разрешающую способность по дальности и скорости, мгновенную обработку данных, что особенно важно для высоких скоростей движения.

Распознавание участников дорожной сцены, в частности, автомобилей, пешеходов, дорожных знаков, дорожной разметки и светофоров осуществляется с помощью видеокамер. В системе беспилотного управления движением транспортного средства применены три видеокамеры.

Для точного позиционирования транспортного средства на местности применена высокоточная спутниковая навигационная система, антенна которой установлена на крыше автомобиля. Визуализация работы системы беспилотного управления движением представлена на мониторе, установленного в салоне ТС.

Разработана структура системы беспилотного управления движением транспортного средства, подобрана и установлена аппаратная часть. Разработка и внедрение беспилотных транспортных средств позволит значительно снизить затраты на транспортировку пассажиров и временные ресурсы, повысить экономическую эффективность, а также минимизировать число дорожно-транспортных происшествий. Интеграция системы беспилотного управления движением на коммерческом транспортном средстве позволила принять участие в технологическом конкурсе «Зимний город» и поспособствовала дальнейшему развитию области разработки беспилотных автобусов для маршрутов общественного транспорта.

Библиографический список

1. Курс для российских беспилотников: время влиться в мировой тренд. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/351075-kurs-dlya-rossiyskih-bespilotnikov-vremya-vlitsya-v-mirovoy-trend> (Дата обращения: 11.04.2019).
2. Velodyne LiDAR. URL: <https://velodynelidar.com/> (Дата обращения: 11.04.2019).

УДК-62-21

ПРИСАКАРЬ А.А., ПУЛИН И.С., КУЛАГИН А.Л.

НЕСУЩАЯ РАМА СПОРТИВНОГО БОЛИДА КЛАССА SHELL ECO-MARATHON

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Основное предназначение несущей системы автомобиля – крепление всех систем, узлов, агрегатов и прочих навесных элементов. Несущая система или *остов* также воспринимает все нагрузки, воздействующие на автомобиль при его движении.

Каркас безопасности – это пространственная конструкция, предназначенная для предотвращения серьезной деформации кузова в случае столкновения или переворота автомобиля

В Shell Eco-marathon-е используются общие понятие «остова», являющегося основой данного болида, которое в частности переключается с «каркасом безопасности», так как является и частью, которая должна создать безопасное пространство для водителя. Общий вид представлен на рисунке 1 и 2.

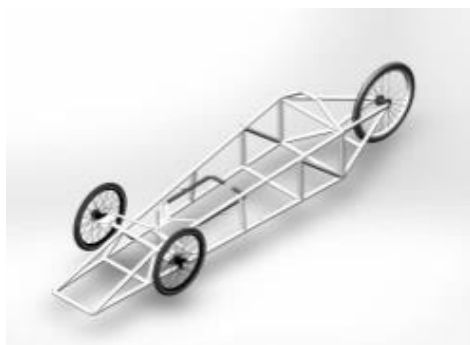


Рис.1 - Несущая конструкция Shell Eco-marathon

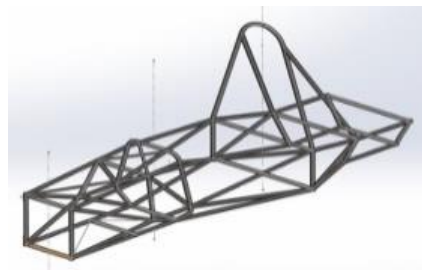


Рис.2 - Несущая конструкция Formula Student

Как правило, несущая конструкция выполнена из труб с произвольным диаметром, профилей квадратного или прямоугольного сечения, но при этом размерность их не должна превышать впоследствии значение номинальных допусков по габаритам всего болида. Также выполняется без резких изгибов труб, профилей и сильно скошенных углов по месту креплений, как самого элемента рамы, так и деталей управления, и других узлов, от которых передается нагрузка на раму[1].

Соединение труб происходит посредством сварки, при этом вначале они проходят механическую обработку, такую как обработка резаньем, придавая при этом концу трубы скругленную форму, направленную к внутренней части. Это выполнено для полного и плотного прилегания конца трубы с торцевой поверхностью свариваемой трубы.

Исходя из габаритных размеров авто, проектируется рама, с учетом отклонений на другие узлы и компоненты:

- 1) Максимальная высота автомобиля должна быть менее 1000 мм;
- 2) Ширина колеи транспортного средства должна быть не менее 500 мм, измеренная между средними точками, где шины крайних колес касаются земли;
- 4) Колесная база автомобиля должна быть не менее 1000 мм;
- 5) Максимальная ширина транспортного средства не должна превышать 1300 мм;
- 6) Максимальная общая длина не должна превышать 3500 мм [2].

Библиографический список

1. Электронный ресурс <http://autoustroistvo.ru/nesuschaya-konstruktsiya/>
2. Электронный ресурс <https://www.shell.com/make-the-future/shell-ecomarathon.html>

УДК 669

РОМАНОВ И.Д., ГОНЧАРОВА Д.А., МАКАРОВ В.С.

ИНОСТРАННЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексева

Впервые в 1966 году тормозные барабаны из алюминиевых сплавов были установлены на автомобиле Buick и Pontiac. Высокая износостойчивость и высокая теплопроводность ДУКМ позволяют заменить чугун и сталь в роторах дискового тормоза и тормозных барабанах, при этом обеспечивается снижение веса до 60%. В работе [1] представлена история развития применения ДУКМ в тормозных системах автомобилей. Характерными примерами применения ДУКМ в тормозных системах являются автомобили Volkswagen, Audi, Toyota.

Еще в 70е годы компания Mahle разработала способ упрочнения алюминиевых поршней путем ввода в расплав коротких керамических волокон на базе окислов алюминия, карбидов и нитридов кремния. Высокая твердость частиц позволяет существенно повысить износостойкость, в частности, канавки верхнего поршневого кольца. Особый эффект достигается в том случае, если поршни подвергаются переменным механическим и термическим нагрузкам. На рисунке 1 представлены сравнительные данные по износу образцов из сплавов А356, А356 и серого чугуна. Компания Toyota одним из первых для экспериментального двигателя, предназначенного для концепткара FX-1 (1983 год) разработала шатуны из композиционного материала. Основой его является магниево-алюминиевый сплав, армированный нитевидными керамическим наполнителем. Кроме волокна материал шатунов состоит из алюминия (35 %) и магния (50 %). Данные шатуны на 35% легче стальных. Известно, что поршни, предназначенные для работы в алюминиевых цилиндрах, то они не имеют вставок, так как не нуждаются в температурной компенсации. Снижение массы поршня позволяют уменьшить массу противовесов.

Кроме того, отмечается повышенная усталостная прочность, так на рисунке 1 представлены кривые усталости сплава 2080 с различной степенью насыщения.

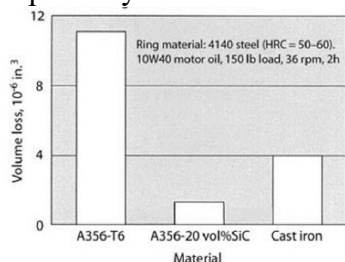


Рис 1. Сравнение износа чугуна, сплава А356-Т6 и ДУКМ на основе А356-Т6

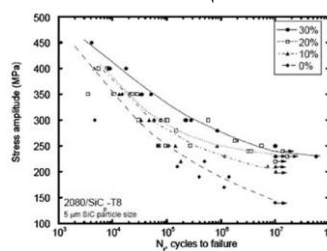


Рис 2. Кривые усталости сплава 2080 с различной степенью насыщения

Однако, наряду с преимуществами можно отметить и главные недостатки ДУКМ, такие как: сложность и длительность технологического цикла, энергоёмкость. Поэтому объёмы промышленного использования ДУКМ пока не адекватны их технико-эксплуатационным возможностям. Высокая стоимость исходных материалов является существенным фактором, сдерживающим широкое внедрения изделий из ДУКМ [2].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00455 мол_а.

Библиографический список

1. **Adebisi, A.A.** Metal matrix composite brake rotor: historical development and product life cycle analysis / A.A. Adebisi, M.A. Maleque, M.M. Rahman // International Journal of Automotive and Mechanical Engineering. - 2011. - Vol. 4. - pp. 471-480
2. **Чернышов Е.А.,** Романов А.Д., Романова Е.А., Мылъников В.В. Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2017. № 4. С. 29-36.

УДК 669

РОМАНОВА Е.А., ГОНЧАРОВА Д.А., ГОНЧАРОВ К.О.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ КУЗОВА АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в технике заметно возрастает применение алюминиевых сплавов. Эта тенденция особенно заметна в автомобилестроении, она связана со стремлением сниже-

ния веса автомобилей, а вместе с тем, уменьшением расхода горючего и дополнительными экономическими и экологическими эффектами. На кузов приходится до половины массы всего автомобиля, поэтому снижение массы кузова является эффективным методом снижения массы всего автомобиля. Доминантной характеристикой эффективности конструкции является ее массовая отдача.

Снижение массы конструкции при сохранении ее работоспособности возможно за счет использования материалов с более высокими значениями прочности или за счет материала с более низкой плотностью.

Следует отметить что экономичность конструкции — это не только стоимость материала, которая для алюминиевых сплавов превышает стоимость стали в 2 раза, но и затраты на изготовление, эксплуатацию и утилизацию. Интегральная оценка эффективности использования алюминиевых сплавов, несмотря на их повышенную стоимость, подтверждается тем, что использование алюминия в транспортном машиностроении уже составляет 25%.

Как литейные, так и деформируемые алюминиевые сплавы весьма широко применяются в автомобилях. Литейные алюминиевые сплавы применяются в основном для двигателя, трансмиссии и элементов подвески, тогда как деформируемые сплавы в виде листов и пресованных профилей применяются широко в конструкции кузова. Сегодня на применение алюминия в автомобильной промышленности, приходится значительная часть потребления всего производимого в мире алюминия [1].

Например, компания «Крайслер» применила алюминиевый сплав А356 для изготовления передней траверсы подвески мини-фургона, что позволило снизить массу на 42%, при этом улучшив показатели по уровням шума и вибрации по сравнению с траверсами из стали.

Таким образом, использование алюминиевых сплавов повышает массовую отдачу, ресурс и эксплуатационную надежность за счет коррозионной стойкости.

Первой компанией, которая серийно начала производство корпусов автомобилей из алюминиевых сплавов стала Audi, которая в 1993 году представила концепт Audi ASF (Audi Space Frame), а в 1994 году начался серийный выпуск седана Audi A8 – первого в мире массового автомобиля с полностью алюминиевым кузовом. Также частично или полностью алюминиевые корпуса имеют машины: Audi (A2, TT, Q7), Jaguar XJ, Hyundai Tibuton / Coupe, Porsche Boxter / Cayman и др. Что касается тоннажа то наибольшее количество в наземной технике внедрено в бронированных машинах: М113, М2, БМД, БМП-3 и др [2].

Библиографический список

1. **Фридляндер И.Н.** Алюминиевые сплавы – перспективный материал в машиностроении. // Машиностроение и инженерное образование, 2007. № 5. С.33-37
2. **Чернышов Е.А.,** Романов А.Д., Романова Е.А. Развитие материалов для баллистической защиты на основе алюминиевых сплавов // Заготовительные производства в машиностроении. 2015. № 10. С. 43-47.

УДК 629.113

ТЮГИН Д.Ю., ФИЛАТОВ В.И., БЕРЕСНЕВ П.О., ПИНЧИН А.В.

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ БЕСПИЛОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ НА (КОММЕРЧЕСКОЕ) ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка систем автоматизированного и беспилотного управления движением на колесные транспортные средства является новым и быстрорастущим мировым трендом [1]. В течение многих лет для повышения безопасности дорожного движения проводятся исследования, связанные с разработкой систем помощи водителю. Для функционирования системы необходимо, чтобы транспортное средство (ТС) было обеспечено рядом сенсоров.

В рамках подготовки к технологическому конкурсу «Зимний город» была произведена интеграция системы беспилотного управления движением на электроавтобус ГАЗель Next.

Для обнаружения других объектов движения и препятствий на пути следования, а также построения виртуальной карты маршрута используются ЛИДАРЫ Velodyne [2]. Ввиду больших габаритов электроавтобуса и наличия слепых зон используется 4 ЛИДАРа, установленные по периметру ТС.

Ввиду сложных дорожных и климатических условий на территории Российской Федерации, для повышения надежности системы обнаружения препятствий на элетроплатформе, помимо лидарной системы, применена система радаров ближнего и дальнего действия. Радары установлены под бампер транспортного средства, что позволяет защитить их от неблагоприятных погодных условий. Применение данной системы из нескольких радаров позволит оценивать ситуацию впереди ТС, измерять расстояние до препятствий на больших дистанциях (до 250м). Также радары имеют хорошую разрешающую способность по дальности и скорости, мгновенную обработку данных, что особенно важно для высоких скоростей движения.

Распознавание участников дорожной сцены, в частности, автомобилей, пешеходов, дорожных знаков, дорожной разметки и светофоров осуществляется с помощью видеокамер. В системе беспилотного управления движением транспортного средства применены три видеокамеры.

Для точного позиционирования транспортного средства на местности применена высокоточная спутниковая навигационная система, антенна которой установлена на крыше автомобиля. Визуализация работы системы беспилотного управления движением представлена на мониторе, установленного в салоне ТС.

Разработана структура системы беспилотного управления движением транспортного средства, подобрана и установлена аппаратная часть. Разработка и внедрение беспилотных транспортных средств позволит значительно снизить затраты на транспортировку пассажиров и временные ресурсы, повысить экономическую эффективность, а также минимизировать число дорожно-транспортных происшествий. Интеграция системы беспилотного управления движением на коммерческом транспортном средстве позволила принять участие в технологическом конкурсе «Зимний город» и поспособствовала дальнейшему развитию области разработки беспилотных автобусов для маршрутов общественного транспорта.

Библиографический список

1. Курс для российских беспилотников: время влиться в мировой тренд. URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/351075-kurs-dlya-rossiyskih-bespilotnikov-vremya-vlitsya-v-mirovoy-trend> (Дата обращения: 11.04.2019).
2. Velodyne LiDAR. URL: <https://velodynelidar.com/> (Дата обращения: 11.04.2019).

УДК 629.113

ФЕДОРЕНКО Я.В., БЛОХИН А.Н.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРУЖИННОЙ НЕЗАВИСИМОЙ ПОДВЕСКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ШИНАХ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время возросла потребность в транспортных средствах (ТС) на шинах низкого и сверхнизкого давления. Применение таких шин улучшает проходимость за счет увеличения пятна контакта колеса с опорной поверхностью. Несмотря на это, для обеспечения плавности хода, устойчивости и управляемости при движении с высокой средней скоростью по пересеченной местности требуется система подрессоривания. Целью данной работы является разработка компонентов подвески ТС Русак-3994, полной массой 8 тонн.

Выбранная схема подвески на двойных поперечных рычагах позволяет выполнить требования к кинематике при больших перемещениях колес, при этом являясь достаточно простой схемой.

Компоновка направляющего аппарата (длины рычагов, расположение их кронштейнов, размеры поворотного кулака) и расположение стойки (пружины и амортизатора) оказывают значительное влияние на характеристики подвески. Потому, задача определения компоновки становится итерационной и трудоемкой. Таким образом, целесообразно решить обратную задачу: определить некоторую область удовлетворяющих характеристик, а затем найти компоновочные размеры. Для этого применяется метод параметрического моделирования. Метод заключается в построении математической модели подвески в нескольких положениях и наложении на эту систему размерных ограничений. Использование этого метода позволило сократить время расчетов и повысить их наглядность.

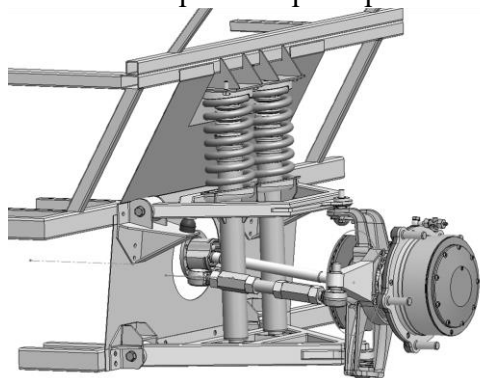


Рис. 1 – Итоговая пространственная модель подвески

В качестве упругого элемента системы выбирается пружина автомобиля «Соболь», в качестве демпфирующего элемента – гидравлический амортизатор автомобиля «КамАЗ». Выбранные компоненты зарекомендовали свою надежность при испытаниях прототипа. Проведенные расчеты выявили необходимость установки двух пружин для обеспечения достаточной энергоэффективности подвески.

Разработка компонентов производилась с учетом воспринимаемых нагрузок. Для оценки напряжений и деформаций использовался метод конечных элементов. Нагрузки на компоненты определялись в различных эксплуатационных режимах: действие максимальной статической нагрузки на колесо, подъем в горку и нахождение на поперечном уклоне.

Результатом проведенной работы является новая модель подвески (рис. 11). Разработанная модель отличается улучшенными кинематическими и динамическими характеристиками, ее компоненты удовлетворяют требованиям прочности. Разработка предлагается к изготовлению.

УДК 621

ХОЗЕРОВ В.С.

К ВОПРОСУ О СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ КОРОБКОЙ ПЕРЕДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ARDUINO UNO

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Роботизированные коробки переключения передач (АМТ) - это системы, разработанные для автоматизации переключения передач транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания (ДВС), для обеспечения безопасности и комфорта управления транспортным средством.

Существует несколько видов АМТ трансмиссий: электрические, гидравлические, с одним сцеплением, с двумя сцеплениями и т.д. Эти системы регулируют работу механизма сцепления и переключения передач исходя из потребностей водителя: например, желания ускориться или остановиться, и окружающих условий: включенная передача, подъем или спуск и т.д.

Цель данной работы – разработка алгоритма, программы, платы расширения для микроконтроллеров семейств Arduino, мехатронной системы для управления АМТ мотоцикла на базе механической коробки переключения передач (МТ).

Входные данные (частота вращения коленчатого вала, скорость мотоцикла, информацию о включении нейтральной передачи, режим работы генератора, положение педали тормоза, дисков сцепления, рычагов переключения передач) микроконтроллер получает извне при помощи ряда датчиков (потенциометры, «концевики», датчики холла), данные от которых принимает сначала плата расширения, где происходит предварительная обработка сигнала (усиление, формирование и аппаратное снижение шумов), а после чего поступает на выводы микроконтроллера.

Управление силовыми электродвигателями, приводящими в движение рычаги управления, а также регулировка их режимов работы, происходит при помощи H-мостов с поддержкой 8-битный ШИМ частотой ~1МГц, формируемым платой Arduino.

Определение положения рычагов управления и ручки газа реализована с применением ползунковых потенциометров.

Для интеграции системы управления в электрическую схему мотоцикла используется понижающий DC-DC преобразователь 12V-5V.

Для управления работой двигателя была разработана система электронных дроссельных заслонок, алгоритм управления (учитывающий частоту вращения коленчатого вала, положение ручки управления подачей топлива), а также комплектующие (переходники, штуцеры, крепления), необходимые для внедрения в топливную систему мотоцикла.

Для управления заслонками использована библиотека Servo.h из набора библиотек для Arduino в Arduino IDE.

Для управления режимами работы механизма сцепления спроектирован, изготовлен и испытан на предмет способности выжимать и отпускать сцепление до заданного положения актуатор на базе автомобильного моторчика стеклоподъемника. В основе актуатора лежит реечный механизм, работающий в масляной ванне, датчик для отслеживания положения рейки, корпус, предотвращающий попадание пыли и влаги к трущимся поверхностям и датчику.

Программа управления АМТ была разработана в среде Arduino IDE.

Плата расширения разработана в онлайн-сервисе EASY-EDA, после чего изготовлена в 5 экземплярах.

Детали и компоненты (крепления датчиков, линейные актуаторы, суппорты и т.д.) для интеграции системы в конструкцию мотоцикла были разработаны в программных пакетах Компас 3D, Fusion 360. Расчет силовых нагрузок производился в программном пакете Fusion 360. Изготовление велось при помощи собственного 3D принтера.

В программе управления реализованы аппаратные прерывания и прерывания по таймеру, работа с ШИМ, аналоговыми, цифровыми портами, а также работа с UART.

Микроконтроллер, исходя из загруженных алгоритмов, имея данные о частоте вращения коленчатого вала двигателя и положения ручки газа, определяет нагрузку на двигатель.

Исходя из полученных данных о нагрузке на двигатель (отношение частоты вращения коленчатого вала к положению дроссельных заслонок), система управления АМТ выбирает оптимальную передачу, а также может реализовать «кик-даун» при резком увеличении нагрузки на двигатель (подъем в гору или желание водителя резко ускориться).

Во время инициализации контроллера происходит установка требуемых портов на режим ввода/вывода, установка таймера, запускающего функцию проверки состояния педали тормоза, инициализация аппаратных прерываний.

Для расчета частоты оборотов коленчатого вала, а также переднего колеса используется принцип расчета времени между двумя последними прерываниями на выводе, подключенному к датчику вращения коленчатого вала и переднего колеса соответственно

АЦП используется для получения данных с ползунковых потенциометров, установленных как датчики положения ручки газа, рычагов переключения передач, заднего хода, рейки актуатора выжима сцепления.

При попытках запуска система управления, удерживая дроссельные заслонки открытыми на 100% вне зависимости от положения ручки газа, увеличивает шанс на успешный запуск. После выхода двигателя в режим холостого хода система управления устанавливает положение заслонок, соответствующее датчику положения ручки газа.

Во время начала движения блок управления регулирует актуатором положение дисков сцепления, а также дроссельных заслонок, опираясь на показания датчика положения ручки газа, так, чтобы поддерживать частоту вращения коленчатого вала не ниже оборотов холостого хода.

Анализируя совокупность состояния работы генератора и данных о нагрузке на двигатель, блок управления выбирает необходимую передачу

Таймер, вызывающий раз в 50 миллисекунд прерывания, запускает функцию проверки положения педали тормоза. Если она нажата, выключается сцепление при помощи актуатора выжима сцепления и удерживается выключенным до прекращения воздействия на педаль тормоза. Остальные функции системы (контроль над заслонками, переключение передач) сохраняются.

Из-за конструктивных особенностей механической коробки передач испытуемого мотоцикла, у системы управления нет возможности определить включенную передачу (кроме нейтральной) при подаче питания после его отключения. Для этого реализована специальная функция, понижающая передачу 4 раза подряд, после чего устанавливающая соответствующую окружающим условиям передачу.

Система поддерживает запуск двигателя во время буксировки транспортного средства посредством жесткой или мягкой сцепки. В системе используется микропроцессор ATmega 328, являющийся 8-ми разрядным CMOS микроконтроллером с низким энергопотреблением, имеющий 32 kB Flash, 2 kB ОЗУ, 1 kB EEPROM

Подсекция 4.2

Эксплуатация наземных транспортных средств

УДК 656.132

БЕЛОКОНЕВ А.В., МОКШАНОВА В.С., ЕЛИСЕЕВ М.Е., ЛИПЕНКОВ А.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И ИХ ОБСЛЕДОВАНИЕ В СРЕДЕ ANYLOGIC

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.

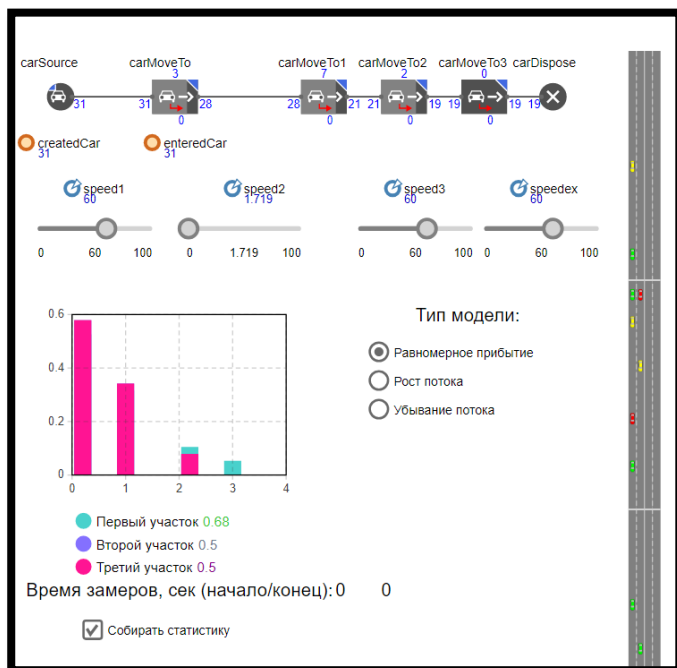


Рис. 1 - Модель в Anylogic

Для измерения интенсивности движения чаще всего 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.

Допустим, есть прямолинейный участок дороги с односторонним движением. В начале и в конце этого участка стоят учетчики А и В соответственно. Учетчики начали и закончили производить замеры в одно и то же время, но данные, которые они собрали заметно различаются.

Чтобы выяснить была ли это человеческий фактор или есть какая-то погрешность измерений, происходящая из затора на дороге или других, не связанных с учетчиком факторов. На кафедре «Автомобильный транспорт» НГТУ разработана модель в программном обеспечении для имитационного моделирования 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.

В настоящий момент для решения задачи создана модель, ведутся модельные эксперименты. Результаты работы будут представлены в следующих публикациях авторов.

ОПТИМИЗИРОВАНИЕ РАСПИСАНИЯ ДУБЛИРУЮЩИХ МАРШРУТОВ

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 остается одной из важнейших составляющих городской инфраструктуры и выполняет ряд важнейших социальных функций. Он обеспечивает территориальную целостность городов, доступность всех элементов городского хозяйства. Посредством общественного транспорта осуществляется основная часть трудовых поездок населения.

Дублирование одних маршрутов другими - одна из самых больших проблем общественного городского транспорта, в частности и в Нижнем Новгороде. Достаточно посмотреть на схему движения автобусов и станет 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 при том, что вся длина последнего - 14,6 км.
- маршрут Т45 повторяет А45 на протяжении 30,5 км
- маршрут Т59 дублирует А56 на протяжении 20,5 км – всего маршрута.

Можно выделить из существующих совмещений транспортных средств на дублирующих маршрутах при определенных условиях четыре возможных варианта:

1. Скорости транспортных средств равны, момент времени начала движения первого транспорта превышает момент времени начала движения второго транспортного средства.
2. Моменты времени начала движения обоих транспортных средств равны, но скорость первого транспорта превышает скорость второго транспорта.
3. Скорость второго транспорта ниже первого, а момент времени начала движения второго транспорта выше первого.
4. Скорость второго транспортного средства и момент времени начала движения выше.

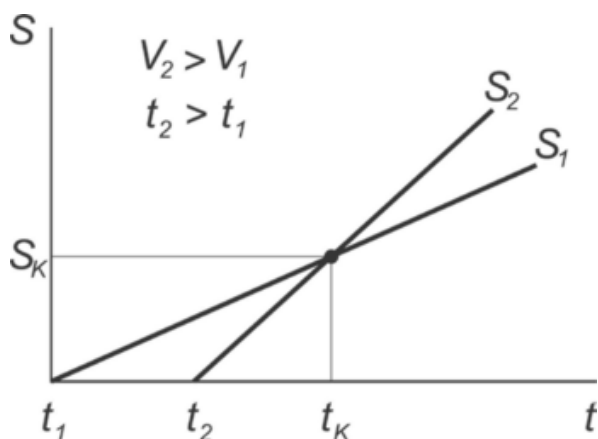


Рис. 1 - Образование конфликтной ситуации

Первое и второе условия отражают ситуацию, когда между дублирующими маршрутами отсутствуют конфликты. Третье условие, относится к частному случаю, когда теоретически на всем протяжении дублирующих маршрутов оба транспортных средства должны идти друг за другом без возможности обгона или опережения и изменения интервала движения. Только четвертое условие отражает ситуацию возможного наступления конфликта между маршрутами, что поясняется рисунком 1.

Поэтому, 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. В настоящий момент такое расписание разрабатывается для маршрутов А1 и троллейбуса 31.

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СРЕДЫ НА УСТАЛОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В процессе эксплуатации детали и узлы автомобиля подвергается различным видам нагрузок, приводящим к деструкции материалов его конструкции. Наиболее опасными являются вибрационные нагрузки в присутствии коррозионной среды, которые приводят к возрастанию вероятности возникновения аварийных ситуаций [1,2].

Эксплуатационные показатели конструкционных материалов формируются на всех стадиях металлургического передела [3]: от выбора шихтовых материалов для выплавки металла до получения готовых деталей [4,5]. Причиной необходимости увеличения ресурса и эксплуатационной надежности является также высокая стоимость конструкционных материалов автомобиля. Поэтому проведение экспериментальных исследований усталостных характеристик конструкционных материалов с целью подбора конкурентного материала, снижения металлоемкости изделий, назначения новых методов обработки являются приоритетными в современном автомобилестроении [6].

Решение этой задачи предполагает изучение процесса усталостного разрушения металлов и сплавов в условиях присутствия коррозионной среды, с возможностью определения длительности периода до зарождения трещин и интенсивности их дальнейшего продвижения по сечению конструкции. Это позволит выбрать материал, соответствующий требованиям эксплуатации, и, как следствие, предотвратить разрушение его, обеспечить снижение финансовых и временных затрат на ремонт автомобиля.

Детали автомобиля изготавливаются по разным технологиям [7,8]. Однако изучение деструкции материалов при усталости осложняется длительностью и условиями испытаний [9]. Поэтому задача обеспечения работоспособности деталей и конструктивных элементов автомобилей с учетом воздействия коррозионной среды является одной из актуальных в машиностроении. При этом кроме разработки технологии изготовления детали важно учесть все факторы, которые оказывают влияние на ее эксплуатационную долговечность.

Коррозионно-усталостные процессы в материалах как правило значительно ускоряются [10-12], что приводит к непрерывному снижению многоцикловых усталостных кривых, не достигающих предела выносливости.

Библиографический список

1. Пачурин Г.В., Кудрявцев С.М., Соловьев Д.В., Наумов В.И. Кузов современного автомобиля: материалы, проектирование и производство: Учебное пособие / Под ред. Г.В. Пачурина. – 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2016. 316 с.
2. Пачурин Г.В., Галкин В.В., Пачурин В.Г. Долговечность упрочненных металлов и сплавов: учебное пособие / Г.В. Пачурин, В.В. Галкин, В.Г. Пачурин. Старый Оскол: ТНТ, 2017. 228 с.
3. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. и др. Оценка качества стального проката для холодной объемной штамповки // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Том 61. - №7. С. 551-556.
4. Пачурин Г.В., Шевченко С.М., Филиппов А.А. и др. Defining Role Metal Performance for cold bolt up-setting (bolt head) // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. №9(4).
5. Filipov A.A., Pachurin G.V., Naumov V.I., Kuzmin N.A. Low-Cost Treatment of Rolled Products Used to Make Long High-Strength Bolts // Metallurgist. 2016. Vol. 59. Nos. 9-10. January. S. 810-815.
6. Пачурин Г.В., Гончарова Д.А., Филиппов А.А. и др. Development of fatigue test technology of sheet automobile materials // Eastern-european journal of enterprise technologies ISSN 1729-3774. – Vol 5, No 12 (95). 2018. S. 31-37.
7. Филиппов А.А., Пачурин Г.В., Кузьмин Н.А. Способ формирования структурно-механических свойств стального проката для высадки стержневых изделий // Черные металлы. 2018. №4. С. 36-40.

8. Пачурин Г.В., Гуцин А.Н., Галкин В.В., Пачурин В.Г. Теоретические основы повышения эксплуатационной долговечности штампованных металлоизделий: учеб. Пособие для студентов вузов / НГТУ. Н. Новгород, 2006. 173 с.
9. Пачурин Г.В. Сопротивление усталости при разных температурах отожженной и упрочненной латуни Л63 // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 3-1. С. 119-126.
10. Похмурский В.И. Коррозионная усталость металлов. - М.: Metallurgy, 1985. 207 с.
11. Пачурин Г.В. Коррозионная долговечность изделий из деформационно-упрочненных металлов и сплавов: Учебное пособие. – 2-е изд., доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. 160 с.
12. Pachurin G.V. Life of Plastically Deformed Corrosion-Resistant Steel // Russian Engineering Research. – 2012. Vol. 32. № 9–10. S. 661–664.

УДК 629.113

ДУНАЕВ И.Е., ШУСТОВ С.И., МАЛЫГИН А.Л., НИКАНДРОВ И.С.

ПАРАМЕТРЫ ТОРОСОВ НА ВОДОЕМАХ СИБИРИ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ

Территориальная разобщенность севера Сибири является существенным препятствием для развития региона. Перевозку людей преимущественно вертолетами нельзя признать эффективным и тем более рациональным. Задача транспортной коммуникации рабочих ресурсов и населения этих территорий может быть решена массовым круглогодичным использованием судов на воздушной подушке. Для их успешной эксплуатации необходимо организовать прокладку зимников по руслу замерзших рек, и поддержание их в рабочем состоянии. В связи с этим актуальна разработка машин для планирования ледовых трасс. Определены геометрические параметры снежно-ледовых торосов Куйбышевского водохранилища, реки Енисей и озера Байкал. Показано, что основная часть изученных торосов относится к торосам взлома, формирующимися в период ледостава. Высота торосов на реках не превышает 0,9 – 2 м, тогда как на Байкале их высота достигает 2 м.

При движении от основания к вершине торосов плотность снежно-ледовых кернов уменьшается с 920 кг/м³ до 340 – 450 кг/м³ за счет увеличения в нем доли наносной снежной массы. Выше высоты 70 – 90 см доля снега в снежно-торосовом образовании падает.

Средняя плотность заснеженного тороса в январе равна 480 – 510 кг/м³, в начале апреля 590 – 610 кг/м³. Доля снега в снежно-ледовой массе тороса составляет 40 – 50%. Плотность измельченной массы тороса меняется в пределах 450 – 750 кг/м³.

УДК 656.13

КЛИМОВА Е. А., ГАЛЪЯНОВА Е.С., ЛИПЕНКОВ А.В.

ПРОБЛЕМА НАУЧНОГО ПОДХОДА К ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Важной составной частью жизни современного города является пассажирский транспорт, основной задачей которого является обеспечение потребности населения в перевозках при систематическом улучшении качества обслуживания пассажиров.

В настоящий период массовые пассажирские перевозки в крупных городах осуществляются по маршрутной схеме, сложившейся за длительный период времени, но при этом функционирующей далеко не оптимально. В процессе развития города его маршрутная схема нуждается в периодическом пересмотре, вызванном появлением новых жилых микрорайонов, сменой мест приложения труда, а также, модернизацией УДС города.

Формирование рациональной системы массового городского пассажирского транспорта должно включать в себя решение ряда задач, среди которых следует выделить: выбор и прокладка маршрутов следования ГПТ, обоснование типа и количества транспортных средств, разработка расписаний и оптимизация режимов движения на маршруте.

Изменения в маршрутной сети, связанные с появлением новых маршрутов, продлением или укорочением существующих, происходят довольно часто и обычно не имеют должного обоснования, поскольку подкреплены лишь жалобами населения и предложениями перевозчиков. В этих условиях возникает необходимость в применении более обоснованных методов принятия решений.

На данный момент в России фактически отсутствуют методики научного расчета маршрутной сети. Единственная методика была представлена Геронимусом в работе [1]. Данная методика ставит целью определить такую схему автобусных маршрутов, чтобы суммарные затраты времени пассажирами на ожидание, проезд и пересадки были минимальными. Недостатком данной методики является то, что он не учитывает все возможные ограничения, которые могут быть в реальных условиях. Например, такие как:

- неодинаковый интервал движения на разных маршрутах;
- различная вместимость и коэффициент наполнения автобуса;
- всевозможное время, затрачиваемое одним пассажиром на пересадку;
- пешие переходы от и до остановки, зависящие от схемы маршрутной сети и др.

Еще одним важным недостатком данной методики является невозможность проложить маршрут между двумя транспортными районами по не кратчайшему пути между ними. Однако в современных маршрутных сетях мы видим обратную ситуацию, когда многие популярные городские маршруты как раз соединяют пары транспортных районов по не кратчайшим путям. Таким образом, можно сделать вывод, что данная методика в современных условиях плохо применима.

Ввиду актуальности научного совершенствования маршрутной сети на кафедре «Автомобильный транспорт» ведется работа по созданию такой методики.

-
1. Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М: Транспорт, 1982. – 192 с.

УДК 629.113

КОНОПЛЕВА М. А., ДОБРОТИН С.А.

«ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ МЕХАНИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В МОМЕНТ СТОЛКНОВЕНИЯ»

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ

Большому объему грузовых и пассажирских перевозок автомобильным транспортом сопутствует большое количество дорожно-транспортных происшествий. Их расследование является задачей автотранспортной экспертизы. К ее решению должны привлекаться специалисты, обладающие определенной инженерной подготовкой. В стенах наших технических вузов предусмотрены все необходимые условия для ее обеспечения. Мы лишь хотим с акцентировать внимание на тех учебных дисциплинах, которые непосредственно формируют знания, умения и навыки, пригодные в будущей практической деятельности автоэксперта. Отмечено прикладное значение основных теорем и положений курса «Теоретическая механика». Показано, что их применение способствует достоверной реставрации дорожно-транспортной ситуации в момент аварии. Обращено внимание на особенную значимость

курса «Сопротивление материалов», в котором исследуется явление упругой и пластической деформации.

При изучении отдела «Динамика» в курсе теоретической механики следует подчеркнуть важность теоремы об изменении количества движения материальной системы. Не меньшую роль в работе эксперта может сыграть также теорема об изменении главного момента количества движения материальной системы.

В результате возникновения различных транспортных происшествий образуются следы, являющиеся основным источником информации о событии. В этом смысле неоценимые сведения может предоставить теория удара, входящая составной частью в оба упомянутые учебные курса.

Что касается специальных учебных дисциплин, то курс «Теория и конструкция автомобиля» может стать одним из основных элементов частной теории инженерно-транспортных экспертиз.

УДК 629.01

КУКУШКИН А.А., НИКАНДРОВ И.С., МАЛЫГИН А.Л.,
ДУНАЕВ И.И., ПАРАМОНОВ В.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗАНИЯ СНЕЖНО-ЛЕДОВОЙ МАССЫ ЕДИНИЧНЫМ РЕЗЦОМ

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

Одним из факторов, сдерживающим создание эффективной техники по разрушению торосов при строительстве ледовых аэродромов для освоения Арктического шельфа является недостаток экспериментальных данных по резанию льда.

В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований по резанию снежно-ледовой массы, имитирующей ледовые торосы, единичным резцом.

Предварительными опытами установлено, что наибольшее влияние на удельную силу резания снежно-ледовой массы оказывают: α -угол резания, град; V_p - скорость резания, м/с; h - толщина снимаемой стружки, м.

Эти факторы были выбраны в качестве исходных для разработки плана многофакторного эксперимента. В результате реализации центрального композиционного ортогонального плана было получено уравнение удельной силы резания снежно-ледовой массы q , н/см²:

$$q = 219,4 + 71,7 \alpha + 510h - 29,5 \alpha h - 94h \cdot V_p - 0,084 \alpha^2 + 463000h^2$$

Полученная зависимость является исходной и может быть использована при определении нагрузок, действующих на рабочие органы ледорезных машин при разрушении торосов.

Публикация тезисов не является препятствием для публикации материалов в других источниках.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ МЕТОДОМ РАЗДЕЛЕННОЙ ДОСТАВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема маршрутизации транспортных средств (VRP) является важной проблемой комбинаторной оптимизации в планировании распределения маршрутов. Различные формы VRP изучаются как в теоретическом, так и в практическом плане. Качество решения этих проблем имеет важное значение для отрасли логистики при рассмотрении транспортных расходов. Данциг и Рамсер впервые продемонстрировали эту экономию затрат, предоставив решение задачи по оптимальному распределению бензина[1]. Одни из главных исследователей точных процедур решения VRP Тоф и Виго считают, что компьютерные решения для задач распределения уменьшают транспортные расходы на 5-20%, и это значительное снижение, поскольку транспортные расходы составляют от 10% до 20% от всех затрат[2].

Хорошо изученной формой VRP является проблема маршрутизации с пропускной способностью (CVRP). CVRP устанавливает маршруты к набору клиентов из одного склада, чтобы свести к минимуму пройденное расстояние. В задаче CVRP необходимо посетить каждого клиента только один раз, при этом вводится ограничение на вместимость транспортного средства (грузоподъемность автомобиля).

Для рассмотрения был выбран эвристический метод разделенной доставки, в связи с тем, что эвристические методы широко используются при доставке, а процедура разделения наиболее практична для решения реальных транспортных задач.

Проблема маршрутизации транспортного средства с раздельной доставкой (SDVRP) - это улучшение CVRP. SDVRP позволяет обслуживать клиентов более чем одним маршрутом, что обычно уменьшает количество используемого транспорта и общее пройденное расстояние [1]. Как правило, SDVRP требует больше времени для компьютерного решения, чем CVRP, поскольку возможное количество вариантов больше [1-2].

Эвристическая процедура, представленная в данной работе, создает набор возможных решений для SDVRP. Первая процедура эвристики инициализирует вход. Вторая процедура назначает клиентов маршрутам транспортных средств, итеративно. Порядок каждого маршрута затем определяется процедурой решения проблемы коммивояжера (TSP), завершая решение. Наконец, решение выводится. Компьютерный код эвристики предполагает, что запрос клиентов и грузоподъемность транспортного средства являются целыми числами.

В среде Anylogic был воссоздана имитационная модель по данному алгоритму. С помощью этой модели удалось воссоздать маршрут, построенный внутренним логистом крупной нижегородской компании. Итоговый пробег транспортных средств составил 164, 1 км. На основе предоставленных данных был произведен расчет данной маршрутной сети с помощью метода разделенной доставки. С его помощью удалось достичь уменьшения длины перевозки до 156, 4 км. По итогу полученных вычислений, мы видим, что с помощью метода разделенной доставки за день мы экономим примерно 5% километража, что является серьезным улучшением для логистической работы. В дальнейшем планируется усовершенствование имитационной модели для нахождения оптимальных решений транспортных задач.

Библиографический список

1. **G. B. Dantzig**, D. R. Fulkerson and S. M. Johnson. Solution of a large scale travelling-salesman problem//Oper. Res 2 -1984.
2. **P. Toth**, D. Vigo. The vehicle routing problem// Library of Congress Cataloging-in-Publication Data – 2001.
3. **Липенков А.В.** Оценка эффективности метода имитации отжига для решения задачи маршрутизации грузовых перевозок / Д.Г. Менлияхматов, М.С. Ляпустин, А.В. Липенков// Транспортные системы. – №3. – 2016. – с. 1-5.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦАХ Г.НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из наиболее важных аспектов при формировании задач для автомобильного транспорта является параметр безопасности дорожного движения. При этом одним из наиболее распространенных видов ДТП в Нижнем Новгороде являются наезды на пешеходов, характеризующиеся высокой тяжестью последствий, т.е. наезды составляют 35 % всех ДТП с пострадавшими (по данным ГИБДД [1] в Нижнем Новгороде за 2018 год было совершено всего 2 312 аварий, из них 799 наезда на пешеходов). В результате анализа было выявлено, что более 30 % наездов на пешеходов происходят на пешеходных переходах магистральных улиц.

Необходимо выделить участки с пешеходными переходами, имеющие высокий фактор опасности. Такими участками на магистральных улицах являются: проспект Гагарина, проспект Ленина, улица Родионова, Южное шоссе, Сормовское и Московское шоссе. На данных пешеходных переходах заметно возрастает количество наездов на пешеходов, в том числе со смертельным исходом из 36 погибших пешеходов, на магистральных улицах погибли – 13 человек, за 2018 год.

Для повышения фактора безопасности движения необходимо провести модернизацию ОДД в Нижнем Новгороде. Проведенный анализ по нормативным документам, в частности, ГОСТ Р 52289-2004, ГОСТ 32944-2014, ФЗ «О безопасности дорожного движения» и научных исследований по размещению пешеходных переходов показал, что определяющим фактором при размещении пешеходных переходов является категория улицы, от которой зависит рекомендуемое расстояние между пешеходными переходами, так же ширина проезжей части, интенсивность транспортного и пешеходного потока и видимость пешеходного перехода (треугольник видимости).

Следует отметить, что основная причина наезда на пешехода на магистральных улицах является неправильное обустройство пешеходного перехода, опасным поведением пешехода и водителя, плохие условия зоны видимости пешеходов, либо несоблюдение рекомендаций при проектировке пешеходного перехода.

Снижение числа наездов на пешеходов возможно на основе применения модели определения количества конфликтов, учитывающей следующие параметры: интенсивность движения пешеходов, длину ограждений для пешеходов, ширину перехода, расстояние до ближайшей остановки общественного транспорта, а также неровности поверхности на пешеходном переходе.

Библиографический список

1. Показатели безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/>, свободный.
2. ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».
3. ГОСТ 32944-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Пешеходные переходы. Классификация. Общие требования».

АНАЛИЗ ПРИЧИН ДТП С УЧАСТИЕМ ПЕШЕХОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В России наблюдается неутешительная динамика аварий с участием пешеходов. За 2017 год было совершено 53 232 инцидентов с пешеходами, число погибших в них 5 777 человек, получивших травмы - 49 869. По факту пешеходы – одни из самых уязвимых и подверженных опасности участников дорожного движения.

По данным ГИБДД [1] в Нижнем Новгороде за 2017 год было совершено всего 2075 аварий, из них 803 наезда на пешеходов, т.е. почти каждое третье ДТП происходит с участием пешехода. Из общего числа ДТП с участием пешеходов, в 119 случаях были виноваты пешеходы, что составило 15% от общего числа аварий, в которых было ранено 106 человек и погибло 11 человек. В 684 случаях были виноваты водители, в которых погибли 22 человека и были ранены 641 чел., т.е. 85% ДТП совершаются по вине водителей.

Распределение количества ДТП, раненых и погибших по времени суток в Нижнем Новгороде за 2017 г. представлено на рис. 1

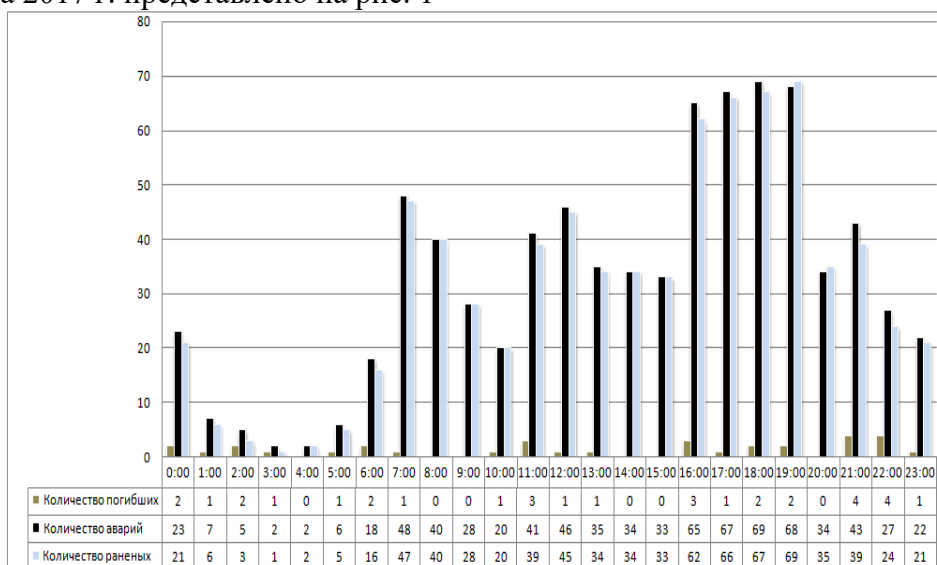


Рис. 1 – Распределение ДТП с участием пешеходов по времени суток (г. Нижний Новгород янв. – дек. 2017)

При рассмотрении данной статистики мы можем заметить, что в часы повышения транспортной интенсивности («часы пик») возрастает тенденция ДТП с материальным ущербом. Высокий показатель количества ДТП с пешеходами в данный период можно объяснить тем, что вся транспортная сеть является чрезмерно нагруженной, как транспортными средствами, так и пешеходами. Большое количество ДТП с погибшими происходят в межпиковые периоды, где водители нередко повышают допустимую скорость движения, что, следовательно, и является основной причиной возникновения ДТП. Также стоит выделить тот факт, что значительное количество ДТП с погибшими произошли в темное время суток, куда к причинам возникновения ДТП помимо повышенной скорости движения можно добавить недостаточное освещение проезжей части на переходах.

Проанализировав ДТП с участием пешеходов по 8 районам г. Нижний Новгород была получена диаграмма, представленная на рис. 2.

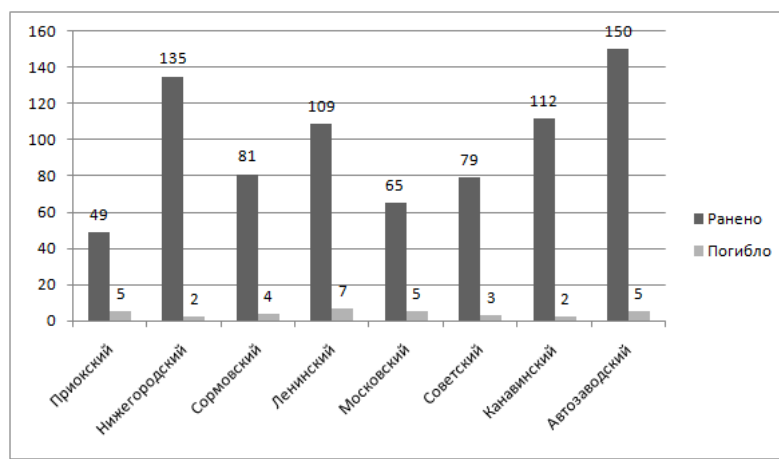


Рис.2 – Количество раненных и погибших пешеходов по 8 районам г. Нижний Новгород за период янв. – дек. 2017г

Наибольшее количество ДТП с пешеходами происходят в Нижегородском и Автозаводском районе, что обусловлено большой интенсивностью движения транспорта и пешеходов в этих районах. Отдельно необходимо сказать о том, что в Приокском районе из 49 ДТП, 5 оказались со смертельным исходом и большинство из них происходят на проспекте Гагарина по причине превышения скорости водителями ТС и несоблюдением правил прохода через проезжую часть пешеходами, что в свою очередь случается из-за отсутствия пешеходных ограждений вблизи перекрестков.

Анализ аварийности в г. Нижний Новгород за 2017 г. показал, что большинство ДТП с участием пешеходов совершаются в «часы пик», однако если рассматривать по тяжести последствий, то межпиковые периоды гораздо опаснее. Поэтому, опираясь на опыт других стран, можно сказать, что для обеспечения безопасности пешеходов кроме использования классических способов, таких как пешеходные ограждения и повышение общего уровня освещения на пешеходном переходе, необходимо использовать и иные способы повышения безопасности. Таковыми являются островки безопасности на дороге, «умный» пешеходный переход, «сияющая» зебра и т.п. Все перечисленные мероприятия способствуют снижению риска возникновения ДТП.

1. Показатели безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/>, свободный.

УДК 656.13

МАРКОВА Е.А., ЛИПЕНКОВ А.В.

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ГИПЕРМАРКЕТА «ЛЕРУА МЕРЛЕН»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Нижний Новгород является крупнейшим по численности населения город в Приволжском федеральном округе, поэтому он не стоит на месте и постоянно развивается. Одна из приоритетных задач – это развитие транспортно-логистического комплекса. Строятся новые жилые комплексы, торговые развлекательные центры и другие виды инфраструктуры. В недавнем времени в Нижнем Новгороде открылся крупнейший DIY-гипермаркет Leroy Merlin. Гипермаркет расположен на окраине города, из-за чего добраться до него на общественном транспорте трудно. 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.

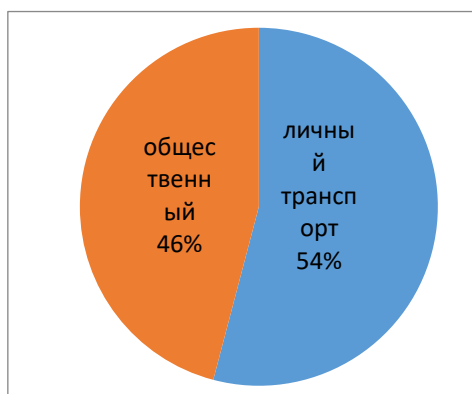


Рис. 1 – Распределение респондентов по виду транспорта

Для научного анализа более рационального обслуживания были проведены следующие обследования:

- 1) социальный опрос в сети Интернет;
- 2) натурный опрос респондентов;
- 3) обследования пассажиропотоков.

Результаты опросов показывают, что 46 % респондентов (112 чел.) пользуются общественным транспортом, когда добираются в гипермаркет.

Анализ пассажиропотока показал, что в будние дни он крайне мал и подвижной состав используется не эффективно, а именно номинальная вместимость салон автобуса не соответствует фактической.

Для решения проблемы предложено 2 варианта:

1. Отмена бесплатного маршрута «ост. Московский вокзал – Леруа Мерлен», в связи малого пассажиропотока и убыточности данного маршрута, и привлечение к работе автобусов МП «Нижегородпассажиравтотранс».

тотранс».

2. Продление троллейбусного маршрута № 10 «Мещерское озеро – Горьковский Агрокомбинат». Для этого протянуть троллейбусную контактную сеть протяженностью 2 км до гипермаркета «Леруа Мерлен» и сделав заездные (разворотные) карманы для разворота троллейбуса.

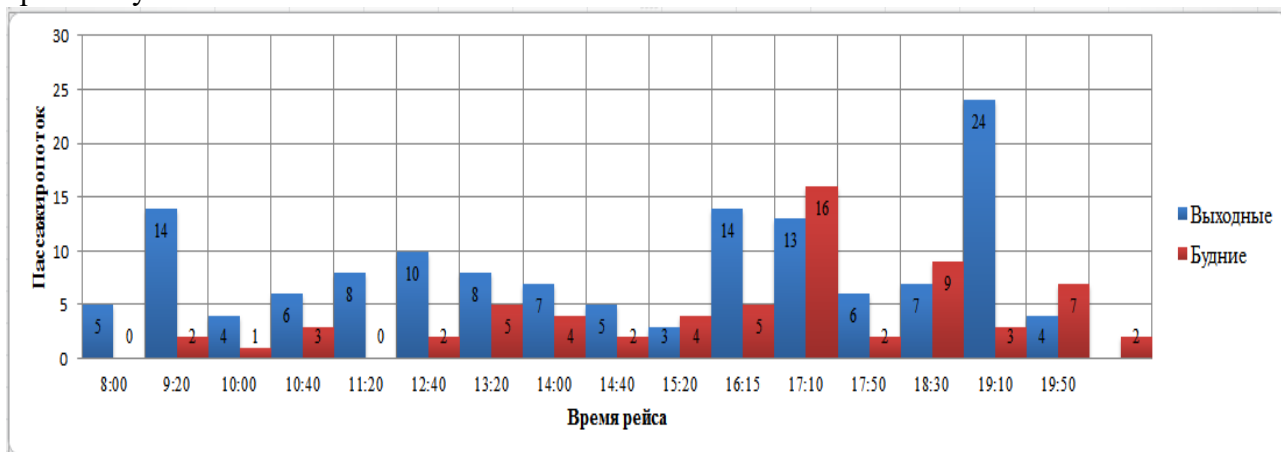


Рис. 2 – Распределение пассажиропотока по различным дням

УДК 629.331

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С.

АНАЛИЗ ДОРОЖНОГО ТРАВМАТИЗМА НА ДОРОГАХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ 2019

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Проблема определения стоимости человеческой жизни является одной из самых противоречивых в сфере автомобильного транспорта. Большинство методов оценки сложно применить в отношении оценки травматизма в ДТП, так как учитывают экономические потери только по смерти человека [1].

Рассматривая область автомобильного транспорта и стоимость ДТП, удобнее использовать методика, по которой рассчитаны страховые выплаты ОСАГО. В свою очередь, стра-

ховые компании подчиняются закону ФЗ "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств" N 40-ФЗ [2].



Рис. 1 - Распределение количества пострадавших в ДТП

На сайте ГУ ГИБДД по Нижегородской области [3] выкладываются актуальные данные о количестве произошедших ДТП, количестве пострадавших и умерших и характер полученных травм. Если использовать методику ОСАГО по расчету выплат пострадавшим без учета виновной в ДТП стороны, то можно определить стоимость травм каждого из участников ДТП и привести статистику наиболее часто встречающихся повреждений.

На Рис.1. представлено распределение количества пострадавших по стоимости полученных травм, оцененных по методике ОСАГО.

Первый столбец «0-10» - преимущественно ушибы. Столбцы «10-20» - «40-50» преимущественно переломы. Столбцы «50-100» – «250-300» отражают количество сочетанных травм. Столбец «450-500» - преимущественно смертельный исход участника ДТП.

Библиографический список

1. **Рябкин В. И.**, Тихомиров С. Н., Баскаков В. Н. Страхование и актуарные расчеты. — М.: Экономистъ, 2006. — 464 с.
2. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН N 40-ФЗ от 25 апреля 2002 года «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств»
3. Главное Управление Мвд России по Нижегородской области - Сводки ДТП - <https://52.мвд.рф/news/dtp/2/>

УДК 629.331

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С.

СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ И ИХ ПРОГРАММНЫЕ РАСШИРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Рассматривая комплекс систем активной безопасности автомобиля, необходимо брать во внимание то, что большая часть систем являются программными расширениями или дополнениями к уже установленным на автомобиле.



Рис.1. Схема систем активной безопасности автомобиля

Антиблокировочная система ABS выступает базой для большинства других систем, как противобуксовочная система ASR и система экстренного торможения BAS[1]. Система курсовой устойчивости ESP представляет собой комплекс, включающий ABS, BAS (систему экстренного торможения), ASR, EDB (система распределения тормозных усилий), EDS (электронная блокировка дифференциала).

Для наглядности приведена схема, показывающая программные расширения и комплексы систем активной безопасности автомобиля (Рис.1.)

Данное разделение систем обеспечит лучшее понимание их функционирования, что облегчит дальнейшие исследования.

Библиографический список

1. Автоматические и интеллектуальные системы транспортных средств. Автомобили и тракторы, многоцелевые колесные и гусеничные машины, наземные транспортно-технологические комплексы, мобильные роботы и планетоходы: учебник/под общ. Ред. Профессоров В. Белякова и Л. Палковича; Нижегородск. Гос.тех.ун-т. Р.Е.Алексеева. – Н. Новгород, 2012. – 475 с.
2. **Ревин А.А.** «Автомобильные автоматизированные тормозные системы». Учебное пособие. - Волгоград. Изд. ВолгПИ, 1991г. – 76с.

УДК 629.331

МАРКОВНИНА А.И., МАКАРОВ В.С.

СНИЖЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРЕВЕНТИВНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Для уменьшения количества ДТП уже широко применяются системы активной безопасности автомобиля, как антиблокировочная система тормозов (ABS), антипробуксовочная система (ASR), система курсовой устойчивости (ESP), система распределения тормозных усилий (EBD), система экстренного торможения (EBA) и другие. Для снижения дорожно-

транспортного травматизма используются широко известные системы пассивной безопасности [1].

На данный момент проводится активная разработка систем превентивной безопасности, совмещающая в себе задачи предотвращения ДТП и снижения тяжести травм, получаемых в ДТП [2]. В зависимости от конструктивных особенностей той или иной системы, в ней могут быть реализованы следующие функции:

- предупреждение водителя об опасности столкновения;
- подготовка тормозной системы к экстренному торможению;
- активация отдельных устройств пассивной безопасности;
- частичное или полное автоматическое торможение.

Системы превентивной безопасности функционируют по схожему алгоритму, заключающемуся в следующей последовательности действий:

1. обнаружение препятствия в пространстве перед автомобилем; регистрируется отсутствие реакции водителя;
2. за 2,5-3 секунды до расчетного столкновения происходит подача звукового сигнала для привлечения внимания водителя;
3. за 1-2 секунды до расчетного столкновения подается несколько рывков на ремень безопасности водителя или срабатывают преднатяжители, частично задействуется тормозная система;
4. анализ системой действий водителя;
 - 5.1. в случае бездействия задействуется система экстренного торможения и создается максимальное тормозное усилие;
 - 5.2. в случае недостаточного давления водителя на педаль тормоза подключается работа ЕВА и создание максимального тормозного усилия;
 - 5.3. в случае достаточного нажатия на педаль тормоза создается максимальное тормозное усилие;
 - 5.4. в случае маневрирования и объезда препятствия тормозное усилие снижается.

Библиографический список

1. Автоматические и интеллектуальные системы транспортных средств. Автомобили и тракторы, многоцелевые колесные и гусеничные машины, наземные транспортно-технологические комплексы, мобильные роботы и планетоходы: учебник/под общ. Ред. Профессоров В. Белякова и Л. Палковича; Нижегородск. Гос.тех.ун-т. Р.Е.Алексеева. – Н. Новгород, 2012. – 475 с.
2. Лукьянчук А.Д., Капский Д.В. Безопасность транспортных средств — Минск: БНТУ, 2016. — 264 с.
3. Ломакин В.В. и др. Безопасность автотранспортных средств. Учебник для ВУЗов. — М.: МГТУ «МАМИ», 2011. — 299 с.

УДК 629.01

ПАРАМОНОВ В.В., МАЛЫГИН А.Л., ДУНАЕВ И.И., КУКУШКИН А.А.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ТИПА ДВИЖИТЕЛЯ ЛЕДОРЕЗНЫХ МАШИН

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

Дальнейшее освоение районов Сибири и Севера связано с созданием эффективной техники для разработки льда. Анализ существующих конструкций ледорезных машин (ЛРМ) показал их большое разнообразие как по видам рабочих органов, так и типам движителей.

При этом до настоящего времени отсутствуют научно-обоснованные рекомендации по выбору рациональных сочетаний движитель-рабочий орган.

В данной работе сделаны попытки анализа обоснования выбора типа движителя ЛРМ, оснащенной конкретным рабочим органом.

Приводятся усредненные значения усилия подачи для различных видов рабочих органов ЛРМ (дисковых, баровых, пальцевых фрез).

Представлены расчетные значения силы тяги ЛРМ оснащенных различными двигателями (колесный, гусеничный, роторно-винтовой).

Установлено, что роторно-винтовые двигатели обладают избыточным запасом тяги, в то время как колесные-его недостатком. Анализируются некоторые специфические свойства работы органов, которые предъявляют особые требования к выбору двигателей.

Рассмотрены вопросы влияния типа двигателя на безопасность проведения работ на ледовых акваториях.

Установлено, что предъявленные оценки не исчерпывают всего многообразия критериев и условий выбора двигателей ЛРМ, однако они вполне могут быть положены в основу методики выбора типа двигателя ледорезной машины с любым рабочим органом.

Публикация тезисов не является препятствием для опубликования материалов в других источниках.

УДК 62-2

ПУЛИН И.С., ПРИСАКАРЬ А.А.

МОТОР КОЛЕСО. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мотор колесо - это электродвигатель, который может быть установлен в колесе автомобиля, мотоцикла, велосипеда, а также в других транспортных средствах. Важно отметить, что различия в конструкции практически отсутствуют. Выполнен он на оси, что позволяет передавать тягу колесу без использования дополнительных вспомогательных элементов, таких как шестерни или цепь. Из этого вытекает самое главное преимущество –практически отсутствует трение и механические потери. Кроме того, коэффициент полезного действия (далее КПД) мотор колеса составляет около 95%.

Благодаря своей конструкции мотор колесо прекрасно вентилируется, и греется гораздо меньше, чем бензиновые аналоги двигателей. Помимо этого, практически нет пределов в плане мощности.

К неоспоримым преимуществам также можно отнести возможность мотора колеса генерировать энергии при накате и тем самым подзаряжать аккумуляторные батареи. Такая технология называется рекуперация.

Мотор колеса по конструкции бывают прямо приводные (безредукторные) и редукторные. Основное отличие в том, что редукторных двигателях в корпусе колеса установлены шестерни, которые отсутствуют в приводном типе. Как у первого, так и во второго варианте есть свои плюсы и минусы. Важно отметить, что первый тип имеет более высокую надежность, КПД и создает минимум шума.

По применению мотор колеса бывают для автомобиля, для велосипеда, для скутера и других подобных видов транспорта. Конструктивно они практически не отличаются.

Теперь стоит поговорить о преимуществах и недостатках данного типа электродвигателей.

Из преимуществ можно выделить:

- Простота в установке и обслуживании;
- Маленькие размеры электродвигателя и всего необходимого оборудования.
- Высокий КПД;
- Высокая надежность из-за простоты конструкции;
- Экологичность (отсутствуют какие-либо выбросы в атмосферу).

Однако помимо плюсов мотор колесо так же обладает и следующими недостатками:

- Высокая цена двигателя и необходимых элементов;
- Значительное увеличение веса транспортного из-за мотора, батарей и датчиков;
- Долгое время заряда аккумулятора;
- Периодическая замена аккумулятора после определенного числа циклов зарядки [1].

1. Электронный ресурс «Электровелосипед транспорт будущего» - URL <http://electrovelosiped.info/motor-koleso/> (дата обращения: 25.04.2019).

УДК 669

РОМАНОВ И.Д., МАКАРОВ В.С.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ СО СКРЫТЫМ БРОНИРОВАНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Зачастую при производстве машин со скрытым бронированием или модернизации бронетехники связанном со значительным увеличением массы транспортного средства все условия сосредотачиваются на обеспечении запаса прочности элементов подвески. Как показывает практика, при увеличении массы автомобиля почти в два раза, штатная тормозная система не справляется с возросшими на нее нагрузками.

Модернизация зачастую ограничивается установкой 4 и 6 поршневых суппортов, тормозных колодок повышенной термостойкости, армированных тормозных шлангов, замена тормозной жидкости на более высокотемпературную.

Очень часто замена тормозных колодок на более усиленные ведет к необходимости замены и тормозных дисков. Колодки с повышенным коэффициент трения, материал колодок-высокофрикционный порошок.

Проблема не только в том, чтобы при торможении перевести кинетическую энергию в тепловую, но и эффективно рассеять тепло. Для этого была исследована возможность применения для тормозного диска или барабана дисперсно-упроченного композиционного материала на основе алюминия, полученного внутренним окислением. В таблице 1 показана динамика нагрева образцов при длительном торможении.

Таблица 1. Динамика нагрева при длительном торможении

Сплав	Время испытания				
	30 сек	1 мин	2 мин	3 мин	5 мин
Давление 25 кг/см ²					
ДУКМ системы легирования Al-Si	86,3	117	147	153	150
СЧ 24	108	169	238,3	259	287
Давление 37,5 кг/см ²					
ДУКМ системы легирования Al-Si	97	124	146	*	160
СЧ 24	163	231	278	299	322
Давление 50 кг/см ²					
ДУКМ системы легирования Al-Si-Cu	89	126	147	*	160
ДУКМ системы легирования Al-Si	100	132	168	*	212
СЧ 24	197	255	315	338	351

* - проведено менее 5 замеров

Из представленных в таблице 1 данных следует что при длительном торможении, движение под уклон, тормозная система с использованием СЧ 24 обеспечивает меньший теплоотвод что вызывает «замыливание» и снижение эффективности тормозной системы. При этом материал с матрицей на основе системы легирования Al-Si-Cu обеспечивает более эффективный теплоотвод.

-
1. **Чернышов Е.А.**, Романов А.Д., Романова Е.А., Мыльников В.В. Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2017. № 4. С. 29-36.

УДК 656.13

РЫЖАКОВА А.Н

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТАРИФОВ НА ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях ускоренно развивающейся рыночной экономики, в которой главной целью является получение максимальной прибыли при минимальных затратах, не могла остаться незатронутой сфера транспортных услуг и ее система тарифообразования. Правильное формирование тарифов на работы и услуги, оказываемые автомобильным транспортом - задача достаточно сложная и нуждается в комплексном рассмотрении. Тарифообразование играет важную роль при осуществлении всех видов перевозок. С точки зрения перевозчика тарифы должны, в первую очередь, покрывать все транспортные издержки и обеспечивать максимальную прибыль, с учетом действующего налогового законодательства, а со стороны заказчика - минимизировать транспортные расходы, величина которых существенно сказывается на конечной стоимости реализации товара потребителю, исходя из этого при формировании тарифной политики должны учитываться интересы обеих вышеуказанных сторон.

Самостоятельная разработка и реализация тарифной политики даст возможность автотранспортным предприятиям гибко и оперативно реагировать на изменения как внутренней, так и внешней среды организации, что позволит им на основе разработанных методов формирования тарифов максимально эффективно осуществлять экономическое маневрирование и подстраиваться под условия изменяющейся внешней среды.

Как показывает практика, одним из существенных факторов, влияющих на выбор перевозчика, является стоимость перевозки. В условиях современной рыночной экономики, при наличии конкуренции, идет постоянная борьба за каждого клиента, которая также вносит свои коррективы в формирование транспортных тарифов.

На грузовых перевозках автомобильным транспортом на сегодняшний день применяются свободные тарифы, единого справочника тарифов на перевозку грузов автомобильным транспортом не существует. Единственным сектором, где тарифы подвержены косвенному контролю, являются перевозки в отдельных регионах товаров, реализуемых по фиксированным или ограниченным ценам (хлеб, молоко).

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что для эффективной работы транспортного предприятия в условиях свободного ценообразования необходимо наличие собственной системы тарифообразования, постоянная работа по корректировке тарифов и рациональное применение действующей тарифной системы в отношении конкретных грузополучателей с учетом их индивидуальных особенностей.

В настоящее время на кафедре «Автомобильный транспорт», совместно с транспортно-логистической компанией ООО «Веста», ведется работа по научному обоснованию тарифов и разработке оптимального метода образования тарифной системы на грузовые перевозки автомобильным транспортом. Результаты исследования будут представлены в следующих публикациях.

УДК 621.431.73

СКОБЕЛИН К.Н., КОРЧАЖКИН М.Г., ЗЕЛЕНЦОВ В.В., АРХИПОВ А.Н.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ВЫСОТЫ УСТАНОВКИ ВОЗДУХОЗАБОРНИКА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Запыленность атмосферы присутствует в большинстве климатических районов РФ. Наличие пыли во впускаемом воздухе негативно сказывается на показателях долговечности двигателей, т.к. конструкции воздушных фильтров не позволяют полностью сдерживать поступление мелкодисперсионных частиц в двигатель. Выбор размещения воздухозаборника системы впуска позволяет снизить количество пыли, поступающей в двигатели.

При движении автомобиля мощность сопротивления воздуха движению автомобиля N_w при обтекании кабины и воздухозаборника составляет:

$$N_w = \frac{C_{x_n} \cdot F_{V_a}^2}{3500 \cdot 1,36} \quad (1)$$

где:

N_w - мощность сопротивлению (т.е. мощность скоростного напора набегающего потока встречного воздуха); C_{x_n} - коэффициент обтекания для n -го элемента входного сечения окна воздухозаборника (m^2), расположенного снаружи кабины (капота); $F_{V_a}^2$ - площадь поперечного сечения для n -го элемента (m^2); V_a - скорость движения автомобиля относительно встречного потока воздуха.

Главный вектор сил давления потока \bar{P} на площадь контура воздухозаборного устройства для элемента df соответствует выражению:

$$\bar{P} = \oint p \bar{n} df \quad (2)$$

где:

$p \bar{n}$ - суммарный вектор сил давления потока на элемент сечения тела df .

Скоростному напору \vec{R} на входе в заходную часть воздухозаборника соответствует выражение:

$$\vec{R} = \oint \rho c_w \vec{c} df \quad (3)$$

где:

c_w - коэффициент аэродинамического сопротивления для элемента df ; ρ - плотность воздуха ($г/м^3$) в ламинарном потоке до встречи с препятствием, которое обтекает поток.

Коэффициент разности давлений составит \bar{P} :

$$\bar{P} = \frac{p - p_0}{\rho \cdot \frac{c^2}{2}} \quad (4)$$

где:

p - давление в потоке до препятствия; c - скорость обтекающего воздуха; $p \cdot \frac{c^2}{2}$ - динамическое давление потока обтекающего воздуха; p_0 - давление воздуха в свободном ламинарном потоке.

Степень турбулизации набегающего потока воздуха связанная с интенсивностью запыления для легковых и грузовых автомобилей капотной и бескапотной компоновки при обтекании кузова или кабины высотой от 1,8 до 3,8 м составила (%) от максимальной величины при высоте от уровня дороги:

0,4 м - 65%; 0,5 м - 70%; 1,0 м - 85%; 1,5 м - 100%;
1,8 м - 75%; 2,5 м - 55%; 3,0 м - 40%; 3,5 м - 30%; 3,8 м - 5%

Максимальная рекомендованная высота для установки воздухозаборников от уровня дороги на легковых автомобилях составляет 0,4...0,6 м до нижней кромки воздухозаборника от уровня дороги, тоже относится и к легким грузовикам с высотой крыши кабины до 2,2 м по выражению для потенциала $\bar{\Pi}$ турбулизации встречного потока воздуха (5).

$$\bar{\Pi} = \frac{1}{2a\sqrt{\pi \cdot t}} \cdot e^{-\frac{(\varepsilon-x)^2}{4a^2t}} \quad (5)$$

где:

$\bar{\Pi}$ - интенсивность турбулизации потока; x, ε - координаты начальных и конечных значений по оси x , направленной вдоль оси дороги и параллельной ее поверхности; a - свободный множитель (целое число); t - координата времени.

На основании зависимостей (1), (2), (3), (4) может быть рекомендована высота установки воздухозаборника двигателя грузового автомобиля от 1,8 до 2,5 м, для того чтобы вывести его из зоны интенсивного запыления и размещения воздухозаборного устройства за задней стенкой кабины автомобиля.

Для строительных дорожных и армейских автомобилей воздухозаборник двигателя следует располагать на высоте 3,5 м от уровня дороги или на крыше кабины.

При всех случаях при выборе места для воздухозаборника двигателя автомобиля следует предпочитать зоны «ветровой тени кабины автомобиля» вне участков запыления обтекающего кабину воздуха.

Библиографический список

1. **Кузьмин, Н.А.** Теория эксплуатационных свойств автомобилей: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин, В.И. Песков. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2013. – 256 с
2. **Зеленцов, В.В.** «Увеличение ресурса силового агрегата автомобиля при ремонте» учебное пособие / В.В. Зеленцов. – ГПИ Горький, 1983 - 65 с.
3. **Корчажкин, М.Г.** Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов / М.Г. Корчажкин, Н.А. Кузьмин, А.Д. Кустиков. – Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012, №4 (97). – с. 168-174.

УДК 656.13

СКРЫЛЕВА В.А., ЛИПЕНКОВ А.В.

ПРОБЛЕМА ГОРОДСКИХ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ Г. Н. НОВГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нижний Новгород является крупнейшим городом всего Приволжского Федерального округа. На сегодняшний момент общая численность населения Нижнего Новгорода на 2019 год составляет примерно 1 260 000 человек. Данная цифра увеличивается с каждым годом, что говорит о стабильном приросте местного населения. Сейчас у каждого второго жителя Нижнего Новгорода имеется личный автотранспорт.

В настоящее время улицы города сильно загружены автомобилями, еще через пять лет город может намертво стать в пробках. Единственное спасение - развитие общественного транспорта. Чтобы составить конкуренцию личным автомобилям, он должен быть быстрым

или отвечать возрастающим потребностям жителей Нижнего Новгорода. В связи с этим перед городом стоит важная задача - развитие общественного транспорта.

Автобусная остановка — это неотъемлемая часть и важная составляющая дорожно-транспортной системы города. Тематикой остановочных пунктов (ОП) занималось большое количество ученых таких как: Липенков А.В., Ефремов И.С., Зедгенизов А.В., Ларин О.Н, Спирин И.С., Якунин Н.Н. и многие другие [1].

Некоторые из ученых, в частности, Липенков А. В. [1], уделяют большое внимание пропускной способности и длине ОП, не рассматривая другие геометрические параметры. Характеристика данных величин также была затронута в исследовательских работах, но до сих пор считается недостаточно изученной. Существует большой разброс в значениях параметров, таких как: длина заездной части кармана, длина выездной части кармана, длина одного места, длина основной части ОП, длина кармана, глубина кармана, общая длина ОП [1]. Вследствие чего сложно выбрать аргументированное и обоснованное значение. Более того, не все геометрические параметры были подвергнуты научному рассмотрению. Например, предельные значения периметра ОП, откуда возможно строительство частных заведений. Порой трудно определить, где начинается и заканчивается ОП.

На наиболее загруженном участке – автобусная остановка “Тоннель Московского вокзала” – проведен эксперимент. В дальнейшем будет осуществляться анализ извлеченных данных. В рамках данного исследования ведется разработка проекта организации дорожного движения, опираясь на нормативные документы, существующий пассажиропоток, пропускную способность остановочного пункта, пожелания пассажиров, с ориентиром на удобство и безопасность. Проект организации дорожного движения поможет снизить количество ДТП на остановке и позволит разработать организацию движения и безопасный подъезд автобусов на ОП. Это даст возможность пассажирам, не подвергая себя опасности, совершать посадку и высадку на общественном транспорте. Результаты проведенной работы будут представлены в следующих публикациях.

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.

УДК 629.113

УСТЮЖАНИН Н.В., ДУНАЕВ И.Е., СЕЗЕНЕВ Т.В., НИКАНДРОВ И.С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ МАССЫ ТОРОСА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ

Изучены коэффициенты трения снежно-ледовой измельченной массы с долей снега 0,2 – 0,8 с помощью прибора Дженикс.

Определены коэффициенты бокового давления (ξ), коэффициенты внутреннего трения ($\mu_{вн}$) и коэффициенты трения по стали (μ_c) для снега и снежно-ледовой массы.

Предположены уравнения их расчета на ЭВМ:

$$\begin{aligned}\xi &= \xi^0(1+0,009t+0,135\rho/\rho_0) \\ \mu_{вн} &= \mu_{вн}^0(1-0,055t+0,068\rho/\rho_0) \\ \mu_c &= \mu_c^0(1+0,06t-0,011\rho/\rho_0)\end{aligned}$$

где ξ^0 , $\mu_{вн}^0$, μ_c^0 – коэффициенты для температуры минус 2 °С соответственно равные 0,35, 0,29 и 0,18;

ρ_0 – плотность свежеснегавшего снега равная 120 кг/м³;

ρ – плотность исследуемого образца.

Уравнения позволяют рассчитывать свойства снега для необходимых температур выпадения осадка.

Получены уравнения для расчета свойств снежно-ледовой массы. Значения коэффициентов бокового давления рекомендовано определять по уравнению для снега

$$\mu_{вн} = \mu_{вн}^0 (1 - 0,06t + 0,09\rho/\rho_0)$$
$$\mu_c = \mu_c^0 (1 + 0,025t - 0,02\rho/\rho_0)$$

Полученные уравнения пригодны для использования в системе САПР режущих и транспортирующих органов планировщиков ледовых трасс.

УДК 629.1-47

ШАДРИН А.О., КУКЛИНА И.Г., МОРДОВИНА С.К.

ПОДГОТОВКА ЦЕХА ДЛЯ РЕМОНТА СПЕЦАВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский промышленно-технологический техникум
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Необходимость наличия транспортных средств специального назначения, способных производить спасение людей в труднодоступных районах России трудно переоценить. Автомобильный транспорт принимает участие во всех регионах необъятной страны. Настоящие исследования посвящены разработке станции технического обслуживания и ремонта роторно-винтовых машин (РВМ), осуществляющих спасение людей при техногенных авариях на нефтедобывающих станциях, располагающихся на территории шельфа северных морей России.

В данном случае явное преимущество по сравнению с другими видами транспорта у машины, движителями которой являются шнеки: роторно-винтовая машина не содержит элементов, способных оплавиться или сгореть при пожаре, она является амфибией (то есть, при образовании полыньи РВМ останется на плаву), является снегоболотоходом [1]. Но, если предприятие оснащено таким видом техники, то соответственно, появляется необходимость обеспечения специализированной ремонтной зоной, оснащенной не только запасными частями, но и подъемными механизмами для обслуживания подвески роторов.

Так как РВМ в данном случае рассматривается как спасательное средство, значит необходимость поддержки ее в технически работоспособном и исправном состоянии в течение всего срока существования предприятия является стратегической задачей. Следовательно, встает необходимость разработки системы технического обслуживания в плановом порядке и принудительно после возникновения нештатной ситуации [2]. Профилактические осмотры и ремонты необходимы для предупреждения возникновения неисправностей и уменьшения интенсивности износа агрегатов машины.

В предложенном изыскании представлена производственная деятельность отдела на предприятии нефтедобычи для централизованного обслуживания двух роторно-винтовых машин, предназначенных для срочной эвакуации персонала в случае возникновения аварийной ситуации. Отдел должен быть оснащен цехом для наружной мойки, цехом разборки агрегатов, очистки и обезжиривания деталей, отделами для испытания и окраски деталей, отделениями по ремонту электрооборудования, гидро- и пневмооборудования.

Проект полностью подготовленного и оснащенного оборудованием подразделения на предприятии для плановой и экстренной подготовки роторно-винтовой машины к выполнению задач спасения людей - цель выполненной творческой работы [3].

Библиографический список

1. Гордеев Б.А., Куклина И.Г. Автоматизированная диагностика элементов машин // Журнал «Автоматизация в промышленности» №3 2010

2. **Розенберг Д.**, Скотт К. Применение объектного моделирования с использованием UML и анализ прецедентов.: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 160 с.
3. **Куклина И.Г.** Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской. Журнал Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. № 9 2011г.

УДК 004.434

ШЕСТАКОВА А.С., ПИЧУГИН А.В., ВИХРЕНКО А.Н.

СРАВНИТЕЛЬНЫХ АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ РАСЧЕТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Актуальность темы статьи определяется ее направленностью на решение крупной проблемы: повышение автоматизационных качеств специальных расчетных процессов и разработки методик информационных оптимизационных решений при выполнении транспортных задач. Рассматриваются программные продукты Excel, Matcad и VB [1].

Целью изысканий авторов статьи является разработка методологии сравнительного анализа применения различных программных продуктов для решения стандартных математических задач оптимизации. При исследовании информационных операций и процессов, протекающих в экономике и технике, часто возникает необходимость определения экстремума целевой функции в определенной области параметрического пространства. Обобщенная математическая и лингвистическая запись оптимизационных проблем, тем не менее, имеет большое разнообразие алгоритмических решений, возникающих из-за вводимых ограничений.

$$\begin{aligned} & \text{ORIGIN} := 1 \\ & n := 3 \quad m := 4 \quad j := 1..n \quad i := 1..m \\ & i_j := 1 \quad i_i := 1 \\ & c := \begin{pmatrix} 1 & 7 & 9 & 5 \\ 4 & 2 & 6 & 8 \\ 3 & 8 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad a := \begin{pmatrix} 120 \\ 280 \\ 160 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 130 \\ 220 \\ 160 \\ 50 \end{pmatrix} \\ & f(x) := \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (c_{i,j} \cdot x_{i,j}) \\ & x_{m,n} := 0 \\ & \text{Given} \\ & x \cdot t = a \quad x^T \cdot 1 = b \quad x \geq 0 \\ & x := \text{Minimize}(f, x) = \begin{pmatrix} 120 & 0 & 0 & 0 \\ 10 & 220 & 50 & 0 \\ 0 & 0 & 110 & 50 \end{pmatrix} \\ & f(x) = 1110 \end{aligned}$$

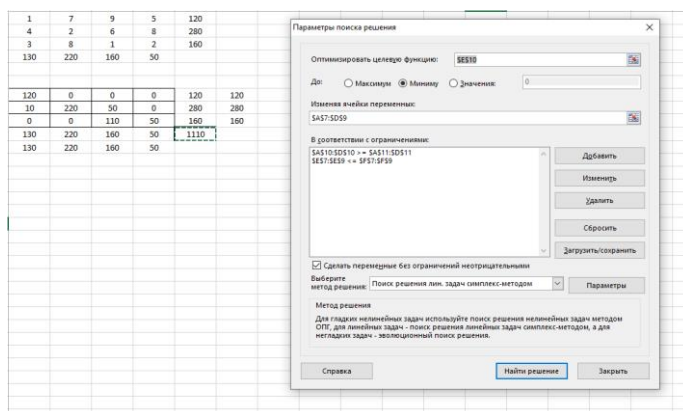


Рис. 1 - Решение транспортной задачи при помощи MathCAD и Excel

При исследовании плюсов и минусов решения в разных редакторах следует отметить, что дружественный интерфейс MathCAD значительно выигрывает в сравнительном анализе у Excel [2], но в то же время работа функционального блока "Поиск решения" в значительной степени определяет и объясняет математическую проблематику при выполнении задания студентами.

Библиографический список

1. **Kuklina I.G.** Application of unified modeling language for solving engineering // materials of the international scientific practical conference, Taraz, may 30-31, 2013 / publishing office "Development of applied mathematics". - Taraz, Kazakhstan, 2013. – 133 p. ISBN 9965-889-46-5
2. **Куклина И.Г.**, Мордовина С.К. Применение Computer Aided Soft Ware Engineering технологий в учебном процессе. Материалы Всероссийской научно-методической конференции "Инновационные технологии в образовательной деятельности" НГТУ 2018г. - 231 стр.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ НИЖНИЙ НОВГОРОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Общественный транспорт, на сегодняшний день, является одной из важнейших составляющих элементов в транспортной инфраструктуре в условиях городской среды.

На данный момент муниципальный городской транспорт – это сложная многоуровневая сеть, имеющая собственную систему функционального набора, призванную учитывать предпочтения, как и людей, непосредственно разрабатывающих данную общественную сеть, так и обычных граждан, с целью соблюдения таких параметров, как: экологическая лояльность, экономической целесообразность и удобства и комфорт. Данные параметры соблюдаются при помощи нескольких факторов, непосредственно являющихся эталонными в контексте формирования правильно-функционирующей среды общественного транспорта в городских условиях, а именно:

- релевантность применения решений;
- универсальность данных применений;
- соответствие требованиям ГОСТов, соблюдение Правил Дорожного Движения, а также федеральных законов Российской Федерации, непосредственно касающихся сферы общественного транспорта.

При этом, одними из первостепенных проблем городского общественного транспорта являются:

- ненадлежащий уровень обновления подвижного состава и городского парка в целом;
- изрядная изношенность в результате окончания срока эксплуатации.

В итоге, мы можем заметить, что увеличивается количество ремонтных работ на подвижном составе, снижаются параметры безопасности пассажиров и понижается степень технической эффективности и надежности.

На данный момент, как и пассажиры, так и водители ТС в современных условиях движения испытывают временные потери, по причине появления транспортных заторов и наличия низкой скорости движения в часы пик, из-за отсутствия мобильной и перманентно обновляемой транспортной городской среды.

Для уменьшения транспортных заторов и повышения качества обслуживания общественного транспорта следует принять:

- обустройство остановочных пунктов в соответствии с требованиями действующей нормативной документации;
- организации выделенных полос для движения городского маршрутного транспорта;
- создание транспортно-пересадочных узлов и перехватывающих парковок.

При этом одним из передовых решений поставленных задач может послужить сокращение изрядного количества автобусных карманов. Это необходимо сделать по следующим причинам:

- создается труднодоступный выезд из кармана для муниципального общественного транспорта, по причине отсутствия соблюдения правил ПДД остальными водителями, обязанными пропускать городской транспорт;
- формируется повышение уровня аварийности в районе наличия кармана.

Из вышеописанного предлагается внедрять «антикарманы» - расширение тротуарной части в районе дорожной полосы. «Антикарман» позволит беспрепятственно осуществлять подъезд городского транспорта к тротуару, не создавая аварийных ситуаций и соблюдая параметры безопасности.

Неотъемлемой частью является совершенствование маршрутной транспортной сети города. Для улучшения состояния сети необходимо снизить степени дублирования схем движения городского общественного транспорта, грамотное формирование схем движения общественного транспорта с учетом объезда напряженных участков и участков с затрудненным проездом, обеспечение оптимальным количеством транспортных средств на маршрутах исходя из пассажиропотока.

Отдельного внимания заслуживает внедрение современных информационных технологий на городском пассажирском транспорте, которое включает в себя следующие направления: внедрение современных сетевых систем распространения информации о параметрах работы городского пассажирского транспорта (электронные информационные табло на остановочных пунктах и в салонах транспортных средств), внедрение программных комплексов по определению оптимальных технологических параметров работы пассажирского маршрутного транспорта, опирающихся на постоянно обновляемую базу данных о параметрах пассажиропотоков и о средних скоростях движения транспортных средств на участках городской маршрутной сети.

Автотракторные двигатели внутреннего сгорания

УДК 621.432.2

БУЗИКОВ Ш.В.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ДИЗЕЛЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В рамках гипотезы улучшения эксплуатационных показателей тракторного дизеля путем эффективности и интенсификации применения альтернативных топлив в тракторных дизелях предполагается рассмотрение способов воздействия на альтернативные топлива при их подаче в дизель.

Известно, что при использовании смесевых топлив в дизелях за счет снижения нижней расчетной теплоты сгорания необходима ее компенсация в виде увеличения цикловой подачи топлива, путем увеличения активного хода плунжера [1-3]. У дизеля с топливным насосом высокого давления (ТНВД) ввод теплоты и ее выделение определяется характеристикой впрыскивания. В связи с этим увеличение цикловой подачи топлива повлечет «заваживание» процесса сгорания за ВМТ (верхняя мертвая точка) [3].

В настоящее время исследованы различные способы интенсификации рабочих процессов в дизеле. Среди них применение свечей зажигания, использование свечей накаливания, установка жаропрочных вставок, керамическое напыление на стенки камеры сгорания (КС), турбулизация заряда, использование калильных тел, применение присадок к топливу, использование альтернативных топлив, а также комбинированные способы [4, 5].

Известно, что для нормальной работы дизеля необходима температура заряда в конце такта сжатия около 623 К, а также высокая степень дисперсии распыленного форсункой топлива. При этом диаметр капли должен составлять не более 40 мкм, должны иметь место минимальные потери теплоты воздушного заряда в период нагрева, испарения и перегрева паров впрыснутого в камеру сгорания топлива [1].

При впрыскивании капли смесового топлива удовлетворительно распределяются по всему объему камеры сгорания дизеля. Но из-за низкой концентрации смесового топлива в объеме свежего воздуха переход от предпламенных окислительных процессов к саморазгоняющимся реакциям идет медленно. В это же самое время приток теплоты от наиболее отдаленных участков воздушного заряда к топливным факелам несколько затруднен [6-9].

Для устранения вышеперечисленных негативных процессов в дизеле необходимо снизить до минимума объем накопленных паров смесового топлива в камере сгорания от момента подачи до момента его самовоспламенения.

Поэтому основной целью настоящей работы является улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля путем интенсификации процессов впрыскивания, распыливания, смесеобразования и сгорания при применении альтернативных топлив в дизелях.

В рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между Вятским государственным университетом (ВятГУ) и Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (БГСХА) проводятся исследования по интенсификации рабочих процессов в дизеле работающего на смесевых топливах [2, 6-12]. Для достижения данной цели поставлены следующие задачи исследований:

1. Исследовать виды и способы интенсификации процессов впрыскивания, распыливания, смесеобразования и сгорания альтернативных топлив в дизеле.
2. Разработать критерий оценки уровня интенсификации рабочих процессов в дизеле при работе на альтернативных топливах.
3. Найти показатели процессов топливоподачи, впрыскивания, распыливания, смесеобразования и сгорания в дизеле оказывающих влияние на определение уровня интенсификации при использовании альтернативных топлив.
4. Определить оптимальные способы интенсификации рабочих процессов максимально улучшающих эффективные и экологические показатели работы дизеля при использовании альтернативных топлив.
5. Определить оптимальные конструктивно-технологические параметры работы системы питания при интенсификации рабочих процессов тракторного дизеля при подаче альтернативных топлив.
6. Провести экспериментальные исследования дизеля и полевые испытания трактора на альтернативных топливах при интенсификации рабочих процессов.

Библиографический список

1. Камфер Г.М., Плотников С.А. Математическое моделирование процесса сгорания спиртосодержащего топлива в дизеле. Киров. Типография "Avangard". 2005. 106 с.
2. Бузиков Ш.В. Влияние начальной температуры топлива на характеристики топливоподачи и период задержки воспламенения в дизеле / Scientific-methodical electronic journal «Concept». 2014. № S10. С. 6–10.
3. Плотников С.А., Черемисинов П.Н. Недостатки применения топлив на основе рапсового масла в дизельных двигателях / Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice, Сб. науч. тр. по мат. заоч. науч.-практ. конф. Воронеж. Научная книга. 2015. № 4. Ч. 1 (15-1). С. 97-101.
4. Плотников С.А. Создание новых альтернативных топлив / Scientific-methodical electronic journal «Concept». 2014. № S10. С. 26–30.
5. Ширлин И.И. О возможности совершенствования камеры сгорания дизеля с целью сокращения периода задержки воспламенения / Вест. СибАДИ. 2004. Вып. 1. С. 85-87.
6. Плотников С.А., Бузиков Ш.В., Бирюков А.Л. Анализ процесса сгорания и тепловыделения тракторного дизеля с предварительной термической подготовкой топлива / Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 3 (27). С. 114-124.
7. Бузиков Ш.В., Атаманюк В.Ф. Анализ способов снижения периода задержки воспламенения / В сборнике: ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ (НПК-2016) Сборник статей 2-е издание, исправленное и дополненное. Вятский государственный университет. 2016. С. 1427-1431.
8. Бузиков Ш.В., Атаманюк В.Ф. Теоретические исследования влияния начальной температуры топлива на топливоподачу в дизеле / В сборнике: ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ (НПК-2016) Сборник статей 2-е издание, исправленное и дополненное. Вятский государственный университет. 2016. С. 1437-1442.
9. Бузиков Ш.В., Атаманюк В.Ф. Влияние начальной температуры топлива на характеристики топливоподачи и период задержки воспламенения в дизеле / В сборнике: ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ (НПК-2016) Сборник статей 2-е издание, исправленное и дополненное. Вятский государственный университет. 2016. С. 1443-1448.
10. Плотников С.А., Бузиков Ш.В., Атаманюк В.Ф. Исследование показателей работы дизеля с термофорсированием / Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2015. № 2 (2). С. 39-44.
11. Плотников С.А., Бузиков Ш.В., Атаманюк В.Ф. Исследование процесса сгорания и тепловыделения дизеля с термофорсированием / Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 7. С. 25-27.
12. Плотников С.А., Бузиков Ш.В., Атаманюк В.Ф. Прогнозирование процессов воспламенения и сгорания нагретого топлива в дизеле / В сборнике: Проблемы интенсификации животноводства с учетом пространственной инфраструктуры сельского хозяйства и охраны окружающей среды Под научной редакцией проф. докт. Вацлава Романюка. Фаленты-Варшава, 2012. С. 216-220.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЯХ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В рамках гипотезы улучшения эксплуатационных показателей тракторного дизеля путем эффективности и интенсификации применения альтернативных топлив в тракторных дизелях предполагается рассмотрение использования растительных масел в качестве моторного топлива.

В данный момент времени все более актуальным становится поиск альтернативы нефтяному топливу. Предпочтение отдается возобновляемым источникам энергии – топливам растительного происхождения, а именно маслам, которые наиболее полно удовлетворяют эксплуатационным требованиям, предъявляемым к дизелям [1-5].

Низкая испаряемость и высокая вязкость растительных масел исключают их использование в искровых двигателях, однако, они могут успешно применяться в качестве топлив для дизельных двигателей [6]. Температура самовоспламенения масел составляет порядка 280-320°С, что совсем немного превышает показатели дизельных топлив. В составе растительных масел достаточно большое количество кислорода (8-12 %), что приводит к некоторому снижению их теплоты сгорания [1-6]. Использование растительных масел в чистом виде в качестве топлив для дизелей сдерживается повышенным нагарообразованием, увеличению которого способствует наличие в маслах смолистых веществ [6, 8]. Распад перекисных соединений сопровождается выделением части энергии топлива 10-15 % и появлением слабого свечения при температуре 200-400°С. Чем легче и быстрее окисляются углеводороды, входящие в состав топлива, образуется большее количество неустойчивых кислородосодержащих веществ, тем устойчивее и лучше работа двигателя, ниже температура воспламенения топлива и короче период задержки воспламенения [6]. Цетановое число позволяет судить о степени самовоспламеняемости топлив. Численное значение цетанового числа зависит от химической структуры топлива и качества его смесеобразования [6, 9]. Вязкость оказывает существенное влияние на пусковые свойства [3]. При значительном повышении вязкости нарушается нормальная работа топливоподающей аппаратуры [3, 6, 8, 9]. Чем выше значение вязкости при 20°С, тем сильнее происходят изменения при понижении температуры [6].

Поэтому основной целью настоящей работы является улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля путем определения оптимальных способов подачи, видов и сортов растительных масел, применяемых в качестве топлива.

На протяжении нескольких лет в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между Вятским государственным университетом (ВятГУ) и Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (БГСХА) исследуется применение растительных масел как в чистом виде, так и в смеси с дизельным топливом [8, 9]. Для достижения данной цели поставлены следующие задачи исследований:

7. Исследовать физико-химические свойства растительных масел и их смесей с дизельным топливом.
8. Разработать критерий оценки эффективности применения видов растительных масел в дизелях.
9. Определить оптимальные способы подачи растительных масел в дизель.
10. Найти оптимальные составы топлив с добавками растительных масел максимально улучшающих эффективные и экологические показатели работы дизеля.
11. Выявить показатели процессов топливоподачи, впрыскивания, распыливания, смесеобразования и сгорания в дизеле оказывающих влияние на определение оптимальных способов подачи, видов и сортов растительных масел.

12. Определить оптимальные конструктивно-технологические параметры работы системы питания тракторного дизеля при подаче растительных масел.

13. Провести экспериментальные исследования дизеля и полевые испытания трактора на топливах с добавками растительных масел.

Библиографический список

1. Получение биодизельного топлива из растительных масел / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, К.С. Малахов // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 12. С. 58-60.
2. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова, К.С. Малахов, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2009. № 10(24). С. 55-60.
3. Результаты испытаний и перспективы эксплуатации дизелей на биотопливе / С.А. Нагорнов, В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, А.П. Ликсутина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 136 с.
4. **Зазуля А.Н.**, Нагорнов С.А., Бодягина С.В. Особенности фракционного состава биодизельного топлива // Техника в сельском хозяйстве. 2010. №5. С. 20-23.
5. Определение состава смесового топлива / С.В. Романцова, С.А. Нагорнов, В.А. Гаврилова, Н.Г. Конькова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 1. С. 28-29.
6. **Кочеткова Е.А.**, Козляков В.В. Использование растительных масел в качестве топлив для дизельных двигателей // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 5 (69), 2016 г.
7. **Гусаков С.В.** Перспективы применения в дизелях альтернативных топлив из возобновляемых источников. М.: изд-во РУДН, 2008. 318 с.
8. **Плотников С.А.**, Бузиков Ш.В., Козлов И.С. Разработка методики исследования применимости растительных масел в качестве альтернативного топлива для дизелей - В сборнике: ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) сборник статей. Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция. Вятский государственный университет. 2017. С. 1800-1807.
9. **Плотников С.А.**, Бузиков Ш.В., Козлов И.С. Исследование моторных свойств рапсового масла. – В сборнике: ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) сборник статей. Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция. Вятский государственный университет. 2017. С. 1808-1816.

УДК 621.432.2

БУЗИКОВ Ш.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПИРТОВ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЯХ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В рамках гипотезы улучшения эксплуатационных показателей тракторного дизеля путем эффективности и интенсификации применения альтернативных топлив в тракторных дизелях предполагается рассмотрение использования спиртов в качестве моторного топлива.

Применение спиртов, получаемых из возобновляемой растительной биомассы, имеет ряд бесспорных преимуществ [1-4]. Среди которых наличие в молекулах атомов кислорода, позволяющих заметно улучшить экологические показатели дизеля [5].

Трудности применения спиртов вызваны их физико-химическими свойствами [3]. Низкая воспламеняемость спиртов, однако с ростом числа атомов углерода в молекуле цетановое число спиртов возрастает [6-8]. В связи с чем применение низших спиртов в чистом виде требует конструктивных мероприятий, обеспечивающих воспламенение спиртов в цилиндре дизеля. Высокая испаряемость вынуждает предусматривать ликвидацию паровых пробок в системе питания [6-8]. Большая скрытая теплота парообразования вызывает локальное понижение температуры смеси в цилиндре [6-8]. Низкая вязкость обуславливает изменение геометрии факела распыла, увеличение подтекания через форсунки и плунжерные пары, ухудшение условий смазки плунжерной пары, в связи с чем могут происходить прихваты и задиры [6-8]. Меньшая теплота сгорания вызывает необходимость увеличения объе-

ма цикловой подачи, что потребует изменения регулировок топливной аппаратуры [6-8]. При работе дизелей на спиртах, в результате большего содержания кислорода в спиртовом топливе дымность и токсичность гораздо ниже [6-8]. Процесс сгорания, экономичность и мощностные показатели в этом случае сильно зависят от способа подачи спиртового топлива.

Применяют различные способы организации работы дизелей на спиртовых топливах. Спирт может впрыскиваться в чистом виде или в смеси с дизельным топливом непосредственно в цилиндры дизеля, подаваться во впускной трубопровод в жидкой фазе или в виде пара [3, 4]. Используют также непосредственную подачу спирта в камеру сгорания в виде эмульсии с дизельным топливом [6, 7].

Поэтому основной целью настоящей работы является улучшение эксплуатационных показателей тракторного дизеля путем определения оптимальных способов подачи, видов и составов спиртов, применяемых в качестве топлива.

Длительное время в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между Вятским государственным университетом (ВятГУ) и Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (БГСХА) исследуется применение спиртов в смеси с дизельным топливом [8-11]. Для достижения данной цели поставлены следующие задачи исследований:

14. Исследовать физико-химические свойства спиртов и их смесей с дизельным топливом.
15. Разработать критерий оценки эффективности применения видов спиртов в дизелях.
16. Определить оптимальные способы подачи спиртов в дизель.
17. Найти оптимальные составы спиртосодержащих топлив максимально улучшающих эффективные и экологические показатели работы дизеля.
18. Выявить показатели процессов топливоподачи, впрыскивания, распыливания, смесеобразования и сгорания в дизеле оказывающих влияние на определение оптимальных способов подачи, видов и составов спиртов.
19. Определить оптимальные конструктивно-технологические параметры работы системы питания тракторного дизеля при подаче спиртов.
20. Провести экспериментальные исследования дизеля и полевые испытания трактора на спиртосодержащем топливе.

Библиографический список

1. **Ерохов В.И.**, Одиноква И.В. Применение спиртов в бензиновых двигателях и дизелях // Материалы международной научно-технической конференции «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ» С. 106-115.
2. Опыт и перспективы применения биоэтанольных топлив / Ершов В.Е., Трифонова Е.В., Хабибуллин И.Ф., Емельянов В.Е. // Нефтепереработка и нефтехимия. 2014. №12. С. 33-37.
3. **Льотко В.**, Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. Москва. Изд-во МАДИ (ТУ). 2000. 311 с.
4. **Александров А.А.**, Марков В.А., Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания. Москва. ООО НИЦ «Инженер». ООО «Онико-М». 2012. 719 с.
5. **Марков В.А.**, Вальехо М.П.Р., Бирюков В.В. Спиртовые топлива для дизельных двигателей // Известия вузов. Машиностроение. 2015. №11 668 с.
6. **Гущин С.Н.**, Плотников С.А. Улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей применением спиртосодержащих топлив. - Киров, ООО "Мини-типография Авангард", 2003 - 162 с.
7. **Камфер Г.М.**, Плотников С.А. Математическое моделирование процесса сгорания спиртосодержащего топлива в дизеле. - Киров, ООО Типография "Авангард", 2005 - 106 с.
8. Влияние добавки этанола к воздуху на эффективные показатели тракторного дизеля / Карташевич А.Н., Гурков Г.Н., Плотников С.А., Бузиков Ш.В. // Двигателестроение. 2012. № 1 (247). С. 44-47.
9. **Бузиков Ш.В.** Оценка влияния добавок спирта на токсичность и дымность отработавших газов дизеля // В сборнике: Общество, наука, инновации (НПК - 2014) Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция: сборник материалов: общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ. Вятский государственный университет. 2014. С. 1636-1640.
10. **Бузиков Ш.В.** Влияния добавления низших спиртов в моторное топливо на токсичность и дымность отработавших газов дизеля // В сборнике: Общество, наука, инновации (НПК - 2015) Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция: Сборник материалов: Общеуниверситетская секция, БФ,

ХФ, ФСА, ФАМ, ЭТФ, ФАВТ, ФПМТ, ФЭМ, ФГСН, ЮФ. ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет». 2015. С. 395-398.

11. Бузиков Ш.В. Анализ свойств жидких этанолсодержащих топлив // В сборнике: ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ (НПК-2016) Сборник статей 2-е издание, исправленное и дополненное. Вятский государственный университет. 2016. С. 1406-1411.

УДК 621.432.2

БУЗИКОВ Ш.В. КОЗЛОВ И.С.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЕМ РАПСОВОГО МАСЛА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В настоящее время все более актуальным становится определение альтернативных топлив на замену традиционному нефтяному. Наиболее широко применяемым являются возобновляемые источники энергии – топлива растительного происхождения, а именно масла, которые наибольшей мере удовлетворяют эксплуатационным требованиям, предъявляемым к дизелям, в частности рапсовое масло [1-5].

Достаточно высокая вязкость, а также низкая испаряемость рапсового масла затрудняет его применение в искровых двигателях, но оно может применяться в дизелях [6]. У рапсового масла температура самовоспламенения незначительно превышает дизельное топливо. В составе рапсового масла присутствует кислород (10-14 %), это обстоятельство ведет к снижению их низшей расчетной теплоты сгорания [1-6]. Применение чистого рапсового масла в качестве топлива для дизелей осложняется повышенным нагарообразованием из-за наличия в нем смолистых веществ [6, 8]. Вязкость в данном случае оказывает значительное влияние на пусковые свойства дизеля [3]. При некотором повышении вязкости нарушается нормальная работа топливоподающей аппаратуры [3, 6, 8, 9]. Чем выше значение вязкости при 20°C, тем сильнее происходят изменения при понижении температуры [6].

Основной целью настоящей работы является улучшение эксплуатационных показателей тракторных дизелей путем применения рапсового масла в качестве топлива.

В рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между Вятским государственным университетом (ВятГУ) и Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (БГСХА) исследуется применение рапсового масла как в чистом виде, так и в смеси с дизельным топливом [8, 9]. На сегодняшний день проведен хроматографический анализ жирнокислотного состава образцов применяемых рапсовых масел, определены тип марка и концентрация присадки целенаправленного действия для снижения вязкости смесового топлива, определены характеристики работы топливоподающей аппаратуры, а также регулировочные и скоростные характеристики дизеля. Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Теоретически обосновать состав смесового топлива.
2. Определить конструктивно-технологические параметры и схему работы системы питания тракторного дизеля при подаче рапсового масла.
3. Получить нагрузочные характеристики дизеля.
4. Провести экспериментальные исследования дизеля и полевые испытания трактора на топливах с добавками рапсового масла.

Библиографический список

1. Получение биодизельного топлива из растительных масел / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, К.С. Малахов // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 12. С. 58-60.
2. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова, К.С. Малахов, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2009. № 10(24). С. 55-60.

3. Результаты испытаний и перспективы эксплуатации дизелей на биотопливе / С.А. Нагорнов, В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, А.П. Ликсутина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 136 с.
4. **Зазуля А.Н.**, Нагорнов С.А., Бодягина С.В. Особенности фракционного состава биодизельного топлива // Техника в сельском хозяйстве. 2010. №5. С. 20-23.
5. Определение состава смесового топлива / С.В. Романцова, С.А. Нагорнов, В.А. Гаврилова, Н.Г. Конькова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 1. С. 28-29.
6. **Кочеткова Е.А.**, Козляков В.В. Использование растительных масел в качестве топлив для дизельных двигателей // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 5 (69), 2016 г.
7. **Гусаков С.В.** Перспективы применения в дизелях альтернативных топлив из возобновляемых источников. М.: изд-во РУДН, 2008. 318 с.
8. **Плотников С.А.**, Бузиков Ш.В., Козлов И.С. Разработка методики исследования применимости растительных масел в качестве альтернативного топлива для дизелей - В сборнике: ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) сборник статей. Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция. Вятский государственный университет. 2017. С. 1800-1807.
9. **Плотников С.А.**, Бузиков Ш.В., Козлов И.С. Исследование моторных свойств рапсового масла. – В сборнике: ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2017) сборник статей. Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция. Вятский государственный университет. 2017. С. 1808-1816.

УДК 621.432.2

БУЗИКОВ Ш.В., КОЗЛОВ И.С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА СМЕСИ С ДОБАВКАМИ РАПСОВОГО МАСЛА

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Одним из видов моторного топлива может являться рапсовое масло [1, 2]. Его применение позволяет удовлетворить потребности в энергии без ущерба окружающей среде [1, 2]. Рапсовое масло – это масло, полученное из рапса путем прессования или прямого отжима, химически не модифицированное [1, 2].

Основными свойствами рапсового масла являются плотность, кинематическая и динамическая вязкость, поверхностное натяжение и содержание химически связанного молекулярного кислорода [1, 3, 4, 5]. Наличие кислорода обеспечивает полное сгорание топлива и снижает содержание сажи в отработавших газах дизеля [6].

С целью определения нагрузочных характеристик тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 при частоте вращения коленчатого вала двигателя соответствующему максимальному крутящему моменту $n=1400 \text{ мин}^{-1}$ и номинальной мощности $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ при его работе на смеси с добавками рапсового масла проведены сравнительные стендовые испытания.

Исследования проведены на чистом дизельном топливе (ДТ), ДТ с добавкой 20% и 55% рапсового масла (РМ).

Анализ результатов на номинальной мощности при $n=1800 \text{ мин}^{-1}$ показал, что при снижении нагрузки с 1,0 до 0,2 МПа и увеличении содержания рапсового масла до 55 % в топливной смеси эффективный КПД η_e уменьшился с 37% до 14%, удельный g_e и часовой G_T расходы топлива увеличились с 228 до 611 г/кВт·ч и с 5,3 до 17,6 кг/ч соответственно. Значение эффективной мощности N_e и крутящего момента $M_{кр}$ в зависимости от концентрации рапсового масла в смеси изменились незначительно.

Анализ полученных результатов при максимальном крутящем моменте $n=1400 \text{ мин}^{-1}$ показал, что при снижении нагрузки с 1,2 до 0,2 МПа и увеличении содержания рапсового масла до 55 % в топливной композиции эффективный КПД η_e уменьшился с 35% до 12%, удельный g_e и часовой G_T расходы топлива увеличились с 241 до 747 г/кВт·ч и с 3,7 до 17,16 кг/ч соответственно. Значение эффективной мощности N_e и крутящего момента $M_{кр}$ в зависимости от концентрации рапсового масла в смеси изменились незначительно.

При содержании рапсового масла в топливной смеси до 50-55% приведет к максимальному снижению на 23% эффективного КПД и увеличению на 383-506 г/кВт·ч удельного расхода топлива при неизменных значениях эффективной мощности и крутящего момента дизеля, что связано с уменьшением значения низшей расчетной теплоты сгорания [7] и ухудшением процессов впрыскивания и смесеобразования топливной смеси [8], а также увеличению периода задержки воспламенения [9].

Увеличение добавки рапсового масла в смеси свыше 60% повлечет за собой дополнительное использование средств, связанных с улучшением его физико-механических и моторных свойств, а также изменению конструктивно-технологических параметров топливоподающей аппаратуры.

Библиографический список

1. Уханов А.П., Уханов Д.С., Шеменев Д.А. Дизельное смесевое топливо: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2012. 147 с.
2. Каргашевич А.Н., Плотников С.А., Товстыка В.С. Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях. Киров: Типография «Авангард», 2014. 144 с.
3. Каргашевич А.Н., Товстыка В.С., Плотников С.А. Показатели работы тракторного дизеля на рапсовом масле // Двигателестроение. 2011. № 2. С. 39–41.
4. Плотников С.А., Черемисинов П.Н. Недостатки применения топлив на основе рапсового масла в дизельных двигателях // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 4. С. 97–101.
5. Плотников С.А., Черемисинов П.Н. Влияние присадок на кинематическую вязкость топлив на основе рапсового масла. В сборнике: ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ (НПК-2016) Сборник статей 2-е издание, исправленное и дополненное. Вятский государственный университет. 2016. С. 1378–1382.
6. Каргашевич А.Н., Товстыка В.С., Плотников С.А. Оценка дымности и токсичности тракторного дизеля при работе на рапсовом масле // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 9. С. 11–13.
7. Лютко В., Луканин В.Н. Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. М.: Изд-во МАДИ (ТУ). 2000. 311 с.
8. Свиридов Ю.Б. Смесеобразование и сгорание в дизелях. Л.: Машиностроение. 1972. 223 с.
9. Разлейцев Н.В. Моделирование и оптимизация процесса сгорания в дизелях. Харьков: Вища школа. 1980. 169 с.

УДК 669

ДОКУЧАЕВ М.А., РОМАНОВ А.Д.

РАЗРАБОТКА ДВИГАТЕЛЯ ВНЕШНЕГО СГОРАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Двигатель Стирлинга был широко распространен в эпоху паровых машин, был впервые запатентован Робертом Стирлингом в 1816 году. В 1843 году Джеймс Стирлинг использовал этот двигатель в промышленных условиях. С развитием и распространением двигателей внутреннего сгорания в начале XX века двигатели Стирлинга отошли на второй план, хотя работы над их усовершенствованием продолжались. Опытный образец был представлен компанией Philips в 1952 г. мощностью около 0,3 кВт. В последствии были выпущены генераторы Philips MP1002CA на основе типа Бета-Стирлинг.

В 1968 году шведские компании Kockums Mekaniska Verkstads AB, F renade Fabriksverken и Husqvarna Vaprenfabrik объединили свои усилия в области разработки и применения двигателей Стирлинга и создали компанию United Stirling AB (USAB). Первые двигателем Стирлинга, спроектированным и изготовленным компанией, стал 4-615, запущенный в серийное производство в 1971 году. Одним из самых известных проектов стало создание воздухомезависимой энергетической установки для подводных лодок на основе двигателя Стирлинга V4-275R [1]. Менее известными серийно производимыми двигателя являются U4-

95 и U4-275 которые нашли применение в гражданских устройствах, прежде всего в преобразователях солнечной энергии и в устройствах, вырабатывающих тепловую и электрическую энергию с использованием биогаза.

Лидирующие позиции по производству энергоустановок, основанные на использовании двигателя с внешним подводом теплоты, занимают компании: United Stirling, Philips, STM Inc., Daimier Benz, Solo, Ecorpower, WhisperGen, Microgen, LionPowerblock, EcoGen, Honda. Выпущенные ими серийные образцы эксплуатировались в быту и в сельском хозяйстве до настоящего времени, особенно в развивающихся странах.

При создании эффективного двигателя внешнего сгорания возникает ряд проблем решаемые следующим образом:

- герметичность, которая обеспечивается капсулированием двигателя и генератора в одном корпусе;
- с целью уменьшения размеров двигателя будет применен вытеснитель, объединенный с регенератором, а также нагреватель внутри цилиндра.
- эффективность теплообменников позволяет увеличить металоматричные материалы;
- вопрос смазки цилиндро-поршневой группы решается применением металломатричных композиционных материалов, которые способны работать в условиях сухого трения. также, кинематика схемы «бета» обеспечивает минимальные силы трения в цилиндро-поршневой группе и полную уравновешенность двигателя.
- применение одного материала для цилиндра и поршня обеспечивает минимальные зазоры.

Закладываемые технические решения, а также широкое применение металломатричных композиционных материалов на основе алюминия, при разработке двигателя и генератора позволят создать компактную, легкую установку которая позволяет получать как тепло, так и электричество.

Библиографический список

1. **Чернышов Е.А.**, Романова Е.А., Романов А.Д. Развитие воздухонезависимых энергетических установок подводных лодок // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2015. № 5 (33). С. 140-152.
2. **Чернышов Е.А.**, Романов А.Д., Романова Е.А., Мыльников В.В. Разработка технологии получения алюмоматричного литого композиционного материала с помощью синтеза упрочняющей фазы оксида алюминия в расплаве алюминия // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2017. № 4. С. 29-36.

УДК 621.43

ЗУБАКИН А.С., ПЛОТНИКОВ С.А.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА И ДРУГИХ ВИДОВ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ 1С 6,8/5,4 В СОСТАВЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ФГБОУ ВО ВятГУ, г. Киров

Использование генераторного газа как одного из альтернативных видов топлива для искровых двигателей внутреннего сгорания, является одним из перспективных направлений в разработке топлив.

Для оценки технико-экономических показателей использования генераторного газа как моторного топлива. Были проведена серия исследований [1]. В качестве альтернативных видов топлива использовались: сжиженный природный газ, этиловый спирт, биотопливо на основе 70% этилового спирта, генераторный газ. Использование этих видов топлива приводит к снижению развиваемой максимальной мощности двигателя на разных видах топлива, что было подтверждено при проведении экспериментов.

Снижение максимальной мощности составило от 18-19% на спирте и сжиженном природном газе до 53 % биотопливе. Высокое падение мощности на генераторном газе (46%) обуславливается относительно низким содержанием горючих газов в объеме и его нестабильностью. Для повышения мощности двигателя при работе на альтернативных топливах, требуются дополнительные конструктивные меры.

При работе на альтернативных топливах, растет температура ОГ. Предположительно, это связано с более низкой скоростью сгорания топлива и его догоранием на такте выпуска. Дополнительная оптимальная регулировка момента зажигания позволит снизить температуру ОГ.

Содержание CO_2 в отработавших газах находится в сложной зависимости от параметров сгорания [2]. Анализ полученных данных по выбросу вредных веществ с отработавшими газами выявил значительное увеличение выбросов CO_2 при работе на генераторном газе по сравнению с товарным топливом. Это связано с избыточным содержанием диоксида углерода в генераторном газе. Работа на других альтернативных источниках энергии выявил также незначительное увеличение (на 1-1,5%) выбросов CO_2 . В то же время работа двигателя на генераторном газе характеризуется низкими выбросами CO . Большое содержание CO при работе двигателя на товарном топливе характеризуется работой на малых и средних нагрузках и колебаний однорежимного регулятора обогащающего смесь. Концентрация окиси углерода CO в ОГ двигателя вне зависимости от типа топлива с ростом нагрузки снижается («горб» районе средних нагрузок на линиях «бензин» и «спирт» объясняется не корректной работой однорежимного регулятора частоты вращения).

Количество несгоревших суммарных углеродов СНх при работе на сжиженном газе увеличивается из-за состава газа и нагрузки. Снижение выбросов углеродов при работе на спирте обуславливается составом полициклических углеводов в составе топлива. Не оптимальный угол опережения зажигания способствует росту выбросов вредных веществ и уменьшению развиваемой мощности.

Анализ полученных данных выявил высокий удельный расход биотоплива и спирта, что связано с высоким содержанием в составе топлива H_2O . Относительно низкий расход сжиженного газа взаимосвязан с низкой мощностью, развиваемой на природном газе, вследствие несовершенства подачи топлива. Полученный минимальный удельный расход топлива на бензине (395 г/кВт·ч) соответствует техническим требованиям на двигатель.

График наглядно показывает высокую стоимость выработанной электроэнергии на биотопливе и спирте. Работа на сжиженном природном газе снижает стоимость электроэнергии за счет невысокой стоимости топлива. Применение генераторного газа позволяет снизить стоимость 1 кВт*ч в 3-4 раза в зависимости от загрузки и т.д. При совместном анализе полученных данных видно, что при более высоком удельном расходе топлива, но при низкой стоимости топлива, стоимость 1 кВт·ч становится конкурентоспособной на фоне товарного топлива.

Выводы:

1. При работе на альтернативных топливах, снижение максимальной мощности происходит от 18 до 53% на биотопливе.
2. Не оптимальный угол опережения зажигания способствует росту выбросов вредных веществ и снижению мощности двигателя
3. При работе на альтернативных топливах, незначительно растет температура ОГ, предположительно, вследствие низкой скорости сгорания. Это позволяет форсировать двигатель для уменьшения снижения мощности при переходе на альтернативные виды топлива, совместно с мероприятиями по дальнейшему снижению температуры ОГ. Например, дополнительным охлаждением подаваемого генераторного газа.
4. При переходе на альтернативные топлива, выброс токсичных компонентов CO с ОГ снижается, а CO_2 , наоборот, повышается.
5. Экономически целесообразно использовать биомассу для производства электроэнергии при отсутствии центрального обеспечения электроэнергией. Применение генера-

торного газа позволяет снизить стоимость 1 кВт·ч вырабатываемой электроэнергии в 3-4 раза.

Библиографический список

1. **Плотников С.А.**, Зубакин А.С. Исследование показателей работы двигателя 1Ч 6,4/5,8 при работе с добавками генераторного газа. //Будущее технической науки: сб. мат. XVI Межд. молодежн. науч.-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2017. - С. 399-400.
2. **Плотников С.А.**, Бузиков Ш.В., Карташевич А.Н., Зубакин А.С. Определение количественных характеристик двигателя бытовой электростанции при использовании генераторного газа в качестве альтернативного топлива. //Проблемы региональной энергетики [Электронный ресурс]. - № 2 (34). – 2017. - С. 105...111

УДК 004.434

КОЛЕСНИЧЕСНКО Д.А., КУКЛИНА И.Г., ТОЛБУЗОВ Н.Н.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Безотказность и надежность современных технических средств определяются в значительной степени теми компьютерными системами, которые используются при ее проектировании и производстве. Чтобы создать специальное транспортное средство актуальное на этапе нанотехнологий необходимо применять современные программы информационных технологий, удовлетворяющие требованиям по функциональности и реализующие способы технической реализации и визуализации. Необходимо также разработать методы, обеспечивающие высокую проектную реализацию техники в процессе ее эксплуатации [1]. Все это невозможно реализовать, если не владеть основами теории использования программных средств 3D САПР Inventor и 3ds max. Указанные программные продукты должен знать инженер, проектирующий технику, инженер-технолог, инженер-эксплуатационщик.

Системы мультимедиа, обеспечивают в данном случае прежде всего развитие технических и системных средств. Важную роль сыграла разработка методов быстрого и эффективного сжатия и развертки данных. Современный мультимедиа компьютер - это комплекс с дисплеем, колонками, разъемами для флэш накопителей, микрофоном, видеокамерой и другими устройствами. Тематикой представленных изысканий явился сравнительный анализ автоматизированных информационных систем визуализации применительно для создания специальных спасательных средств [2].

Роторный шнекоход представляет собой идеальное спасательное средство при решении проблемы спасения людей в труднодоступных районах России. Но самой большой проблемой в данном случае является существенная вибрационная нагрузка на машину и пассажиров внутри салона. Одним из возможных решений было предложено применение гидравлических виброопор, установленных под двигателем и сидениями пассажиров. Основной частью данной исследовательской работы явилось визуализированное представление перемещения машины при движении по пресеченной местности при помощи 3ds max и проработка узлов упруго-вязкой подвески на основе программного продукта 3D САПР Inventor [3].

Создана автоматизированная информационная система при помощи современных систем мультимедиа значительно повышает скорость работы конструкторов при доработках и внесении изменений в проектные работы. Информационная модель представляет собой мультимедийный файл, после запуска которого воспроизводится анимированная работа визуализированного проекта.

Библиографический список

1. **Куклина, И.Г.** Информатизация и компьютеризация образования при подготовке инженеров строительных и дорожных машин / И.Г. Куклина, В.Н. Худяков // Проблемы транспортных и технологических комплексов: сб. статей III Международной научно-практической конференции 2012 - Н.Новгород. Изд-во НГТУ, 2012. - С. 44-46.
2. **Келли Мэрдок 3ds Max 2012.** Библия пользователя = 3ds Max 2012 Bible. — М.: «Диалектика», 2012. — 1312 с.
3. **Куклина И.Г.** Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской. Журнал Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. № 9 2011 г.

УДК 621.43.057

МОТОВИЛОВА М.В.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ ПУТЕМ СОКРАЩЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ И ОСНОВНОЙ ФАЗ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров

Для надежной и эффективной работы дизельного двигателя предъявляется ряд требований к ТПА, топливу, процессу сгорания. Для улучшения эффективных показателей дизельного двигателя можно интенсифицировать сам процесс сгорания.

Сгорание топлива в ДВС это сложный процесс. Для интенсификации рабочего процесса желательно воздействовать на само топливо. Известны варианты химического влияния на топливо. Это различные присадки и вещества, способствующие процессу сгорания. При физическом воздействии используется радиационное, температурное, магнитное (электромагнитное) действие, ультрафиолетовое облучение, озонирование и другие виды обработки топлива.

На протяжении ряда лет ведутся разработки по улучшению рабочего процесса дизеля. В ВятГУ так же проводятся исследования по данному направлению.

Предполагается, что одним из эффективных способов воздействия на дизельное топливо является высокотемпературная, локальная передача ему тепла в самой системе топливopодачи перед форсунками. При подаче подогретого топлива в форсунку струя распыливается на более мелкие фракции. Перемешивание топлива и поступающего воздуха становится интенсивнее. При этом струя топлива расширяется в направлении движения. Угол распыления становится больше [1,2]. Капли на периферийной части струи интенсивно перемешиваются с воздухом. Топливоздушная смесь быстро нагревается и воспламеняется. Уменьшается время на прогрев топлива до температуры самовоспламенения. За счет этого сокращается период задержки воспламенения (первая фаза горения). Сокращение первой фазы горения и мелкофракционного распыла топлива оказывает влияние на продолжительность основной фазы горения.

Исследования предполагается вести в несколько этапов. На первом этапе дается обоснование о необходимости интенсификации рабочего процесса дизеля, существующих способов, при помощи которых достигается эффект. Обосновывается способ интенсификации. Далее рассчитывается и разрабатывается устройство для передачи тепла топливу. При высокотемпературном воздействии на топливо возможны изменения показателей работы двигателя. На следующем этапе исследуются параметры работы, ТПА, двигателя при интенсификации рабочего процесса. При определении всех показателей и оценке регулировочных параметров проводятся испытания двигателя в соответствии с действующими ГОСТами.

Мы предполагаем, что интенсификация рабочего процесса дизеля путем сокращения подготовительной и основной фаз горения топлива способствует улучшению некоторых эффективных показателей двигателя (снижение расхода топлива, увеличение эффективного

КПД). Возможно снижение эмиссии отдельных токсических компонентов в отработавших газах.

Библиографический список

1. **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.
2. **Плотников, С.А.** Определение регулировочных параметров системы топливоподачи тракторного дизеля при работе на топливных композициях с добавками рапсового масла/ С.А. Плотников, Ш.В. Бузиков, И.С. Козлов //Журнал Вестник РГАТУ. 2018. №4 (40). – С 133-137

УДК 621.432.2

ПЛЯГО А.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЭТАНОЛА В СМЕСИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Использование альтернативных топлив биологического происхождения следует считать делом уже самой ближайшей перспективы.

К настоящему времени исследователями всего мира накоплено значительное количество данных, сопровождающих применение биоэтанола в виде добавки к нефтяному моторному дизельному топливу (ДТ). Исследовано значительное количество составов, объемов замещаемого этанолом дизельного топлива, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и других применяемых присадок [1-2]. При этом основной акцент делается на создание все более новых, более высококонцентрированных составов топливных эмульсий, с применением ранее неиспользованных добавок к топливу[3-4].

Произведя анализ применения присадок для этанола-топливной эмульсии (ЭТЭ) была выявлена узкая целенаправленность применяемых присадок. Что в свою очередь натолкнуло на мысль о применении присадки комплексного действия.

Целью настоящей работы явилась оптимизация состава этанола-топливной эмульсии на основе анализа целого комплекса ограничений. С учетом глубины проблемы, в первую очередь, необходимо рассматривать создание ЭТЭ с целым рядом необходимых свойств, что возможно только в случае применения комплексной присадки. Присадка должна не только стабилизировать ЭТЭ и воздействовать на процесс ее сгорания в цилиндре дизеля, но и сводить к минимуму свое влияние на процессы долговечности деталей дизеля.

Из проделанной нами работы можно сделать следующие выводы:

1. Относительное улучшение эффективных и экологических показателей дизеля при его работе на топливах с ростом присутствия до 50% этанола (в массовых долях) постепенно снижается в сравнении с показателями, полученными при работе на топливе с меньшей его концентрацией.
2. Работа дизеля на топливах с содержанием этанола свыше 50...60% в массовых долях требует реализации дополнительных мероприятий, что может нивелировать полученный положительный эффект.

Библиографический список

1. **Карташевич А.Н.,** Плотников С.А., Гурков Г.Н. Применение этанолсодержащих топлив в дизеле. Часть I. /Монография - Киров: Типография "Авангард", 2011. - 116 с.: ил.
2. **Карташевич А.Н.,** Плотников С.А., Смольников М.В. Исследование свойств новых топлив на основе этанола. //Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. - № 1. - С. 114-117.

3. **Втюрина М.Н.,** Пляго А.В. Исследование свойств этанола-топливных эмульсий с присадками. – Транспортные системы №2(5) 2017. –51-54с.
4. **Плотников С.А.,** Куимов Е.А., Пляго А.В., Карташевич А.Н., Втюрина М.Н. Топливная эмульсия. - Патент РФ № 2668225, МПК C10L 1/32. – 3С., 1 табл.

УДК 004.434

ШЕСТАКОВА А.С., КУКЛИНА И.Г., ДЕМИНА Е.Е.

ТЕХНОЛОГИИ ICAM DEFINITION ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Задачей исследований является создание информационной системы обеспечения работы транспортного предприятия с помощью современной объектно-ориентированной среды разработки CASE-технологии ERwin Data Modeler. В конце 70-ых годов была реализована ICAM технология (ICAM - Integrated Computer Aided Manufacturing - интегрированной компьютеризации производства), направлена на повышение эффективности технологических систем производств при применении широкого применения информационных (компьютерных) технологий [1]. Программа внедрения ICAM привнесла в производство создание новейших адекватных методов анализа и создания технико-технологических схем и средств информационного обмена между специалистами, решающими эти проблемы. В исследовательской работе программный продукт использован для реализации проекта автоматизированного анализа транспортного обслуживания крупного спортивного мероприятия (рис.).

Актуальность данной проблемы возрастает в последнее время в связи с появлением полностью автоматизированных технологических систем и интегрированных компьютеризированных производств. С целью развития программы ICAM была внедрена методология IDEF (ICAM Definition) [2], которая позволяет исследовать параметры, характеристики и структурированность экономически-организационных и производственно-технологических систем при проведении спортивных мероприятий (рис. 1).

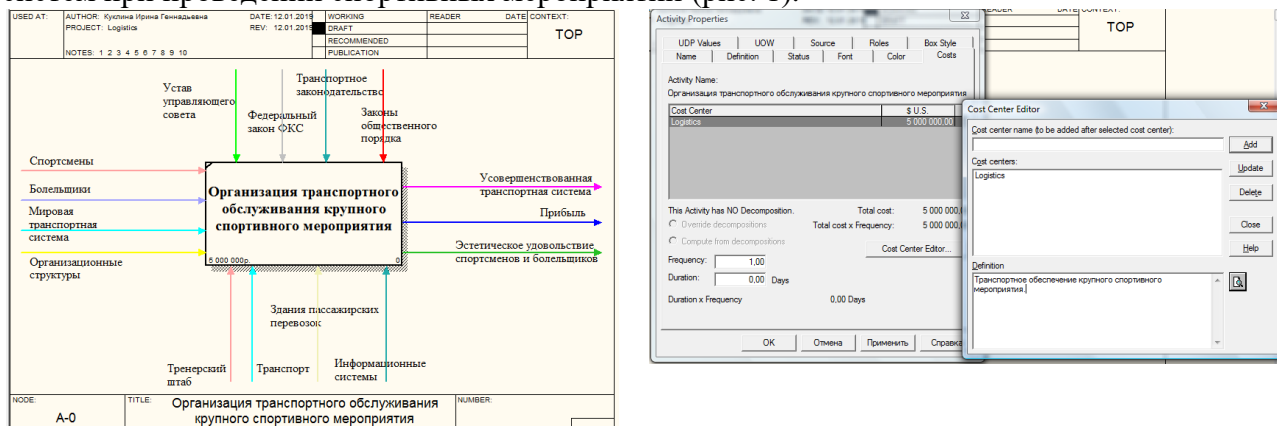


Рис. 1 - Представление автоматизированного решения задачи при помощи ERwin Data Modeler, указание расчета стоимостного анализа материальных затрат

Грамотное применение технологии ERwin Data Modeler в транспортно-технологических системах позволяет сформировать специалиста, приспособленного к информационно-аналитической работе.

Библиографический список

1. **Kuklina, I.G.** Strategy of informatization during training bachelors and masters of specialty “Construction and road machinery” // Science and Education: materials of the international research and practice conference, Wiesbaden, June 27-28, 2012 / publishing office “Bildungszentrum Rodnik e. V.”. - с. Wiesbaden, Germany, 2012. - 572 p. ISBN 978-3-981 1753-8-7
2. **Корнеев И.К.,** Ксандопуло Г.Н. Информационные технологии: учебн. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. – 224 с.

**ВИДЫ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БИОТОПЛИВ
ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

ФГБОУ ВО «ВятГУ», г. Киров, Россия

В связи с продолжающимся энергетическим кризисом, проблемами загрязнения окружающей среды и невосполнимости нефтяных ресурсов возникает вопрос о целесообразности замены традиционных нефтяных моторных топлив другими типами топлив, получаемых из альтернативных сырьевых ресурсов.

Однако, в настоящее время, фактически единственным источником получения моторных топлив в промышленных масштабах остается нефть. Современный этап развития двигателестроения характеризуется интенсивным поиском новых источников и видов сырья, а также разработками технологий для получения альтернативных моторных топлив и многочисленными попытками их внедрения в повседневную практику.

Принято делить альтернативные топлива на четыре группы: топлива на нефтяной основе с добавками ненефтяного происхождения (смесевые топлива); синтетические жидкие топлива, идентичные по составу традиционным нефтяным топливам; жидкие топлива, существенно отличающиеся по физико-химическим, моторным и эксплуатационным свойствам от традиционных; газообразные топлива.

Свойства газообразных топлив (пропан-бутановые смеси, генераторный газ, биогаз) сильно отличаются от свойств традиционных моторных топлив, что требует адаптации двигателей, в частности – топливоподающей аппаратуры, для работы на этих топливах. Существенным недостатком использования альтернативных видов топлива явилось снижение развиваемой максимальной мощности двигателя, что было подтверждено при проведении экспериментов [1].

Снижение максимальной мощности составило от 18-19% на спирте и сжиженном природном газе до 53 % биотопливе. Высокое падение мощности на генераторном газе (46%) обуславливается относительно низким содержанием горючих газов в объеме и его нестабильностью. Для повышения мощности двигателя при работе на альтернативных топливах требуются дополнительные конструктивные меры.

Перспективными в качестве топлива для дизелей являются растительные масла (рапсовое, подсолнечное, пальмовое и др.). Так, добавка небольшого количества растительного масла в нефтяное ДТ заметно улучшает показатели токсичности ОГ дизеля. Поэтому растительные масла можно рассматривать как кислородсодержащие присадки (оксигенаты) к нефтяному ДТ. [2] Проведенные экспериментальные исследования дизелей различного назначения показали, что различия физико-химических свойств нефтяных ДТ и топлив и топлив, получаемых из растительных масел, заметно влияют на показатели топливной экономичности и токсичности ОГ [2,3].

Библиографический список

1. **Карташевич А.Н.**, Плотников С.А., Смольников М.В. Исследование свойств новых топлив на основе этанола. //Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. - № 1. - С. 114-117.
2. **Плотников С.А.**, Черемисинов П.Н. Влияние присадок на кинематическую вязкость топлив на основе рапсового масла. В сборнике: ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ (НПК-2016) Сборник статей 2-е издание, исправленное и дополненное. Вятский государственный университет. 2016. С. 1378–1382.
3. **Плотников С.А.**, Бузиков Ш.В., Карташевич А.Н., Зубакин А.С. Определение количественных характеристик двигателя бытовой электростанции при использовании генераторного газа в качестве альтернативного топлива. //Проблемы региональной энергетики [Электронный ресурс]. - № 2 (34). – 2017. - С. 105...111

УДК 621

КОСТИН Е.В., ПАПУНИН А.В.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МКТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Функционирование современного автотранспорта невозможно представить без техники, осуществляющей коммунальные работы. Коммунальное хозяйство играет огромную роль в жизни каждого населенного пункта в мире.

В последнее время набирает популярность использование малогабаритной техники для коммунального хозяйства. Основу дорожного технического обеспечения коммунальных служб составляют уборочные машины. Коммунальные машины выполняют работы по уборке территорий, подметально-уборочные работы, поливомоечные работы, снегоуборочные работы и др.

Рассмотрим самые популярные малогабаритные многофункциональные уборочные машины городов центральной части России. Данный вид техники имеет ряд преимуществ перед крупногабаритной техникой, а именно: 1) Габариты. Высокая маневренность в условиях стесненных улиц позволяет не мешать движению при плановых уборочных мероприятиях. 2) Масса. Максимальная масса полностью снаряженной малогабаритной машины не превышает 1500 кг и при этом не оказывает большого давления на дорожное покрытие тротуара.

В данный момент наиболее широко представлена модель КО-728А (рис. 1).



Рис. 1 - Модель КО-728А

Автопарк ККТ представлен моделями на шасси «КамАЗ», «УАЗ» и «МТЗ».

Одним из важных сравнений является норма выбросов вредных веществ в окружающую среду. К примеру, трактор МТЗ 82.1 имеет двигатель ММЗ Д-243 с экологическими нормами Евро-1, а МКМ КО-728А имеет японский двигатель Mitsubishi с экологическими нормами Евро-6.

Среднее значение нормы расхода топлива в условиях коммунальных работ у МТЗ 82.1 – до 12 литров дизельного топлива за один час эксплуатации, а у КО-728А составляет до 6 литров ДТ за один час эксплуатации.

Двигатель «КамАЗа» изначально рассчитан для перевозки большого количества груза, а в данном случае он используется не в полном объеме, а на МКТ КО-728А двигатель подобран под конкретное рабочее оборудование для эффективного использования.

Для летней уборки улицы длиной 3 км в оба направления движения на МКТ КО-728А потребуется затратить в несколько раз меньше ДТ, чем на ККТ КамАЗ 5490.

ОБЗОР МОДЕЛЕЙ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С РОТОРНО-ВИНТОВЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование напряженно-деформированного состояния, определение наиболее нагруженных элементов роторно-винтовых машин, изучение отклика среды эксплуатации является актуальным и мало исследованным вопросом. В настоящее время для расчета напряженно-деформированного состояния конструкций в области машиностроения разработано большое кол-во программных комплексов. Поведение конструкции в процессе ее нагружения во многом определяется выбором модели материала.

В современной практике геотехнических расчетов используются математические модели грунта разной степени сложности. Преимущество простых моделей заключается в меньшем количестве входных параметров. Однако результаты моделирования в этом случае могут быть достаточно грубыми и плохо согласующимися с реальными данными. В общем случае грунт является нелинейно-деформируемым материалом, в котором зависимость между нагрузкой и осадкой площадки, передающей нагрузку, имеет криволинейное очертание. Для описания пластического поведения грунта в современных программных комплексах существует специальный ряд моделей материалов.

Классической моделью пластического деформирования грунта, наиболее распространенной в инженерных расчетах, является идеально упругопластическая модель с условием текучести Мора-Кулона. В пространстве главных напряжений условие текучести Мора-Кулона представляет неправильную гексагональную пирамиду. Эта модель может быть использована совместно с еще одной моделью деформирования грунтового основания, которая называется *jointed-rock*, она позволяет моделировать образование плоскостей скольжения в материале, по которым происходит разрушение основания сооружения.

Модель Друкера-Прагера так же основана на теории пластического течения. Поверхность текучести Друкера-Прагера в пространстве главных напряжений представляет собой правильный круговой конус относительно оси гидростатического давления и является аппроксимацией поверхности текучести Мора-Кулона. При возникновении пластических деформаций поверхность текучести начинает изменяться. Существуют различные формы описания упрочнения/разупрочнения материала. Пластический потенциал может быть описан линейной, экспоненциальной и более сложной функцией. В модели Друкера-Прагера применим ассоциированный или неассоциированный закон пластического течения, что позволяет учесть дилатансию (изменение объема материала при сдвиговой деформации).

В классической упрочняющейся модели *Cam-Clay* в качестве поверхности нагружения принимается эллиптическая поверхность. Предполагается, что упрочнение грунта имеет изотропный характер, а в качестве параметра упрочнения принимается величина накопленных объемных пластических деформаций. В модели используются ассоциированный закон пластического течения и теория предельного напряженного состояния грунтов, согласно которой грунт рассматривается как сыпучий материал похожий по поведению на очень вязкую жидкость. При сдвиговой деформации в таком материале может возникнуть предельное состояние, при наступлении которого деформирование происходит без изменения напряжений и объема.

Сложные, усовершенствованные модели грунтового основания позволяют описать поведение грунта более точно, но они требуют более широкого набора характеристик грунта, а также достаточной осведомленности и опытности инженера при выборе модели, ее параметров и анализе полученных результатов.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТНЫХ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАШИН

Нижегородский промышленно-технологический техникум
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Надежность технических систем - определяющее качество при конструировании и создании автомашин, так как целевое назначение любого технического агрегата, оператором которого выступает человек, это прежде всего - обезопасить и сохранить работоспособность управляющего машиной [1].

Целью изысканий авторов статьи является разработка методологии построения автоматизированной системы расчетов надежности автомашин, выбора и обоснования систем резервирования при конструкторской проработке отдельных агрегатов и, в особенности, элементов информационного обеспечения операторов, осуществляющих управление проектируемой автомашиной [2].

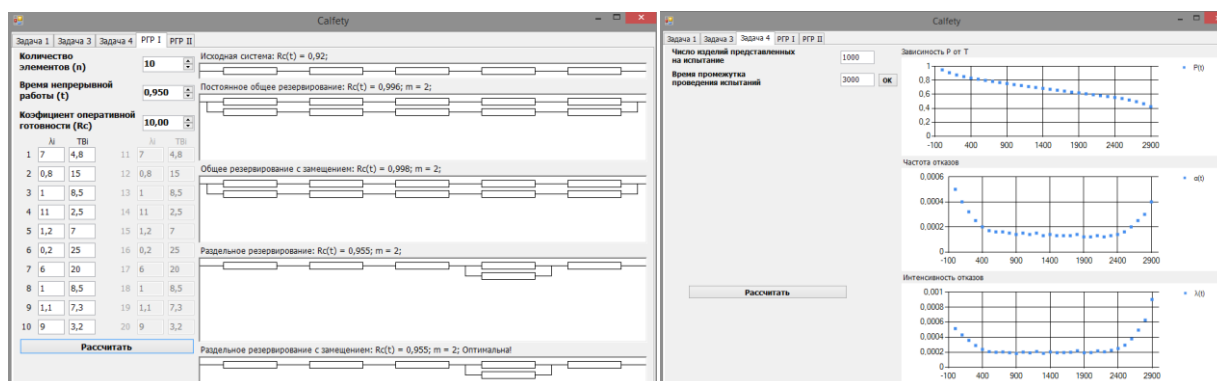


Рис. 1 - Интерфейс программы расчетов надежности

В созданной информационной системе наглядно продемонстрирован способ быстрой генерации схемы оптимальной структуры резервирования элементов агрегатов машин. Используя разработанную программу можно рассчитать вероятность безотказной работы отдельных конструктивных структур автомашины, а значит появляется возможность прогнозирования времени работы автомобиля до проведения первичного проведения технического осмотра и ремонта.

Результатом исследовательской работы является автоматизация процесса определения надежности автоматизированной системы с приведением схемы оптимальной структуры. Благодаря разработанной программе во много раз сокращается время на расчет и поиск оптимальной схемы для обеспечения надежности рассматриваемой автомашины [3].

Простой интерфейс программы позволяет с легкостью рассчитать надежность системы и определить наиболее оптимальную структуру резервирования, если это необходимо для каких-либо элементов технической системы.

Библиографический список

1. **Куклина, И.Г.** Автоматизированная диагностика элементов машин / И.Г. Куклина, Б.А. Гордеев // Автоматизация в промышленности. - 2010. - №3. - С. 26-30.
2. **Куклина, И.Г.** Оптимизация процесса выбора специальной автомобильной техники / И.Г. Куклина, А.П. Куляшов // Грузовик: Строительные и дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. - 2010. - №6. - С. 26-31.
3. **Куклина, И.Г.** Информатизация процесса разработки и выбора техники для содержания автомобильных дорог / И.Г. Куклина, А.П. Куляшов // Строительные и дорожные машины. - 2011. - №1. - С. 32-37.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СУЩЕСТВУЮЩИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН (ТТМ) С РВД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На основании анализа и обработки параметров основных характеристик существующих транспортно-технологических средств (ТТС), оснащенных РВД [1] сделаны выводы о влиянии грузоподъемности на мощность двигателя, массогабаритные размеры и скорость движения ТТС оснащенных РВД – рис. 1 (а – в).

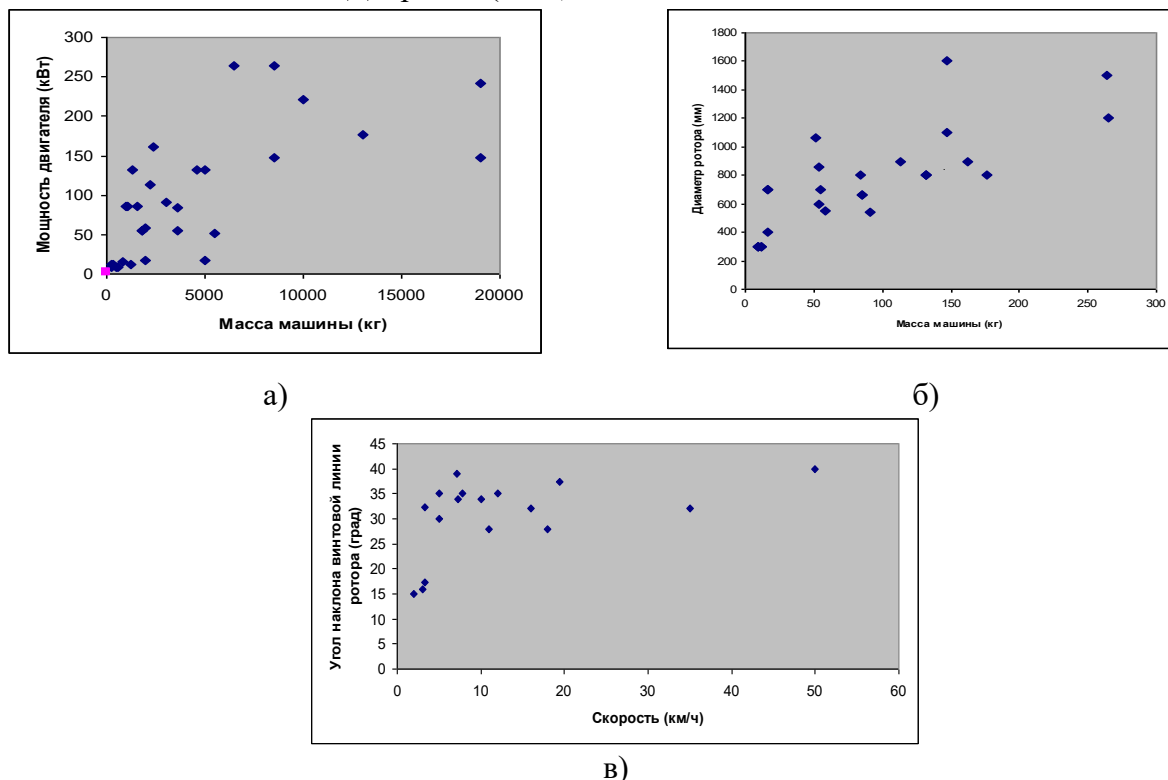


Рис. 1. - Влияние грузоподъемности на мощность двигателя, массогабаритные размеры и скорость движения ТТС оснащенных РВД

На основании этих параметров можно выбирать мощность двигателя, вновь проектируемой машины на РВД. Для машины полной массой 1 т мощность двигателя должна быть порядка 35 (15-55) кВт и может колебаться в зависимости от других параметров. Диаметр ротора, в свою очередь, должен быть порядка 0,5 (0,4-0,6) м и его размер может колебаться в зависимости от условий эксплуатации ТТС.

Таким образом, используя представленные данные и зависимости, можно выбрать начальные параметры машин на РВД. Дальнейшее уточнение выбранных параметров и характеристик возможно произвести только после тягово-скоростного расчета, компоновочных и инженерно-проектных работ, проведенных для конкретного объекта проектирования.

Итогом выполненного анализа предполагается, что после выбора исходных параметров возможно будет провести математическое моделирование движения ТТС с РВД, в условиях заболоченной местности с учетом разработанных моделей местности и полотна пути.

1. **Колотилин В.Е.**, Михеев А.В., Береснев П.О., Беляев А.М., Папунин А.В., Макаров В.С., Зезюлин Д.В., Беляков В.В., Куркин А.А. Статистическая модель выбора геометрических параметров, массово-инерционных и мощностных характеристик транспортно-технологических машин на роторно-винтовых движителях // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2015. № 3 (110). С. 156–208.

МАЛАЯ КОММУНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существование современного города невозможно без машин, которые применяются в коммунальном хозяйстве. Дороги и улицы города должны регулярно очищаться от снега, грязи, пыли, различного мусора. Справиться с поддержанием порядка в городах только человеческими усилиями невозможно. Одна единица техники способна заменить до 30 работников, она выполняет работу за короткое время на большой площади с различным покрытием. Коммунальная техника выполняет такие задачи, как очистка канализаций, уборка территорий, освобождение их от снега, вывоз мусора, уход за газонами, увлажнением дорог летом и многое другое. Коммунальная техника включает в себя подметательно-уборочные машины, пескоразбрасыватели, поливомоечные и каналопромывочные машины, установки для откачки воды, измельчители веток, снегоуборочную технику.

Автопарк коммунального хозяйства Российских городов в основном представлен моделями машин на шасси КамАЗ, Маз, трактора МТЗ. Такая техника является крупногабаритной, обладающая высокой производительностью, но имеющая большие габариты и массу. Такие коммунальные машины в короткие сроки могут выполнять уборочные мероприятия на крупных городских магистралях. Но она не способна из-за низкой маневренности производить работы в условиях узких улиц и внутриквартальных проездов, также не предназначена для уборки тротуаров, так как при въезде на тротуарную плитку своим весом оказывает большое давление, что губительно для данного дорожного покрытия. Также использование крупногабаритной техники в дневное время малоэффективно в связи с большим скоплением автотранспорта на дорогах в час пик.

В последнее время набирают особую популярность малогабаритные многофункциональные коммунальные машины, поскольку они позволяют с максимальной эффективностью в стесненных условиях осуществлять всю необходимую деятельность коммунальных служб. Новые модели имеют небольшие размеры и массу, низкий уровень шума, простое управление, прекрасную маневренность, машина плавно меняет скорость и направление движения, разворачивается на месте, легко объезжает любые препятствия и огибает углы, для нее не представляют проблем бордюры и уклоны крутизной до 25%, т.е. им доступна уборка тротуаров, детских площадок, газонов, придомовых проездов, парков.

Такая техника имеет большой набор навесного оборудования, которое может навешиваться на одно и то же шасси, что позволяет успешно использовать данные машины для всесезонного содержания городских территорий.

Таблица 1. Виды рабочего оборудования для малогабаритной коммунальной техники

Вид рабочего оборудования	Назначение	Основные технические характеристики
<p>Шнекороторное оборудование</p> 	<p>Предназначено для очистки дорожного покрытия от снега, удаления насыпных снежных валов</p>	<p>Диаметр шнека, мм — 360 ширина захвата, мм — 2000 диаметр рабочего колеса, мм — 440 высота снежного свала, мм - ≤500 производительность по снегу, т/час - ≥90</p>
<p>Моечное оборудование</p> 	<p>Предназначено для мойки тротуаров и внутриквартальных территорий, полива газонов</p>	<p>Длина рейки высокого давления, м — 15 высота струи пистолета, м — 16 вместимость, л — 2000 производительность, л/мин - 115</p>
<p>Подметательно-щеточное оборудование</p> 	<p>Предназначено для очистки дорог, тротуаров, внутридомовых территорий от пыли и мусора</p>	<p>Ширина захвата, мм - 1600 скорость вращения щетки, об/мин — 300 вместимость цистерны, м³ — 1,5</p>
<p>Пескоразбрасывающее оборудование</p> 	<p>Используется для посыпки инертных материалов на поверхности дорожных покрытий</p>	<p>Ширина рабочей зоны посыпки, м — 0,5-16 вместимость кузова, м³ — 1,35 плотность посыпки песко-солевых смесей, г/м³ — 30-80</p>

УДК 622.691.4

КОЗИНА А.А., РЕПИН Д.Г.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из важных источников снижения энергетических затрат при магистральном транспорте природного газа является решение задачи оптимизации режима работы систем охлаждения газа на компрессорной станции (КС) путем нахождения оптимальной температуры газа на выходе из КС. При этом в качестве критерия оптимизации следует использовать минимум затрат на транспорт газа, учитывая энергозатраты в стоимостном выражении в системах компримирования и охлаждения последующих КС.

В начале 70-х годов были выполнены технико-экономические исследования по установлению оптимальной температуры охлаждения газа в различных климатических зонах согласно чему среднегодовую температуру охлажденного газа следует принимать на 10–15 °С выше расчетной среднегодовой температуры атмосферного воздуха.

В настоящее время нефтегазовая отрасль сделала огромный скачок в развитии: появилось оборудование с более высоким КПД, новые конструкции аппаратов воздушного охлаждения (АВО), транспорт газа стал осуществляться по трубопроводам диаметром 1220-1420 мм с высококачественной изоляцией, повысились транспортируемый объем газа и рабочее давление до 11,8 МПа, поэтому используемая в настоящее время методика определения температуры охлаждения требует актуализации с учетом современной нефтегазовой конъюнктуры.

В рамках исследования были проанализированы существующая и проектируемая газотранспортные системы (ГТС) с варьированием степенью охлаждения газа Δ , равной разнице между расчетной среднегодовой температурой атмосферного воздуха и среднегодовой температурой охлажденного газа, что повлекло изменение температуры газа на выходе КС.

Математическая модель проектируемой ГТС состоит из трех компрессорных станций, расположенных на расстоянии 100 км друг от друга с различной вариацией параметров. В ходе теплогидравлических расчетов изменялись расход газа и рабочее давление, использовались газоперекачивающие агрегаты с различными типами привода, а именно газотурбинного и электропривода.

Для анализа существующей ГТС был принят магистральный газопровод ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород» на участке «Ямбург-Тула» от входа КС «Вятская» до входа КС «Явасская».

В рамках исследований, проектируемых ГТС осуществлялась технико-экономическая оценка по капитальным затратам на строительство объектов и эксплуатационным затратам за 25 лет. Анализируя зависимость суммарных приведенных затрат (см. рис. 1, 2), видно, что при степени охлаждения Δ выше 10 °С для газотурбинных агрегатов и 5 °С для электроприводных агрегатов затраты начинают расти. Снижая степень охлаждения газа до значения, при достижении которого суммарные затраты минимальны, определялась оптимальная температура охлаждения газа. Таким образом, минимальные затраты достигаются при степени охлаждения Δ равной для электроприводных агрегатов 3 - 5 °С и для газотурбинных агрегатов 5 - 10 °С. Обеспечение степени охлаждения газа Δ ниже 3 - 5 °С не является целесообразным в связи с

большим количеством устанавливаемых АВО, а с большой занимаемой площадью на КС. Возникает необходимость нахождения баланса между затратами на охлаждение газа и

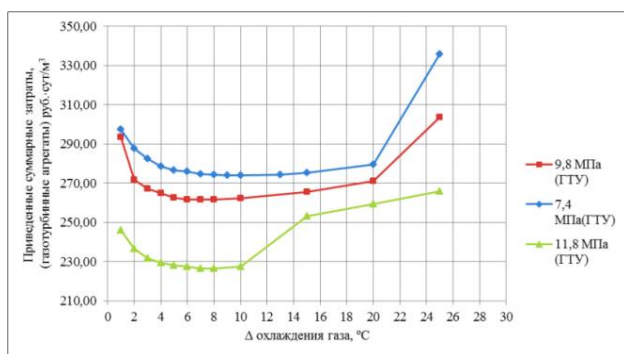


Рис. 1 - Зависимость приведенных суммарных затрат от степени охлаждения газа (газотурбинные агрегаты)

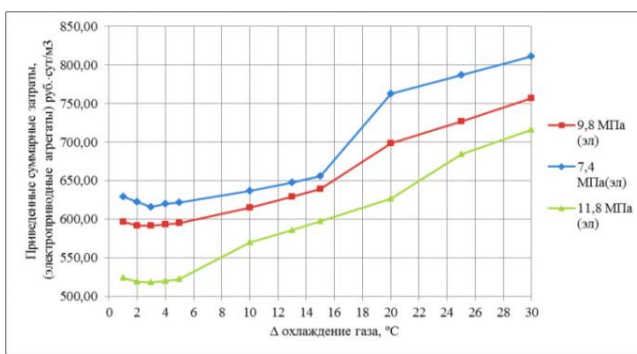


Рис. 2 - Зависимость приведенных суммарных затрат от степени охлаждения газа (электроприводные агрегаты)

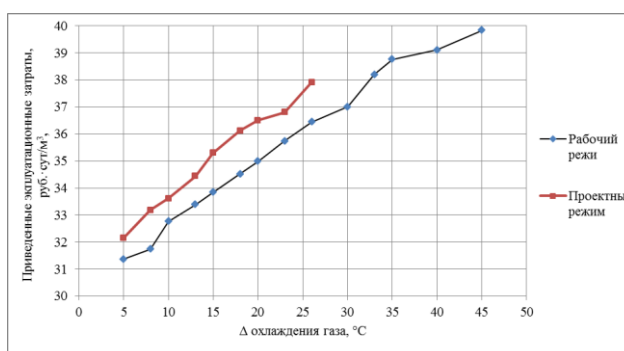


Рис. 3 - Зависимость приведенных эксплуатационных затрат от степени охлаждения газа Δ для существующей газотранспортной системы

С точки зрения существующей ГТС диапазон варьирования температурой ограничен количеством установленных АВО. Анализируя зависимость (см. рис. 3) видно, что чем ниже температура охлаждения газа, тем меньше будут затраты на транспорт газа, то есть целесообразно включать сразу все АВО газа.

Исходя из полученных зависимостей, разработана методика для нахождения оптимальной температуры охлаждения газа. Методика базируется на математических моделях оборудования, синтеза их в единую модель, проведения теплогидравлических расчетов, экономической оценки затрат и анализа полученных результатов путем построения зависимостей приведенных затрат к степени охлаждения газа с целью нахождения минимума приведенных затрат.

На основании данной методики, необходима разработка программного обеспечения, что позволит минимизировать затраты на транспорт газа и энергоэффективную работу Единой системы газоснабжения РФ.

1. СТО Газпром 2-3.5-051-2006 Нормы технологического проектирования. [Электронный ресурс] – Введ. распоряжением ОАО «Газпром» от 30 декабря 2005 г № 437. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2006. -205 с.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕЛИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ В СРЕДЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ SIMINTECH

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большая часть аварий и нештатных ситуаций на компрессорных станциях (КС) возникают во время нестационарных режимов работы, когда происходит динамическое изменение основных технологических параметров. Одна из причин — это то, что невозможно аналитически просчитать все варианты развития того или иного процесса. Такие режимы могут возникать во время запуска или останова агрегата, во время работы антипомпажной системы и т.п. Благодаря современным вычислительным технологиям, появляется возможность, выполнения расчетов различных вариантов, позволяющих проектировщику проверять принимаемые им решения и сразу корректировать параметры разрабатываемого объекта.

В настоящее время наиболее часто реализуемой является модульная компоновка КС. Данная компоновка содержит несколько идентичных технологических модулей (ТМ), каждый из которых содержит расположенные по потоку газоперекачивающий агрегат (ГПА), установку охлаждения газа (АВО), и трубопроводную арматуру.

Опыт проведения пуско-наладочных работ показывает, что схема ТМ потребовала серьезных доработок, связанных с необходимостью исключения проблем, таких как:

- раскрутка ротора центробежного нагнетателя (ЦБН) в процессе заполнения контура ТМ, а также в процессе стравливания газа при останове ГПА;
- длительное время заполнения трубопроводной обвязки ТМ, а также время стравливания газа при аварийных остановах;
- большие объемы газа, стравливаемого при остановах;
- ограниченность в функциональных возможностях антипомпажного клапана (АПК).

SimInTech – российская система программного обеспечения (ПО) для создания математических моделей, алгоритмов управления, интерфейсов управления и автоматической генерации кода для программируемых контроллеров и графических дисплеев. [2]

В работе представлена разработка комплексной цифровой модели, включающей в себя связанные единой базой данных сигналов математическую модель КС и систему автоматического управления технологическими процессами (АСУ ТП). Разработанную модель можно легко адаптировать под любой объект в короткие сроки.

Было проведено моделирование с оценкой адекватности работы отдельных элементов технологического модуля, а именно, АВО, АПК, вала ЦБН и всей системы в целом, на таких режимах как: штатный алгоритм заполнения контура ТМ, запуска ГПА, остановов со стравливание и без, а также аварийные ситуации с самопроизвольной перестановкой кранов.

Дальнейшая интеграция программного комплекса позволит в значительной степени повысить обоснованность принимаемых технических решений на опасных производственных объектах, занимающихся транспортом, хранением и переработкой природного газа и нефти. Разработанная модель позволяет осуществлять как многопоточное проведение работ, так и расширить вариативность компоновки и схем подключения технологического оборудования в кратчайшие сроки, что повысит продуктивность и качество выполнения проектных работ соответственно.

1. Колотыркин И.П. Модельно-ориентированное проектирование систем автоматического управления в пакете SIMINTECH [Электронный ресурс] / И.П. Колотыркин // ИКМ МТМТС.– 2017. – 8 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСКОНТАКТНЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИНЫ КАТОДНОГО ТОКА В МАГИСТРАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для защиты подземных стальных трубопроводов от коррозии металла применяются защитные изоляционные покрытия и методы электрохимической защиты (ЭХЗ). Согласно [1], ЭХЗ должна обеспечивать защиту трубопровода на протяжении всего срока его эксплуатации на всей его протяженности таким образом, чтобы защитные потенциалы на трубопроводе были в пределах минимально и максимально допустимых значений.

С течением времени изоляционное покрытие стареет, и его защитные характеристики ухудшаются, вызывая тем самым необходимость изменения режимов работы средств ЭХЗ. Ввиду этого, необходимо осуществлять постоянный мониторинг за техническим состоянием трубопровода и эффективностью работы систем ЭХЗ. На сегодняшний день об эффективности работы средств ЭХЗ судят по величине защищенности трубопровода по протяженности и по времени. При этом такую оценку проводят по величине защитного потенциала на соответствие требованиям [1].

Оценить эффективность работы средств ЭХЗ возможно и другим способом – по величине силы защитного тока в трубопроводе. Однако, измерение величины силы тока, по сравнению с изменением защитной разности потенциалов, является относительно затруднительным.

Для измерения величины силы тока в трубопроводе в основном используются методы падения напряжения и компенсации тока. Однако данные методы имеют ряд недостатков, одним из которых является то, что ток определяется для участка, а не в конкретной точке.

В качестве альтернативного метода оценки предлагается бесконтактный метод определения величины силы тока. Данный метод реализуется при помощи электромагнитных датчиков, которые измеряют величину напряженности концентрического магнитного поля, созданного током, протекающим вдоль трубопровода. Связь между напряженностью электромагнитного поля H и силой тока I описывается следующим выражением [2]:

$$H = \frac{I}{2\pi R}, \quad (1)$$

где R – расстояние от оси трубопровода до точки наблюдения (предполагается, что выполняется условие R наружного радиуса трубопровода).

В качестве электромагнитных датчиков могут быть использованы магниторезисторы, элементы Холла или феррозонды.

В рамках диссертационного исследования для возможности применения бесконтактного метода оценки величины силы тока в трубопроводе был разработан опытный образец прибора с использованием магниторезистивного датчика. Эксперименты, проведенные с опытным образцом датчика тока, показали достаточную точность определения величины силы тока в трубопроводе, что подтверждает возможность применения подобных приборов и датчиков в системах мониторинга ЭХЗ.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии; дата введения 01.07.1999. – М.: ИПК Издательство стандартов. – 46 с.
2. **Стейси Ф.** Физика Земли / Ф. Стейси. – М.: Мир, 1972. – 342 с.

Подсекция 5.1**Кораблестроение и авиационная техника**

УДК 629.064

АХМАДБЕКОВА И.Х., ХРУНКОВ С.Н.**ВЫБОР СПОСОБА КРАТКОВРЕМЕННОГО ФОРСИРОВАНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ СУДОВ С ДИНАМИЧЕСКИМИ ПРИНЦИПАМИ ПОДДЕРЖАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

К судам с динамическими принципами поддержания относятся: суда на подводных крыльях, суда на воздушной каверне, суда на воздушной подушке и экранопланы. На высокоскоростных судах с динамическими принципами поддержания наиболее эффективным является применение энергетических установок с газотурбинным двигателем (ГТД). На определенных режимах работы судна возникает необходимость кратковременного форсирования ГТД.

Известны [1, 2, 3] различные способы кратковременного форсирования ГТД, которые имеют свои преимущества и недостатки.

1. *Кратковременное повышение температуры газа перед турбиной.* Данный способ реализуется за счет увеличения подачи топлива в камеру сгорания. Возможность кратковременного форсирования ГТД этим способом ограничено значениями температуры газа перед турбиной и величиной радиальных зазоров, при этом снижается предел длительной прочности материалов лопаток и увеличивается газовая коррозия. Этот способ используется крайне редко и только для кратковременного форсирования (10...20 с), ввиду того что появляется опасность перегрева и термического разрушения лопаток ГТД.

2. *Впрыск водяного пара на входе в камеру сгорания.* Ввод пара приводит к увеличению мощности ГТД и росту эффективного КПД, что связано с уменьшением расхода топлива. Недостатком такого способа является высокие требования к качеству водяного пара. Для получения пара необходимо установка дополнительного котла-утилизатора, что в конечном итоге повышает массогабаритные характеристики энергетической установки.

3. *Впрыск воды на входе в компрессор.* Вода впрыскивается через массив форсунок, установленных на входном коллекторе. Вследствие того, что при впрыске воды на входе в компрессор у потока воздуха отнимается тепло, снижается его температура, поэтому затрачивается меньше работы на сжатие воздуха, возрастает мощность и эффективный КПД. Теплоту, отнимаемую у потока воздуха, можно определить:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{нагр.воды}} + Q_{\text{парообразования}} + Q_{\text{нагр.пара}} = c_{p \text{ возд}} \cdot (T_{k0} - T_k), \text{ Дж}$$

где $c_{p \text{ возд}}$ – удельная теплоемкость воздуха, Дж/кг;

T_{k0} – температура воздуха за компрессором без впрыска воды, К;

T_k – температура воздуха за компрессором, К.

Из рассмотренных способов кратковременного форсирования ГТД наиболее рациональным для судов с динамическими принципами поддержания является впрыск воды на входе в компрессор, т.к. он не приводит к снижению ресурса ГТД и не повышает массогабаритные характеристики энергетической установки.

Библиографический список

1. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: Учебник для вузов / [А.Н. Арбеков и др.]; под общ.ред. А.Ю. Вараскина. – 4-е изд., испр. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 678с.
2. **Троицкий Н.И.**, Хахимов Х.Х. Анализ возможных путей кратковременного форсирования ГТД на примере вспомогательного газотурбинного энергоагрегата // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журнал. 2016. № 05, С.93-103.
3. Efficiency improvement of gas turbine cogeneration system / Rabi Karaali, Ilhan Tekin Ozturk // Tehnicki vjesnik 24, Suppl. 1(2017), p.21-27.

УДК 629.12

БАБЕНКО С.С.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ЛЕДОКОЛА В SOLIDWORKS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современная технология проектирования судов ориентирована на применение вычислительной техники. Высшей формой такого использования являются системы автоматизированного проектирования (САПР). По всеобщему признанию одной из лучших систем, реализующих технологию проектирования изделий в пространственной форме с последующим созданием проектно-конструкторской документации в автоматическом режиме, является программный комплекс SolidWorks.

В работе [1] было показано, что программный комплекс SolidWorks обладает широкими возможностями моделирования и анализа качества судовой поверхности. Так же в SolidWorks можно выполнять целый ряд проектных расчетов [2], в том числе гидростатических элементов.

Следующим шагом использования SolidWorks для проектирования судна может быть разработка общего расположения [3]. Под общим расположением судна понимают общую компоновку в корпусе, надстройках и рубках всех помещений, предназначенных для размещения на судне главных и вспомогательных механизмов, судового оборудования, судовых запасов, перевозимых грузов, экипажа и пассажиров, а также всех служебных постов, бытовых, хозяйственных и санитарных помещений. Поверхности помещений и судового оборудования были получены вытягиванием соответствующих эскизов.

В качестве примера на рис. 1 приведена модель ледокола, созданная в SolidWorks, основной корпус показан прозрачным и отображены поверхности переборок.

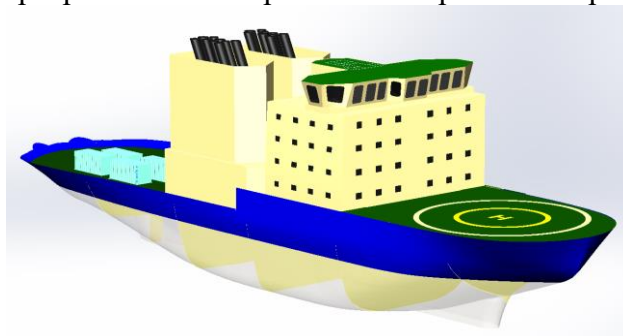


Рис. 1. Модель теоретической поверхности судна

Библиографический список

1. **Бабенко С.С.** Моделирование судовой поверхности и расчет гидростатических элементов в Solid-Works/Кораблестроение и авиационная техника: сборник материалов XVII Международной молодежной научно-техн. конф. / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018.
2. **Князьков В.В.** Компьютерные технологии в кораблестроении: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2015. – 130 с.
3. **Князьков В.В.** Проектирование судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 227 с.

УДК 629.124.791

БОРМОТОВ А.Д., БЕДРЕТДИНОВ И.Р.

БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ в рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл» ведется проектирование инновационной энергосберегающей ледокольной платформы на воздушной подушке (ЛПВП) для разрушения льда и продления навигации.

Одним из этапов жизненного цикла ЛПВП является его постройка. Постройка – стадия, на которой реализуются технические требования «в металле» в соответствии с требованиями технического задания и технической документации. Включает также испытание как заключительный этап проверки оборудования, собранного из частей. Для судов на заключительном этапе проводят швартовые и ходовые испытания. После ходовых испытаний судовая сдаточная комиссия передает судно экипажу, который будет его эксплуатировать.

Для изготовления ЛПВП выбрана блочно-модульная концепция формирования судна. Блочно-модульный принцип построения основан на том, что система создается из отдельных самостоятельных частей блоков и модулей. Блоком системы называют часть системы, имеющую функциональную определенность. Модули – это наименьшие структурные элементы блока. Каждый из блоков системы выполняет определенные задачи, составляется и доводится отдельно.

Основные положения по технологии и организации постройки ледокольной платформы на воздушной подушке разработаны применительно к производственным условиям Самусьского судостроительно-судоремонтного завода (ССРЗ) [1]. Организация постройки платформы проектируется на основе действующей структуры производства и распределения работ между цехами и участками, сложившимися на предприятии-строителе. Предприятие специализируется на постройке и ремонте судов.

При строительстве ЛПВП предполагается принять секционный метод, освоенный предприятием, с использованием модульно-агрегатного метода монтажа оборудования и механизмов. Формирование корпуса и надстройки производить пирамидальным способом из объемных и плоских секций, максимально насыщенных. Часть объема трубомонтажных и механомонтажных работ выполнять вне стапеля – в цехах и на предстапельных площадках.

Операция деления корпуса и надстройки ЛПВП на секции производится так, чтобы обеспечить изготовления плоских секций на механизированных стендах и создать возможность более широкого фронта работ на построечном месте, снизить общую трудоемкость и временные затраты на постройку ЛПВП. Число забойных деталей и узлов, а также число одновременно сопрягаемых кромок и их протяженность минимизировано.

Сборочно-монтажные единицы спроектированы с учетом обеспечения требований транспортабельности и безопасности выполнения погрузочно-разгрузочных работ в процессе изготовления ЛПВП (монтажа, демонтажа, ремонта). Подъемный комплекс состоит из четырех зональных блоков, собираемых в цехе.

В Самусьском ССРЗ постройка ЛПВП заканчивается выполнением всех работ без установки и монтажа ГО, которое выполняется на производственных площадках в районе эксплуатации платформы. После всех испытаний и ревизии технических средств и окончательной отделки и окраски помещений и всей платформы в целом производится подписание приемного акта и передача судна заказчику.

1. <http://samus.siblogistics.ru/> сайт Самусьского судостроительно-судоремонтного завода

УДК 629.124

ГАСАНОВ К. Г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОЛОМА ЛЬДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При движении различных транспортных средств, при выгрузке на ледяной покров различных грузов и т. д. необходимо оценивать его прочность и несущую способность.

Решение задачи о напряженно-деформированном состоянии (НДС) ледяного покрова до появления трещин проводится обычными методами теории упругости или строительной механики. Однако ответить на вопрос разрушится ледяной покров или нет, теория упругости ответа не дает. Зная напряжения, можно сравнить их с некоторыми критическими значениями и сделать вывод о прочности ледяного покрова.

Наблюдения показывают, что разрушение ледяного покрова при действии поперечной нагрузки представляет собой сложный процесс, состоящий из ряда фаз. В начальной фазе при увеличении прогиба происходит нарастание напряжений в ледяной пластине. При достижении напряжениями критических значений под нагрузкой образуются радиальные трещины. В следующей фазе образуется система концентрических трещин, возникающих последовательно от периферии к центру. Последняя фаза заключается в выворачивании блоков под нагрузкой, что приводит к полному пролому льда. Однако, как уже отмечалось, образование даже сети магистральных трещин не приводит к потере несущей способности ледяного покрова.

Многочисленные эксперименты показали, что до появления первых сквозных трещин грузоподъемность ледяного покрова определяется его прочностью на изгиб. В этом случае для описания НДС целесообразно воспользоваться теорией малого изгиба пластин, и уравнение изгиба тогда примет вид. Способы решения задач, основанные на методах механики сплошных сред, непригодны для оценки параметров пролома льда из-за сложности описания процесса разрушения в связи с появлением новых граничных условий.

Однако, чтобы не усложнять задачу определения необходимого давления, приводящего к разрушению ледяного покрова, можно исследовать упрощенную модель, где взаимодействие кромок не учитывается. Рассматривается, изгиба четверти бесконечной пластины с граничными условиями на берегах трещины при $x=0$, $y=0$ (условия на свободной кромке).

Проведенный математический анализ вышеуказанной модели ледового поля с помощью методов конечных разностей, позволило получить зависимость определяющее лишь давление, приводящее к образованию кольцевой трещины. Как уже отмечалось, появление трещин еще не эквивалентно потере несущей способности ледяного покрова. Поэтому для полного пролома необходима дополнительная нагрузка, которую в данном этапе расчета можно учесть лишь эмпирически, введением некоторого коэффициента $k=1.4$:

$$q = 1.4 \frac{\sigma_{изг} h^2 \lambda^2}{6 \cdot (-0.09 + 0.18(\lambda a)^{0.16} (\lambda b)^{0.20})}$$

Численный расчет по полученной формуле сравнивался с известными теоретическими результатами по нагрузке, приводящей к полному пролому льда. Также проводилось сопоставление с известными экспериментальными данными, что дает хорошую сходимость.

1. Зуев В.А. Разрушение ледяного покрова/В. А. Зуев, Е. М. Грамузов, Ю. А. Двойченко. – Горький: Издательство «Научно-техническое общество им. академика А. Н. Крылова», 1989. – 86 с.

УДК 629.12

ДЕНЮЕВ Д.М.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕХМЕРНОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SOLIDWORKS ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА СУДНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

SolidWorks – программный комплекс для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Данный комплекс обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Несмотря на то, что это не специализированный судостроительный пакет, он позволяет решать задачи, связанные с проектированием судна, в том числе и проектирование теоретического чертежа.

С использованием САПР SolidWorks был создан теоретический чертеж ледокольной платформы на воздушной подушке. Данная работа выполнена в рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл».

Задача автоматизации проектирования теоретического чертежа решалась в следующей последовательности. На первом этапе при известных главных размерениях и форме корпуса ледокольной платформы на воздушной подушке (ЛПВП) была разработана модель поверхности. Для построения поверхности ЛПВП использовались основные команды работы с поверхностями (*поверхность – плоскость, поверхность – вытянуть, поверхность по траектории*) и их редактирования (*поверхность – отсечь, поверхность – сшить*).

Известно, что на теоретическом чертеже теоретическая поверхность представляется в виде линий шпангоутов, ватерлиний и батоксов. При наличии поверхности путем проецирования с помощью команды *проекционная кривая – линия разъема* были получены эти линии. В качестве примера на рис. 1 приведены основные этапы генерирования теоретического чертежа.

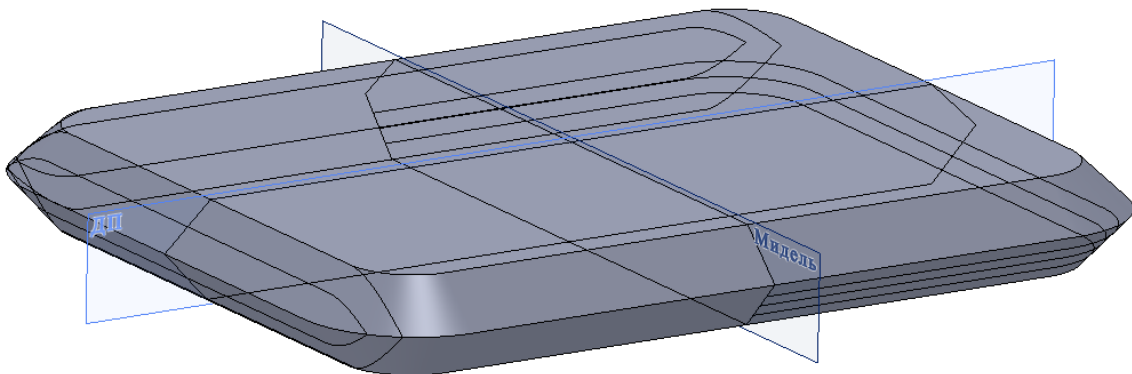


Рис. 1. Результат моделирования

Для построения теоретического чертежа перешли от моделирования трехмерного изображения корпуса к чертежу трех главных проекций: корпус, бок, полуширота. Для этого перейдем во вкладку «Чертеж», выбраны необходимые нам проекции и сохранен в формате *.DWG для дальнейших манипуляций в программе Autocad. Готовый теоретический чертеж напечатан из Autocad.

УДК 621

ЕРМОЛЕНКО Е. Д., САНДАКОВ М.Ю.,
СКОБЕЛЕВА И.Ю., САМОЙЛОВ А.М.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Данная работа посвящена созданию трехмерной твердотельной модели судна – беляны по данным археологических раскопок и геодезической съемки.

В 2014 году на берегу реки Ветлуга были обнаружены останки деревянной конструкции, напоминающие судно. Начались раскопки. С помощью квадрокоптера были сделаны фотографии с высоты птичьего полета. Это оказалось судно очень большого размера, выступало из земли на семь метров, по очертаниям было видно, что это лишь его малая часть (рис.1). По мнению ученых, это может быть барка или беляна. Судну не менее 400 лет.

Мы решили создать 3D модель этого судна с помощью программы трехмерного и автоматизированного проектирования и черчения *AutoCAD*, чтобы продемонстрировать возможности современных графических программ. Имея только очертание найденного судна и описание его в различных источниках, мы поэтапно воссоздали образ найденного артефакта и затем, с помощью многофункционального графического редактора *Photoshop*, изобразили судно на плаву.

В первую очередь, используя фотографии с квадрокоптера, мы создали очертания бортов. Затем, используя методы построения 3D объектов, мы, с помощью небольших созданных досок, задали высоту борта (рис.2). После чего, используя 3D объект «ящик», «загрузили» полученное судно бревнами, стараясь реалистично показать укладку. И в конце создали рулевую систему и помещение для сплавщиков – казанку. Наложив текстуру на все полученные 3D элементы, добились реалистичности изображения воссозданного судна (рис.3).

Таким образом, своим проектом мы хотели продемонстрировать возможности графических редакторов, которые позволяют воссоздать различные исторические объекты. Главными особенностями подобных программ, является не только детальное изучение модели, но и возможность ее печати на 3D принтере.

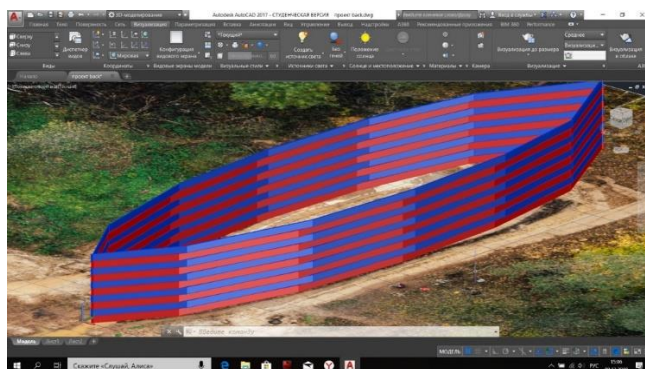
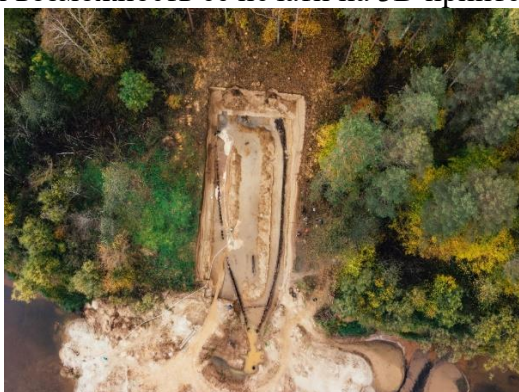


Рис. 1. Данные аэрофотосъемки беляны



Рис. 2. Трехмерная твердотельная модель объекта, наложенная на контур найденного судна

Рис. 3. Геометрическая реконструкция беляны на плаву

УДК 629.124.791

КИРИЛИЧЕВА Е.А., МАТВЕЕВА М.А.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕДОВОЙ ХОДКОСТИ СУДОВ, ТОЛКАЮЩИХ ЛЕДОКОЛЬНУЮ ПЛАТФОРМУ НА ВОЗДУШНОЙ ПОЛУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большинство морских путей России в течение длительного времени покрыты льдом, что затрудняет их круглогодичное использование. В связи с этим большое значение приобретают мероприятия, направленные на продление сроков навигации на замерзающих участках водных путей. Суда ледового плавания являются основным средством поддержания навигации в замерзающих морях, поэтому продление ее сроков и прогнозирование ходкости судов является актуальным [1].

На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ в рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл» ведется проектирование инновационной энергосберегающей ледокольной платформы на воздушной подушке для разрушения льда и продления навигации.

Ледокольная платформа на воздушной подушке (ЛПВП) - несамоходное судно, предназначенное для разрушения ледяного покрова и создания ледового канала в акватории Обско-Тазовской губы. Платформа эксплуатируется в счале с буксиром, приспособленным для плавания в битых льдах. Основные характеристики ЛПВП: длина корпуса ЛПВП (без ГО) - 32,0 м; ширина корпуса ЛПВП (без ГО) - 26,0 м; высота корпуса - 3,0 м; высота гибкого ограждения - 2,0 м; полное водоизмещение с балластом 806 т при осадке 1,31 м (в водоизмещающем режиме).

В работе построены кривые сопротивления платформы при движении в ледяных полях различной толщины. Затем произведен обзор судов-претендентов, способных буксировать ЛПВП в ледовых условиях. Такими судами явились портовый ледокол типа «Капитан Измайлов» [1] и эскортный буксир проекта ПЕ65 [2]. Рассчитана ледовая ходкость буксира и ледокола при движении в битых и сплошных льдах. А затем рассчитано сопротивление составов из «буксир + ЛПВП» и «ледокол + ЛПВП». Построены кривые ледопроеходимости составов и ледокола типа «Капитан Измайлов» (рис. 1).

Из приведенных расчетов можно сделать вывод, что для преодоления ледяных полей толщиной до 1,3 м, характерных для района Обско-Тазовской губы подходит состав «буксир + ЛПВП».

Приведенные на рис. 1 кривые используются для оценки экономической и технической эффективности при использовании составов «буксир + ЛПВП», «ледокол + ЛПВП» и одного ледокола.

Кривые позволяют прогнозировать ледовую ходкость движения платформы в счале с ледоколом при движении во льдах различной толщины. Соответственно, спрогнозировать время прокладки канала до заданного пункта назначения.

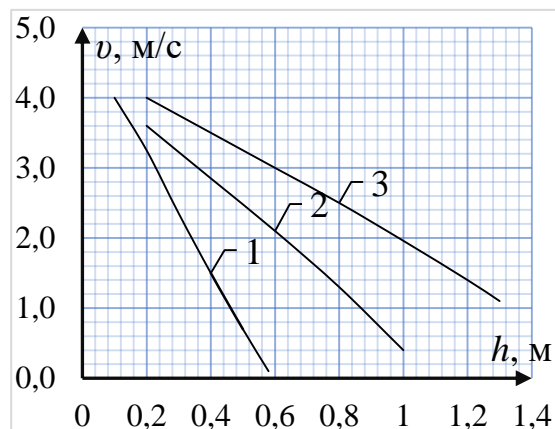


Рис. 1. Диаграмма ледопроеходимости:
1 – ледокол типа «Капитан Измайлов»;
2 – состав, «ледокол + ЛПВП»; 3 - состав «буксир + ЛПВП»

Библиографический список

1. Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов. Судостроение, 1999 г.
2. Зуев В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях. – Л.: Судостроение, 1986. – 207с.

УДК 629.124.791

КИСЕЛЕВ А.А.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Жизненный цикл морской техники определяется промежутком времени от начала возникновения идеи ее создания до момента списания. Включает три стадии: проектирование и изготовление; эксплуатация; утилизация [1].

Ледокольная платформа на воздушной подушке (ЛПВП) - несамостоятельное судно, предназначенное для разрушения ледяного покрова и создания ледового канала в акватории Обско-Тазовской губы. Платформа эксплуатируется в счале с буксиром, приспособленным для плавания в битых льдах и соответствует классу Морского Регистра судоходства К¹ R3-RSN с обеспечением мореходных и эксплуатационных качеств.

Назначение ЛПВП – проведение ледовых работ при температурах воздуха до -40⁰С с разрушением сплошного ледяного покрова толщиной до 1,3 метров. Автономность плавания по запасам топлива – 5 суток. Экипаж - 3 чел. Архитектурно конструктивный тип – несамостоятельная однопалубная платформа на воздушной подушке амфибийного типа с гибким ограждением (ГО) по периметру судна.

Жизненный цикл ЛПВП отражает период существования судна от зарождения идеи до момента утилизации. Жизненный цикл ЛПВП включает:

1. концепция создания ЛПВП (2 мес.);
2. научно-исследовательские работы (2 мес.);
3. опытно-конструкторские работы (3 мес.);
4. техническое задание (1 мес.);
5. проектирование ЛПВП (4 мес.);
6. постройка ЛПВП (6 мес.);

7. эксплуатация ЛПВП (12 лет);
8. ремонт (текущий и капитальный доковый) ЛПВП (1 мес.);
9. модернизация ЛПВП (4 мес.);
10. утилизация ЛПВП (4 мес.).

Жизненный цикл ЛПВП представлен на рис. 1.

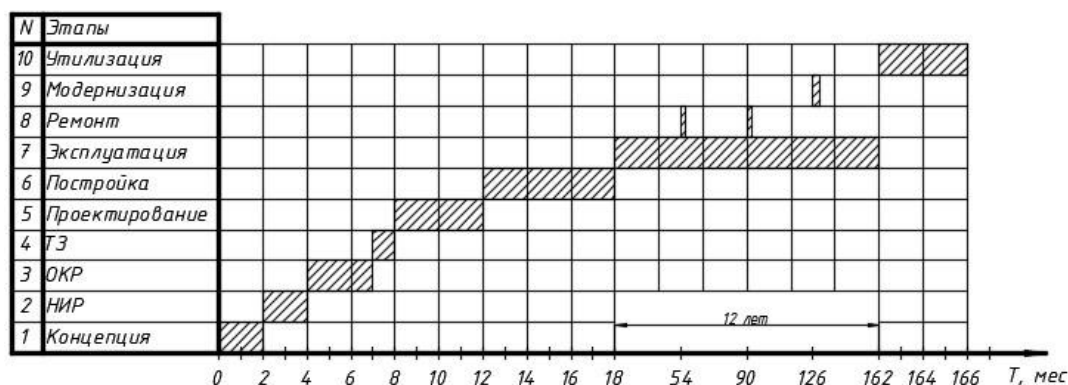


Рис. 1 Жизненный цикл ЛПВП

1. Филиппов П.В., Шумаев М. Ю., Марченко А. В. Применение информационных технологий для управления жизненным циклом судов и морской техники // «Транспорт Российской Федерации», № 1 (62) 2016.

УДК 629.124.791

КИСЕЛЕВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА БАРЖ С МОДУЛЬНЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В 2000 году на российских реках работали 21 тыс. ед. транспортного флота, по данным 2016 г. работало всего 11 тыс., при этом их средний возраст превышает 36 лет. За последние 15 лет было построено 800 судов, но они не способны компенсировать тот объем работ, который выполняли уже выведенные из эксплуатации суда: их в 13 раз больше, чем новых [1]. При этом, по состоянию на декабрь 2018 г. средний возраст несамоходных нефтеналивных и сухогрузных барж большегрузных толкаемых составов составляет 35 лет.

Поскольку тенденция опережающего роста объемов списания несамоходных сухогрузных и наливных судов сохраняется, в связи с чем, в ближайшие годы может возникнуть ситуация, обусловленная отсутствием на ВВП несамоходных судов нового поколения в необходимом количестве. Для решения этой проблемы предлагается модульное формирование линейки и сетки судов несамоходного флота нового поколения для ВВП европейской части России.

Грузовые помещения этих судов по желанию Заказчика могут выполняться в виде: площадки; трюма открытого или с люковым закрытием для сухогрузов; грузовых танков с гладкой палубой или с тронком для наливных грузов.

В основу модульного формирования вновь строящихся судов положен конструктивный модуль (КМ) с размерениями $l \times b \times h = 14,4 \times 14,0 \times 4,24$ м.

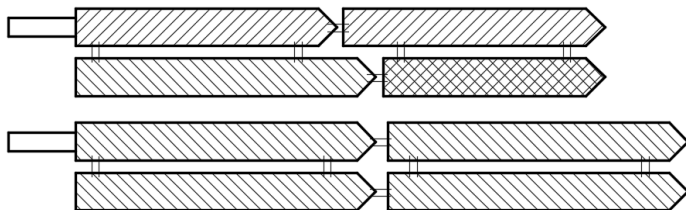
При этом формирование модульной концепции строиться не на одном КМ, а как минимум, на использовании еще геометрического (ГМ) и функционального (ФМ) модулей [2].

ГМ с симметричными в носу корме обводами в виде «плоских саней» с углом наклона батоксов 17° , за счет изменения количества КМ по длине судна, позволяет, в свою очередь формировать модульные размерения линейки и сетки барж: М115, М100, М85. При этом ФМ

носовой и кормовой оконечностей с высокой степенью меж проектной унификации будут оснащаться судовыми устройствами, механизмами и оборудованием.

Типоразмерный ряд судов позволит оптимально формировать составы, максимально использовать габариты судового хода при оптимальном заполнении камер шлюзов на магистральных участках Волги и Камы, а модульный принцип создания барж позволяет обеспечить экономический эффект на всех стадиях жизненного цикла судна: на стадии проектирования - сокращением трудоемкости, продолжительности и объема выполнения проектно-конструкторских работ; на стадии подготовки производства - использовании комплексной системы типовых технологических процессов, агрегатированной оснастки и оборудования; на стадии постройки судов - в результате повышения уровня конструктивной и технологической однородности изготавливаемой продукции, близкой к серийному производству.

Схемы формирования составов показаны на рис. 1.



Условный шифр	Размерения (LxВxТ), м	Условное обозначение
M115	114,5x14,0x3,6	
M100	100,1x14,0x3,6	
M85	85,7x14,0x3,6	

Рис. 1 Схемы формирования составов

Таблица 1 Типоразмерные модули

Библиографический список

1. Журнал «Речной транспорт» №3 (79) 2016 июль-сентябрь.
2. Журнал «Речной транспорт» №2 (26) 2007 март-апрель.

УДК 629.124.791

КЛИМОВ К.А., РУДНИЦКИЙ В.И.

ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Надежность - это важнейший показатель качества любого изделия – прибора, механизма, машины или системы. Надежность является одной из основных характеристик изделия.

Из всего жизненного цикла изделия период эксплуатации является самым продолжительным. Поэтому обеспечение проектной надежности судовых энергетических оборудований в этот период в наибольшей степени влияет на эффективность его использования. Эксплуатационная готовность будет зависеть от своевременного обеспечения потребным количеством сменно-запасных частей (СЗЧ) и обменным фондом агрегатов (ОФ) при его техническом обслуживании и ремонте. Кроме того при обеспечении судовых энергетических оборудований СЗЧ и ОФ в процессе эксплуатации будет зависеть и конкурентоспособность судна.

Надежность характеризуется следующими показателями: безотказность, ремонтпригодность, долговечность сохраняемость.

Для решения практических задач эксплуатации потоки отказов можно считать простейшими т.е. вероятность совмещения двух или более отказов в один и тот же момент не возможна.

Исследовано значимость каждого элемента судового оборудования с позиции надежности. Исследования показали, что наиболее значимым для обеспечения безопасности плавания судна является ДРК.

Обеспечение надежности судового оборудования в период эксплуатации, осуществляется за счет нужного количества СЗЧ и обменного фонда агрегатов.

Необходимый начальный запас СЗЧ и ОФ агрегатов определяется на календарный год. С помощью разработанного метода расчета.

Для потребного количества СЗЧ необходимо иметь следующие величины: продолжительность расчетного периода, количество однотипных единиц узлов, интенсивность выхода из строя, интенсивность потребления СЗЧ, интенсивность ввода механизмов в эксплуатацию в результате ремонта, интенсивность производства СЗЧ в эксплуатационный период.

Потребное количество ОФ агрегатов определяется на заданный период для обеспечения эксплуатационной готовности определенного количества единиц автономных объектов.

При расчете потребного количества ОФ агрегатов, нужно иметь ввиду что агрегат может выходить из строя несколько раз, до полного износа и не восстановления.

Для расчета потребного количества ОФ агрегатов необходимо иметь: продолжительность расчетного периода, количество однотипных объектов, интенсивность выхода из строя однотипных единиц АО в результате отказа агрегата, интенсивность потребления единицей АО единиц ОФ агрегатов, коэффициент учитывающий одновременный отказ нескольких агрегатов, интенсивность ввода АО в результате ремонта, интенсивность ремонта агрегатов в расчетный период времени.

Начальное количество ОФ агрегатов будет зависеть от интенсивности их ремонта, решение об организации ремонта может быть принято в результате экономического анализа, условия об обеспечении постоянного количества единиц АО в эксплуатации при решении задачи планирования позволят оптимизировать производственные мощности участков агрегатного ремонта.

-
1. Моделирование функционирования судового оборудования с позиции надежности (безотказности).
А.В. Рудницкий, В.И. Рудницкий

УДК 629.124

КОТОВ В.М.

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОГО ТИПА ЛЕДОКОЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка углеводородных месторождений, а также возможность использования кратчайшего морского пути между портами Европы и Азии – Северного морского пути (СМП) обуславливают комплексную транспортную проблему, связанную с разрушением ледяного покрова, созданием ледового канала для проводки судов, выводом судов из ледового плена. Универсальным средством проведения ледокольных работ являются ледоколы. Однако, традиционные суда-ледоколы имеют ряд недостатков: их коэффициент полезного действия, как устройств разрушающих лед, невысок; строительная стоимость, эксплуатационные расходы и энергетические затраты на разрушение льда велики.

Поэтому постоянно ведется поиск новых средств разрушения льда. Одним из таких эффективных средств являются ледокольные платформы на воздушной подушке (ЛПВП).

На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ в рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл» ведется проектирование инновационной энергосберегающей ледокольной платформы на воздушной подушке для разрушения льда и продления навигации в Обско-Тазовской губе.

Ледокольная платформа на воздушной подушке (ЛПВП) - несамоходное однопалубное судно на воздушной подушке амфибийного типа с гибким ограждением (ГО) по периметру класса Морского Регистра судоходства К⁰ R3-RSN, эксплуатируется в сале с буксиром, приспособленным для плавания в битых льдах при температурах воздуха до -40⁰С с разрушением сплошного ледяного покрова толщиной до 1,3 метров. Автономность плавания по запасам топлива – 5 суток. Экипаж - 3 чел. Внешний вид ЛПВП приведен на рис. 1.

Основные характеристики ЛПВП:

- длина корпуса ЛПВП (без ГО) - 32,0 м;
- ширина корпуса ЛПВП (без ГО) - 26,0м;
- высота корпуса - 3,0 м;
- высота гибкого ограждения - 2,0 м;
- площадь воздушной подушки - 832 м²;
- мощность двигателя - 4×630 кВт;
- давление вентилятора - 12,4 кПа;
- расход воздуха из ВП - 130 м³/с;
- водоизмещение порожнем - 525,1 т;
- полное водоизмещение без балласта и груза 626,2 т;
- полное водоизмещение с балластом 806 т при осадке 1,31 м (в водоизмещающем режиме).

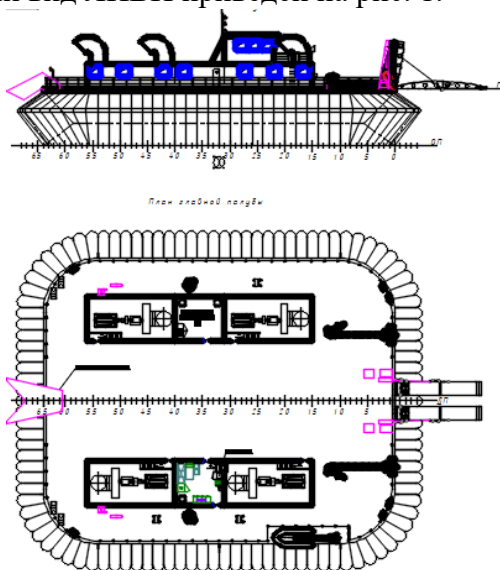


Рис. 1. ЛПВП

Особенность ЛПВП являются: отсутствие движителя, наличие специального сцепного устройства для стыковки с судном-толкатом, небольшая надстройка, просторная палуба для перевозки грузов и сегментное гибкое ограждение.

Применение ЛПВП позволит существенно расширить возможности ледокольных средств и решать народно-хозяйственные задачи.

УДК 629.124

КОТОВ В.М.

БАЗОВЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СВП ДЛЯ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На мелководных акваториях континентального шельфа России разведаны значительные запасы углеводородов. Однако промышленная разработка этих месторождений сдерживается рядом причин: удаленностью от материка; сложными ледовыми условиями на мелководье, уязвимостью окружающей среды и т.п.

Одной из концепций освоения и эксплуатации таких месторождений является создание различных транспортных СВП, в том числе и ледокольных, что значительно позволит снизить затраты на транспортную инфраструктуру в мелководных районах. Модульный принцип формирования типоразмерного ряда СВП, в свою очередь, позволит снизить затраты на строительство.

В работе реализованы основные концептуальные принципы, которые необходимо реализовать в дальнейших стадия проектирования.

В основе идеологии проектирования предусматривается блочно-модульный принцип формирования СВП различных типов, включая грузовые, грузопассажирские, пассажирские, специализированные (такие как пожарные и санитарные) и ледокольные.

Применение блочно-модульного принципа формирования СВП из элементов максимальной заводской готовности позволяет оптимизировать нам массогабаритные характеристики, что значительно снижает затраты на их постройку и эксплуатацию.

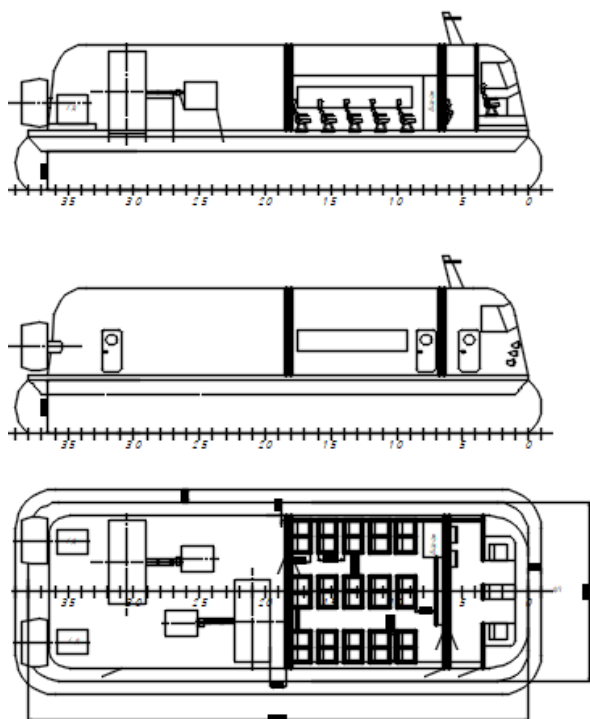


Рис. 1. Судно на воздушной подушке с модульным принципом формирования корпуса

Кроме вышеупомянутой концепции такое СВП может эксплуатироваться и как обычное транспортно-грузовое судно на линиях с труднодоступным, для обычного транспорта, характером местности, например: мелководные реки, заболоченные участки, тундра, прибрежная зона. Большая скорость передвижения и амфибийные качества СВП обеспечат высокую эффективность работы транспортной инфраструктуры таких регионов.

Оптимизированный типоразмерный ряд СВП позволит быстро построить транспортные средства под нужды заказчика, природно-климатические условия, объем необходимых перевозок и специализированных задач. А унификация конструкции модулей и базовых СВП откроет большой спектр возможностей дальнейшего развития.

УДК 629.124.791

КРИВЦОВ Л.М.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИБКОГО ОГРАЖДЕНИЯ ДЛЯ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОЛУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ в рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл» ведется проектирование инновационной энергосберегающей ледокольной платформы на воздушной подушке (ЛПВП) для разрушения льда и продления навигации.

Для функционирования платформы на воздушной подушке воздух с помощью нагнетателя должен быть подан непосредственно в подкупольное пространство, имеющее очертания колокола. В подкупольном пространстве создается подушка из сжатого воздуха, которая обеспечивает подъем судна над поверхностью на заданную высоту парения. Воздух подается в подкупольное пространство в объеме, достаточном для восполнения его потерь в результате утечки из-под днища судна. Для предотвращения утечки воздуха платформа снабжена гибким ограждением (ГО) из эластичного материала, который провисает между корпусом и поверхностью, обеспечивая большой клиренс над препятствиями.

По существующему законодательству для уменьшения загрязнения мирового океана выброс за борт неочищенных сточных вод, нефтепродуктов и мусора значительно ограничен, а в ряде случаев полностью запрещен. Применяя установку для сжигания мусора, можно добиться того, что за борт не будут выбрасываться загрязняющие океан отходы.

Очистка нефтесодержащих вод

Международная конвенция 1954 года (с поправками 1962, 1969, 1971 г.) по предотвращению загрязнения моря нефтью установила запрет на слив за борт трюмно-балластных вод, содержащих нефтепродукты, в пределах прибрежной зоны (до 100-150 миль) о концентрацией их более 100 мг/л). В России установлены следующие предельно допустимые концентрации (ПДК) нефтепродуктов в воде: многосернистые нефтепродукты - 0,1 мг/л, несернистые нефтепродукты - 0,3 мг/л. В связи с этим большое значение для охраны окружающей среды имеет разработка и усовершенствование способов и средств очистки воды от содержащихся в ней нефтепродуктов. Существует ряд методов очистки нефтесодержащих вод: а) отстойный, б) коалесценция, в) коагуляция, г) метод фильтрации, д) центробежный (инерционный), е) ультразвуковой, ж) метод электрического поля, з) флотационный.

Очевидно, что контроль за соблюдением правил всеми участниками судоходства невозможен. Практически, наиболее объективные данные могут быть получены только при постоянном мониторинге водной поверхности с применением съемки из космоса.

Библиографический список

1. Зуев В.А., Калинина Н.В. Обеспечение экологической безопасности при плавании судов - 2008г
2. Санитарные Нормы и Правила морских судов. СП - 1987.
<https://uchebniki-besplatno.com/osnovi-ekologii-uchebnik/124-ekologicheskie-trebovaniya-obyektam>
3. Экологические требования к объекта

УДК 629.124

МАЛЫШЕВ А.А., АЗОВКИН В.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ в рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл» ведется проектирование инновационной энергосберегающей ледокольной платформы на воздушной подушке (ЛПВП) для разрушения сплошного льда толщиной до 1,3 метра и продления навигации в Обско-Тазовской губе. Для повышения эффективности ЛПВП предусмотрена возможность ее эксплуатации в летний период для перевозок большегрузного транспорта.

Целью работы является разработка конструкции корпуса платформы. Для этого выбран материал корпуса судна судостроительную сталь категории D с пределом текучести 235 МПа. Это соответствует требованиям Правил [1] при толщинах листов обшивки до 20 мм и отрицательных температурах воздуха до -40°C ; выбрана продольная система по днищу, настилу двойного дна, палубе и поперечная для бортовых перекрытий. На всем протяжении предусмотрено двойное дно высотой 1 м. Рамные шпангоуты установлены через 4 шпации (размер поперечной и продольной шпации 500 мм). В плоскости рамных шпангоутов установлены сплошные флоры и рамные бимсы. Вдоль бортов предусмотрены надстройки, в которых расположены служебные и жилые помещения. Отношение $L/H=10$, что не противоречит требованиям Правил [1].

В работе была разработана схема мидель-шпангоута и выполнены все необходимые расчеты на прочность, что позволило определить размеры конструкций. Данная задача решалась в следующей последовательности: а) определены нагрузки, действующие на корпус

судна; б) вычислены минимальные толщины корпуса; в) набран основной набор по палубе, днищу и бортам; г) спроектирован конструктивный чертеж корпуса (рис. 1).

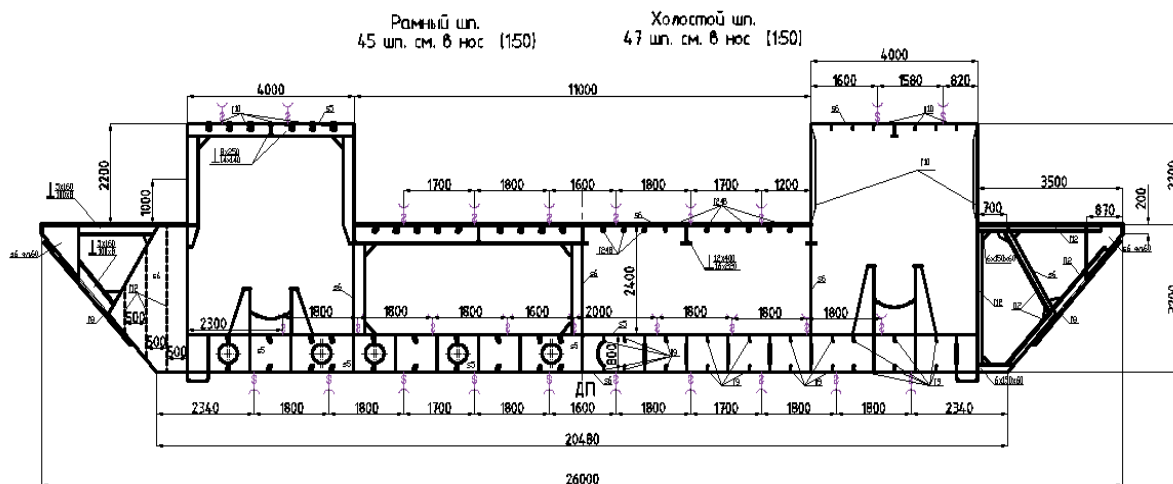


Рис. 1. Конструктивный мидель-шпангоут

Все толщины и моменты сопротивления элементов конструкции соответствуют Правилам РМРС [1].

1. Российский морской Регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. - СПб, 2018.

УДК 629.124.791.07

МАМЕДОВ Э.Ш., БЛИНОВ К.С.

ШАБЛОН ДЛЯ ВЫРЕЗКИ БАЛОК – КЛАВИШ В МОДЕЛИРОВАННОМ ЛЬДУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из актуальных проблем разработки и проектирования ледоколов, ледокольных судов и сооружений, эксплуатирующихся в сплошных ледяных полях, является необходимость испытания их моделей в модельном ледяном покрове. Несмотря на длительную историю разработки способов моделирования ледяного покрова, существующие методы имеют ряд недостатков, что делает актуальным дальнейшие поиски моделей, отличающихся большей адекватностью. Одной из таких моделей может служить способ, предложенный на кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» [1], состоящий в том, что в естественный лед добавляются полиэтиленовые гранулы. Благодаря низкой адгезии полиэтилена ко льду прочность и упругость такого модельного льда может соответствовать условиям моделирования по прочности и модулю упругости.

Для измерения и контроля этих параметров используется тест по облому консольной балки (клавиши), выпиленной в ледяной пластине. В модели ледяного поля без гранул такие балки обычно вырезаются пилами. Сделать пропил во льду с гранулами без опасности повреждения всего ледяного поля практически невозможно. Поэтому предлагается использовать специально сконструированный шаблон, конструкция которого показана на рис. 1. Балки шаблона имеют облицовку из жести и заполнены эпоксидной смолой, внутри которой помещены нихромовые спирали. Для нагрева спиралей в целях безопасности используется источник питания 27 В, постоянного тока максимальной мощностью 130 Вт.

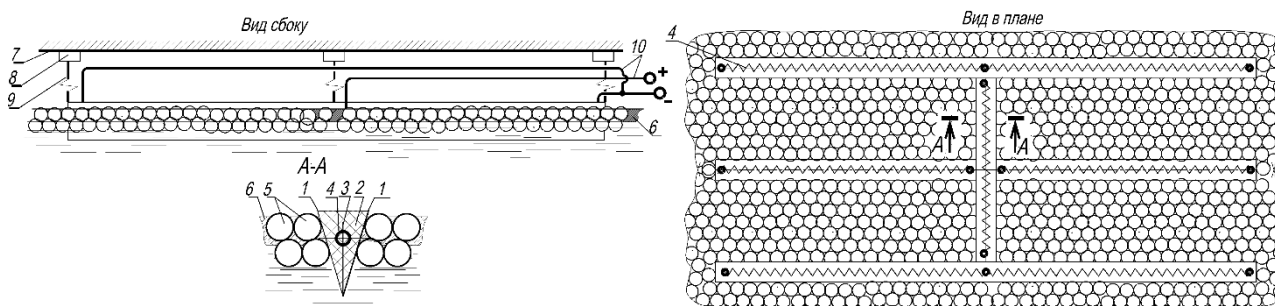


Рисунок 1. Конструкция шаблона для образования консольных балок – клавиш:

1 - жестяной кожух, 2 - эпоксидная заливка, 3 - опора для спирали, 4 - нихромовая спираль, 5 - полиэтиленовые гранулы, 6 - лед, 7 - стальной потолок, 8 - магниты, 9 - нити подвеса шаблона, 10 - провода электропитания

Конструкция шаблона обеспечивает подготовку сразу 4-х балок. Комплект из 3-х шаблонов обеспечивает количество данных для одной ледяной пластины, достаточное для их статистического анализа. Шаблон вставляется в бассейн с подготовленными гранулами. Выравнивается и крепится на нитях к потолку над бассейном с помощью магнитов. После этого производится заморозка поля до нужной толщины льда. Перед обломом консольных балок шаблон подключается к питанию и прогревается. Мощность источника позволяет прогреть шаблон от -20°C до $+5^{\circ}\text{C}$ за 5 – 8 мин без перегрева эпоксидного наполнителя. Перед опытом по облому балок шаблон благодаря нагреву легко вынимается из ледяного поля с гранулами.

Предложенный шаблон является более совершенным инструментом, чем известные способы образования балок в моделированных льдах ледовых опытовых бассейнов.

1. Зуев В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях. -Л.: Судостроение, 1986.-208с.

УДК 629.124.791

МОЗГОВАЯ М.Н.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛЕДОВОГО БАССЕЙНА НГТУ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в НГТУ на кафедре "Кораблестроение и авиационная техника" имеется опытовый ледовый бассейн, в котором ведутся научно-исследовательские работы, связанные с изучением разрушения ледяного покрова водоемов при помощи ледоколов, ледокольных приставок и платформ на воздушной подушке, а также практические занятия магистрантов. В рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл» на кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» разрабатывается проект дооборудования ледового бассейна.

Для повышения информативности и достоверности исследований, проводимых в ледовом бассейне, необходимо произвести его модернизацию, поскольку существующее оборудование бассейна не соответствует требованиям, предъявляемым к оборудованию современных опытовых бассейнов, а именно:

- 1) малая масса тележки влияет на показания приборов;
- 2) недостаточная жесткость тележки и осей колес;
- 3) алюминиевые колеса с ребордами малого диаметра не применяются на буксировочных тележках, т.к. не обеспечивают равномерной скорости;
- 4) рельсы в виде тонкой стальной полосы, а также малое расстояние между передними и задними колесами не обеспечивают равномерного и прямолинейного движения тележки;

- 5) ручной и гравитационный привод также отрицательно влияют на равномерность скорости движения;
- 6) отсутствие на тележке устройства запирающего динамометра во время разгона приводит, как правило, к существенным искажениям силы сопротивления, измеряемой на модели;
- 7) при испытании моделей не учитывается и не соблюдается деление бассейна на участки: разгонный, стабилизационный, мерный, тормозной.

Выше перечисленные факторы существенно влияют на точность экспериментов. Для ликвидации данных недостатков, на кафедре разработан алгоритм модернизации опытового ледового бассейна, который включает в себя три этапа.

1. Разработка и создание самоходной буксировочной тележки, движущейся над бассейном по подвесным рельсовым путем.
2. Разработка и создание информационно-измерительного комплекса, состоящего из механических устройств, смонтированных на тележке с элементами автоматики и современной информационной измерительной системы, созданной на базе электронной платы SCXI – 1540, системы беспроводного доступа и двух компьютеров с программным обеспечением, позволяющим вести сбор и обработку информации в темпе эксперимента.
3. Разработка и выпуск документации.

Запланировано выпустить следующие документы: методику проведения стандартных испытаний и обработки полученных результатов; паспорт на опытовый бассейн и его оборудование; инструкцию по эксплуатации буксировочной тележки и оборудования ледового бассейна и пройти метрологическую аттестацию ППС. В процессе выполняемых в настоящее время модернизационных работ на кафедре получен Патент РФ на привод малых скоростей буксировочной тележки [1].

Использование бассейна НГТУ позволит проводить недорогие и высокопроизводительные модельные испытания, не требующие уникального оборудования для прогнозирования ледовой ходкости судов.

-
1. **Зуев В.А.**, Золотов Н.В. Привод малых скоростей для буксировочной тележки опытового гидробассейна. Патент на полезную модель № 179432 от 15.05.2018, НГТУ.

УДК 629.124.791

МОЗГОВАЯ М.Н.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КОРПУСА ПРИ СКРУЧИВАНИИ БЕЗЛЮКОВОГО КОНТЕЙНЕРОВОЗА С БОЛЬШИМ РАСКРЫТИЕМ ПАЛУБЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение прочности корпуса является важнейшей составляющей безопасной эксплуатации судов. Как известно, суда открытого типа обладают малой жесткостью из-за большой ширины люковых вырезов (более 80% ширины судна), что способствует появлению дополнительных нормальных напряжений в палубном перекрытии, вызванных стесненностью деформации сечений. Поэтому для проектируемого судна открытого типа необходимо определить напряжения в палубных конструкциях, возникающие при совместном действии изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях и крутящих моментов.

Для оценки напряженности палубных конструкций судна с широким раскрытием палубы в данной работе использовалась методика стесненного кручения [1].

Объектом расчета выбран безлюковый контейнеровоз с двойными бортами, двойным дном, у которого раскрытие палубы составляет $b/B = 0,83$.

Выполнена проверка прочности на начальном этапе. Последовательно были определены:

- внешние силы при кручении в условиях волнения и на тихой воде, которые регламентированы в Правилах Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС)[2];
- секториальные и геометрические характеристики рассматриваемого сечения судна (в данной работе рассматривается миделевое сечение);
- кинематические и силовые параметры стесненного кручения с учетом поперечных перемычек при кормовом расположении машинного отделения;
- сравнение полученных характеристик с допускаемыми значениями.

На основании выполненных расчетов напряжений при стесненном кручении корпуса судна (табл.1) следует, что суммарные напряжения в продольных связях верхней палубы не превышают величины опасных нормальных напряжений: $[\sigma] = 0,8 \cdot ReH = 252 \text{ МПа}$.

Таблица 1

Расчетное сечение	$M_w(x)$, кНм	σ_w , МПа	σ_b , МПа	$\bar{\sigma}_h$	σ_{tw}^Σ , МПа	$\bar{\sigma}_{tw}$	K_Σ	σ_{ts} , МПа	σ_{sw} , МПа	σ_Σ , МПа
x/L (0,5)	-1871172	-99,6	110,55	-1,11	3,83	-0,04	1,143	-0,7	-107,8	-222,3

Приведенные расчеты необходимы для минимизации эксплуатационных повреждений, поскольку действительный уровень напряжений в элементах комингса при некоторых режимах работы судна приводит к серьезным деформациям и появлению трещин.

Библиографический список

1. Методика расчета прочности судов с широко раскрытыми палубами при кручении. Регистр СССР. В сборнике нормативно-методических материалов. Кн.1 -Л: Транспорт, 1979 – 152с.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Часть II. Корпус– СПб., 2018 –231с.

УДК 629.124.791

МОЗГОВАЯ М.Н.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕЗЛЮКОВОГО КОНТЕЙНЕРОВОЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сегодня на контейнерные перевозки приходится более 16% мирового объема морских перевозок и более половины их стоимостного объема. Появление безлюковых контейнеровозов (БЛКВ) связано с идеей достичь максимального эффекта от использования при перевозках стандартных контейнеров за счет максимальной автоматизации перегрузочных процессов в портах. Устройство открытых контейнерных трюмов снижает примерно на 25% время стоянки судна в порту, которое также сокращается и за счет новой конструкции вертикальных составляющих[1].

Основные преимущества и недостатки БЛКВ приведены в табл.1[1]. Конструктивное различие между традиционным контейнеровозом и безлюковым представлено на рис.1.

Таблица 1. Преимущества и недостатки контейнеровозов открытого типа

<i>Преимущества</i>	<i>Недостатки</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Сокращение стояночного времени в портах под грузовыми операциями. • Отсутствие затрат ручного труда берегового персонала во время грузовых операций. • Снижение количества палубной команды. • Отсутствие затрат времени на открытие, закрытие и перемещение люковых крышек. • Реальное обеспечение техники безопасности при производстве грузовых работ. • Увеличение вместимости судна до 20%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Некоторое увеличение строительной стоимости. • Попадание в трюмы воды во время эксплуатации от дождя или забрызгивания во время шторма. • Необходимость установки в трюмах осушительных систем, оснащенных насосами соответствующей производительности, с целью оперативного удаления поступившей в результате заливания воды из трюмов. • Необходимость в дополнительных конструктивных и иных мерах по обеспечению остойчивости судна при наличии воды в трюмах.

Кроме того, важной конструкционной задачей при проектировании БЛКВ является обеспечение прочности вследствие пониженной жесткости корпуса.

Перспектива того, что безлюковые контейнеровозы будут строиться в России и станут конкурентоспособными судами, способствует тому, что судовладельцы ищут новые пути снижения расходов (например, портовые сборы), но при этом не хотят терять имеющийся грузооборот. Сама идея, которая предполагает развитие и внедрение безлюковых контейнеровозов в отечественный флот представляется очень заманчивой. По опыту зарубежных компаний, данная тема все более плотно исследуется инженерами и конструкторами, а значит, проектирование и постройка данного типа судна может быть осуществлена и на российских предприятиях судостроительной отрасли.

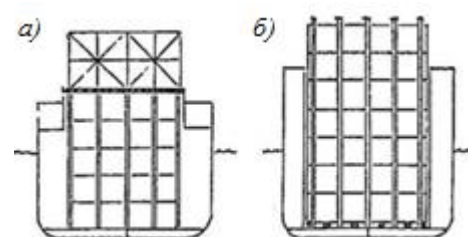


Рис. 1. Конструктивное различие традиционного контейнеровоза и безлюкового:

***а* – традиционный контейнеровоз; *б* – контейнеровоз открытого типа.**

1. Тарануха Н.А., Бурменский А.Д. Безлюковые контейнеровозы – Владивосток: Дальнайка, 2010. – 249 с.

УДК 629.12

МУРТАЗИН Т.М.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДРУЛИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В SOLIDWORKS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Подруливающее устройство (ПУ) является одним из наиболее распространенных вспомогательных средств управления судном. ПУ представляет собой автономную систему, независимую от главных двигателей. Ее размещают в корпусе судна. ПУ создает поперечную силу путем засасывания забортной воды и выбрасывания ее в поперечном по отношению к ДП судна направлении [1].

ПУ предназначено для управления судном в условиях, когда эффективности основных средств управления недостаточно. Устройство должно обеспечивать маневренность судна, не имеющего хода; при швартовных операциях; при отходе от стенки; при развороте в условиях ветра и течения; на малых ходах в акватории портов и т.д.

Общий конструктивный признак всех ПУ наличие поперечного канала в корпусе судна и встроенного в него импеллера. В качестве импеллера может быть использован винт, насос или специальный движитель.

В данной работе рассматриваются вопросы проектирования элементов ПУ с использованием SolidWorks. Поставленная задача решалась в следующей последовательности: построена поверхность корпуса судна, рассчитаны элементы ПУ, смоделирован импеллер и ПУ размещено в корпусе судна в соответствии с требованиями Правил РРР [2].

На рис. 1 приведен вариант компоновочного решения носового ПУ на судне, выполненный в SolidWorks [3].

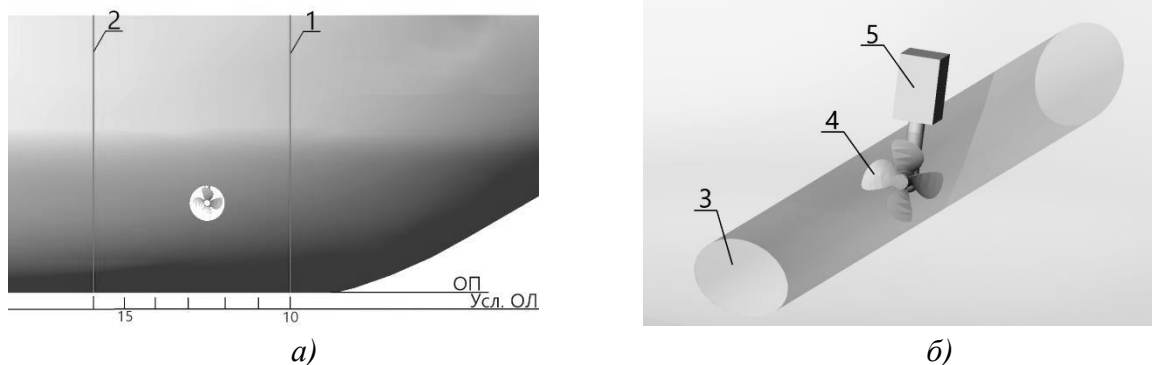


Рис. 1 – Вариант компоновочного решения:

***a* – вид сбоку; *б* – изометрический вид;**

***1* – форпиковая переборка; *2* – переборка отсека ПУ; *3* – канал ПУ;
4 – импеллер; *5* – двигатель ПУ**

Библиографический список

1. **Гофман А.Д.** Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна. Справочник. – Л.: Судостроение, 1988. – 360 с.
2. Российский Речной Регистр. Правила классификации и постройки судов.: [Электронный ресурс] // Правила РРР URL: <http://www.rivreg.ru/assets/Upload/rules2015/rules062018.pdf>
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

ПРОКОФЬЕВ С. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХОДКОСТИ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ ПУТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Испытания моделей судов в опытовых бассейнах в настоящее время являются наиболее достоверным способом прогнозирования сопротивления воды движению судна при его проектировании.

На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ в рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл» проведены модельные испытания инновационной энергосберегающей ледокольной платформы на воздушной подушке с целью определения сопротивления окружающей среды (воздуха, воды и битого льда) ЛПВП, предназначенной для круглогодичной навигации в районах Обско-Тазовской губы.

Цель испытаний – определение сопротивления при движении ЛПВП на чистой воде и в битом льду сплоченностью 8 баллов и пересчет результатов испытаний на натуре.

Для проведения модельных испытаний была выбрана модель ЛПВП и модернизирована под новые характеристики.

Модель изготовлена из дерева и оргстекла, а гибкое ограждение из ткани «болонья». Гибкое ограждение (ГО) выполнено в виде поперечно расчлененных сегментов открытого типа по всему периметру воздушной подушки.

Характеристики модели представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные характеристики модели ЛПВП

Наименование	Значение
Длина расчетная, мм	900
Ширина расчетная, мм	800
Высота корпуса, мм	132
Длина по воздушной подушке, мм	740
Ширина по воздушной подушке, мм	640
Высота гибкого ограждения, мм	175
Масса модели (варьировалась), кг	21,0...22,85
Вентилятор центробежный	-
Мощность двигателя, Вт	400

Результаты испытаний модели ЛПВП в ледовом опытовом бассейне представлены в виде кривых сопротивления от скорости хода рис. 1 и пересчитаны на натурное судно.

Для регулировки расхода воздуха и давления в воздушной подушке испытания проводились при различных напряжениях 25 В и 35 В.

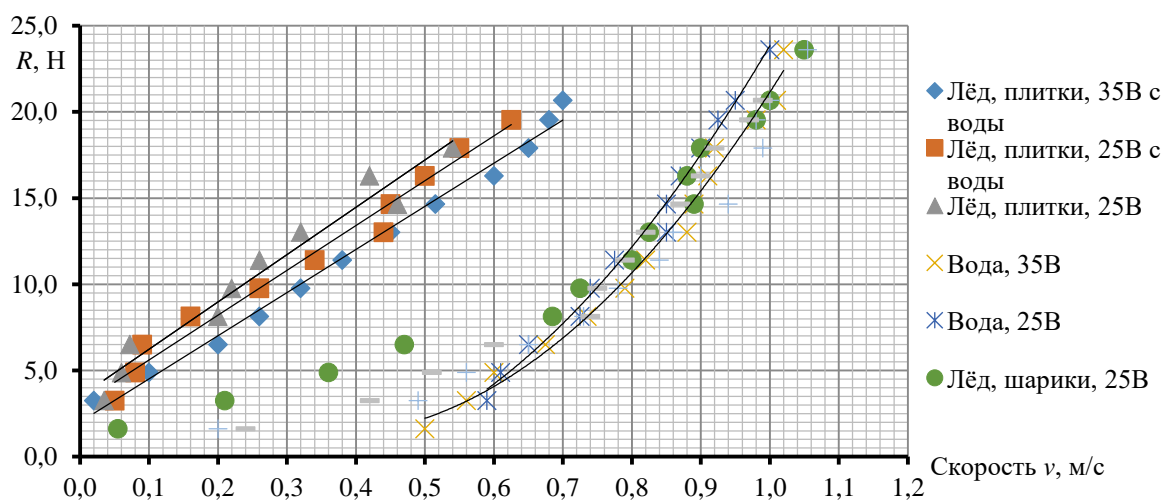


Рис. 1. Сопротивление ЛПВП при напряжениях 25В/35В на чистой воде и в битом льду

УДК 629.124

ПРОКОФЬЕВ С. А.

ЛЕДОКОЛЬНОЕ СУДНО НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ С РОТОРНО-ВИНТОВЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Ледокольное судно на воздушной подушке с роторно-винтовым движителем предназначено для разрушения ледяного покрова толщиной до 0,8 м и создания ледового канала шириной до 44 м для проводки судов в прибрежных районах Ленинградского Морского порта.

Техническим результатом применения роторно-винтового движителя на ЛСВП обусловлено рядом преимуществ:

- обеспечение требуемой проходимости на грунтах со слабой несущей способностью (ниже 0,02 МПа, к ним относятся снег и лед) [1];
- повышение эффективности работы судна за счет его самоподвижности и наличия средств предварительного подрезания льда;

- при движении на воде, РВД обладает сравнительно большим КПД в отличие от двигателей колесного и гусеничного типа;
- применение воздушного винта не обеспечивает требуемой маневренности ЛСВП (особенно при наличии неровной поверхности, например торосы).

Работа судна осуществляется следующим образом, рис. 1: конструкция, состоящая из корпуса (2) и двух роторно-винтовых движителей (3) опускается с судна (1) посредством стрелы (4), приводимое в движение при помощи поворотного гидродвигателя (5). При опущенной стреле, шнеки осуществляют вращательное движение от двух гидромоторов (6). Движитель контактирует с опорной поверхностью (7), обеспечивая тяговое усилие. ЛСВП давлением воздуха в воздушной подушке вытесняет из-под льда воду, создавая тем самым воздушную полость (8), за счет которой равновесие ледяного покрова нарушается, и происходит разрушение под действием сил тяжести. Судно перемещается вперед, оставляя за собой канал с обломками льда (9).

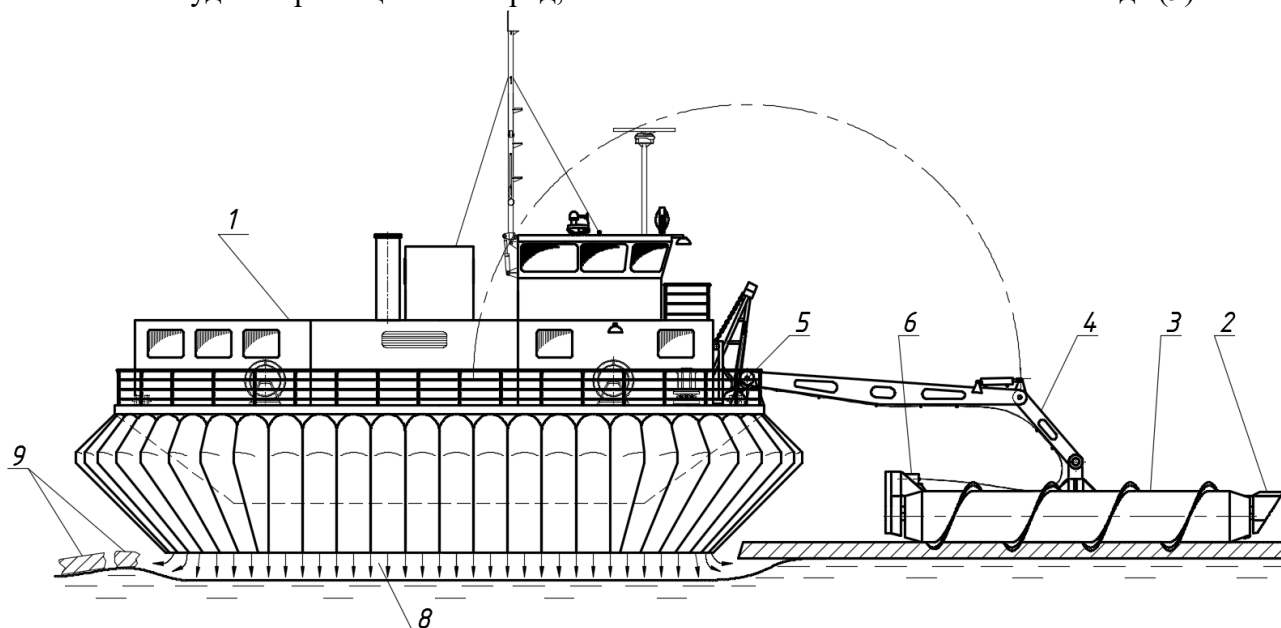


Рис. 1. Схема работы ЛСВП

1. Куляшов А.П., Колотилин В.Е. Экологичность двигателей транспортно-технологических машин. М.: Машиностроение, 1993. 288 с.

УДК 629.124.791.07

ПШЕНИЦЫН Д.А

ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГРАНУЛ ДЛЯ КОМПОЗИТНОГО МОДЕЛЬНОГО ЛЬДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Испытания моделей судов и сооружений в модельном льду является одним из главных способов оценки ледового сопротивления и сил, действующих на сооружения. Основным способом получения таких данных на ранних стадиях проектирования является модельный эксперимент в модельном льду. Основным свойством такого льда является соответствие критериям подобия. Одним из приемов получения такого подобия является предложенный на кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» способ [1], состоящий в том, что в естественный лед, соответствующей толщины, вмораживаются полиэтиленовые гранулы.

Наиболее распространенные для поставки гранулы изготавливаются по соответствующим ГОСТам методом экструзии и имеют неправильную форму. Наличие на кафедре большого запаса таких гранул требует систематизации их размеров и формы, что позволит оценивать наполненность ими естественного льда, объем и массу включений, необходимые для последующих расчетов. Конечная цель исследования состояла в аппроксимации неправильных форм гранул сферической формой. характеристики плотности упаковки которых приближенно соответствует плотности упаковки гранул неправильной формы.

Из массы имеющихся гранул сделана выборка в количестве 50 шт. Анализа их форм показал, что в одном из направлений гранулы имеют форму близкую к сферической. Эта сфера переходит в цилиндр с радиусом основания, близким к радиусу сферы R . Примерная форма гранул показана на рис.1-а. Статистический анализ исходных размеров гранул показал, что их распределение соответствует нормальному закону (рис.1-б). Форма гранул аппроксимировалась сферой, с объемом, равным составной форме (полусфера + цилиндр):

$V_{сф} = (1/2) \cdot (4/3) \cdot \pi R^3 + \pi \cdot h \cdot R^2$. Отсюда приведенный диаметр сферы определялся известным образом: $\varnothing = \sqrt[3]{6 \cdot V_{сф} / \pi}$. Средний диаметр приведенных к сфере гранул $\varnothing = 3.5$ мм.

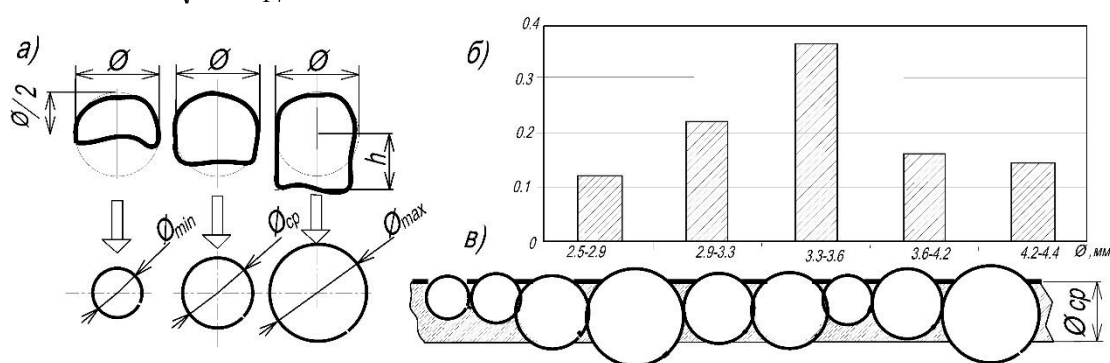


Рис. 1. Гранулы полиэтилена:

а) реальная форма гранул и ее аппроксимация сферами; б) гистограмма распределения размеров гранул, приведенных к сферической форме; в) средняя толщина льда с замороженными гранулами разного диаметра

Таким образом, полученный результат позволяет определиться с толщиной слоев композитного моделированного льда при его заморозке для испытаний (рис.1-в) с использованием гранул неправильной формы.

1. Зуев В.А., Беляков В.Б., Грамузов Е.М. Способ испытания судов ледового плавания. Заявл.№3528021/27-11, 1982. – Оpubл. в 1984, №5.

УДК 629.124.791

СТАНКЕВИЧ Б.А., КУРНОСОВА В.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВЫХ СИСТЕМ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Судовые системы играют важную роль в функционировании судна, они обеспечивают безопасность плавания судна, условия жизни экипажа, сохранность груза.

Судовые системы делятся на общесудовые и специальные системы.

На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ в рамках стратегического проекта 2 «Проектно-ориентированное обучение - полный жизненный цикл» ведется проектирование инновационной энергосберегающей ледокольной платформы на воздушной подушке для разрушения льда и продления навигации.

На ледокольной платформе были спроектированы как общесудовые, так и специальные системы. К первым относятся балластно-осушительная, система нефтесодержащих вод (далее НСВ), водопожарная система тушения, система отопления, система вентиляции машинных и жилых помещений. В состав специальных систем входят противопожарные системы объемного и местного тушения и системы судовых энергетических установок (СЭУ) [1].

Балластно-осушительная система обслуживается двумя насосами, которые производят осушение МО при тушении пожара или затоплении в случае пробоины, а также для погрузки и выгрузки балласта.

Система НСВ служит для удаления небольших количеств загрязненной воды в МО.

Водопожарная система тушения предназначена для оперативной локализации пожаров в судовых помещениях.

Система отопления обеспечивает обогрев жилых и служебных помещений. Кроме этого система служит для обогрева кингстонов и ледовых ящиков, сточных колодцев в МО, а также для подогрева картеров аварийного дизель-генератора и одного из штатных дизель-генераторов.

Система вентиляции служит для проветривания помещений. В машинных помещениях она приточная за счет засасывания воздуха дизель-вентилятором через воздушный канал, приемный конец которого подключен к дефлектору грибкового типа. Остальные помещения вентилируются аналогичным образом. Помещение аккумуляторной имеет естественную вентиляцию.

Противопожарные системы объемного и местного тушения предназначены для тушения пожаров в помещениях дизель-вентиляторов и дизель-генераторов в автоматическом режиме. Для этого используется система аэрозольного тушения, для которой выполнен необходимый расчет. Для тушения остальных помещений используются углекислотные огнетушители.

В состав систем СЭУ входят топливная, охлаждающая и газоотводная.

Топливная система предназначена для приема, хранения, перекачивания, очистки, подогрева и подачи топлива к главным и вспомогательным двигателям, автономным топливным котельным установкам. Охлаждающая система предназначена для подачи рабочей жидкости на охлаждение деталей механизмов, аппаратов, устройств и рабочих сред (воды, масла, воздуха, топлива и т.д.) в теплообменных аппаратах. Газоотводная система предназначена для отвода в атмосферу продуктов сгорания топлива от главных и вспомогательных двигателей, автономных котлов, а также для обогрева гибкого ограждения в период плавания без парения на воздушной подушке.

1. **Двойченко Ю.А.** Основы проектирования общесудовых систем. Ч. I: учеб. пособие; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2015. – 153 с.

УДК 629.12

ТАРНОВСКАЯ В.А.

ВЫБОР ТИПА АППАРЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА РЕЧНОГО ПАРОМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Паромы являются жизненной необходимостью для обеспечения транспортного сообщения между двумя берегами в местах отсутствия по той или иной причине мостов. Для приема на палубу транспортных средств на паромах предусматривается установка аппарельного

устройства. Наличие носового и кормового аппаратного устройства обеспечивает движение парома, как носом, так и кормой, что позволяет подходить судну к причальной стенке без разворота.

В настоящее время разработано большое количество различных конструкций аппарелей: по размещению на судне – носовые, кормовые, бортовые; по ориентации относительно диаметральной плоскости судна – осевые, угловые; по типу привода – электрические, электрогидравлические, гидравлические; по типу конструкции – поворотные, телескопические, односекционные, многосекционные [1].

В данной работе рассматривается телескопическое аппаратное устройство на речном парома грузоподъемностью 100 тонн. Судно будет иметь возможность принимать технику как с оборудованного, так и с необорудованного берега. Конструкция телескопического аппаратного устройства позволит при принятии техники уменьшить угол подъема и, следовательно, технику можно будет принимать без дополнительных устройств.

Поставленная задача решалась в следующей последовательности: выбор конструкции аппарели, расчет прочности элементов, выбор приводной системы и моделирование аппаратного устройства в SolidWorks [2].

На рис. 1 представлена модель телескопического аппаратного устройства, созданная в SolidWorks.

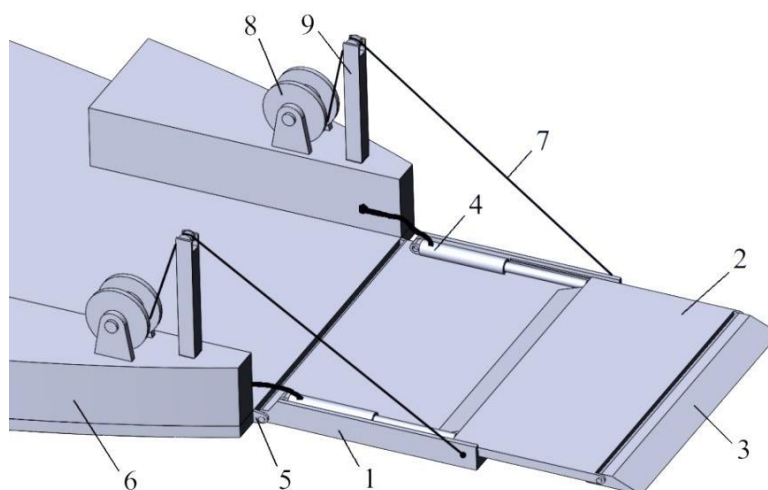


Рис. 1. Рабочее состояние аппаратного устройства:

1- ведущая секция; 2 – ведомая секция; 3 - опорное основание; 4 - гидравлический привод; 5 – петля; 6 - корпусная конструкция; 7 – трос; 8 – лебедка; 9 – стойка

Библиографический список

1. Судовые устройства: Справочник / Под ред. М.Н. Александрова. Л.: Судостроение, 1987. – 656 с.
2. **Князьков, В.В.** Компьютерные технологии в кораблестроении: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2015. – 130 с.

УДК 621.43

АНДОСОВ А.Г., ЗАХАРОВ Л.А., РУДНИЦКИЙ В.И., СКАЧКОВ А.А.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БЕНЗИНОВОГО ПОРШНЕВОГО ДВС ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОЧЕГО ЦИКЛА В СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность решаемой проблемы обусловлена необходимостью улучшения показателей эффективности работы атмосферных бензиновых двигателей в составе энергетической установки водного, воздушного и наземного транспортного средства. Эффективным методом улучшения названных показателей является выбор рабочего цикла АПДВС. В АПДВС происходят сложные физико-химические процессы, связанные с превращением тепловой энергии в механическую. В современных АПДВС эти процессы должны осуществляться в десятки раз быстрее, чем в АПДВС начала XX века. Поэтому изучение и исследование термодинамических процессов, происходящих в цилиндрах АПДВС, имеют свои специфические особенности.

В соответствие с этим комплекс вопросов, связанных с превращением химической энергии топлива в механическую, а также с энергетическими и экономическими показателями АПДВС, объединяет научной дисциплиной, называемой современные энергетические технологии АПДВС и КПДВС. Только владея этой технологией, можно создать двигатели с повышенными энергетическими и экономическими показателями и определить наиболее выгодные пути их дальнейшего совершенствования. В настоящее время, в частности, получают развитие АПДВС с новым рабочим циклом, называемым ОттоТринклер.

Первые тепловые двигатели с сжиганием топлива в цилиндрах с превращением выделившейся энергии в механическую энергию были предложены в самом начале XIX века и получили название двигатели внутреннего сгорания. Способ работы предложенных двигателей отличался от современных: впуск горючей смеси происходил в течении времени, соответствующего 1/3 хода поршня. Затем последовательно совершались процессы сгорания и расширения. Выпуск продуктов сгорания осуществлялся при обратном ходе поршня.

Органическими недостатками этих двигателей внутреннего сгорания являлись:

1. Сгорание топлива с малым начальным давлением 0,1 МПа, вследствие чего наибольшее давление было равно 0,4 МПа, и мощность двигателя была невелика.
2. Сгорание топлива в большом объеме 1/2 объема цилиндра, в результате чего энергетические потери в стенки и с выпускными газами были значительными. Это объяснялось наличием больших поверхностей охлаждения стенки и малой степенью расширения продуктов сгорания.

Вследствие этого в полезную работу превращались всего 4% энергии топлива, т.е. в 10...12 раз меньше, чем в современных АПДВС. Для устранения указанных выше недостатков необходимо было следующее:

1. Сжигать топливо при более высоком начальном давлении – 0,1 МПа, то максимальное давление возросло до 4 МПа, а вместе с ним повысилось бы и мощность двигателя.
2. Сжигать топливо в минимальном объеме, что сразу сократило бы тепловые потери в стенки и с выпускными газами.

Таким образом, для улучшения основных показателей АПДВС горючую смесь перед сжиганием необходимо было предварительно сжать, т.е. заставить двигатель работать по другому принципу или циклу. Основными процессами нового цикла должен быть выпуск, сжатие, рабочий ход и выпуск, в совокупности образующие четырехтактный рабочий цикл, по которому в настоящее время работают современные АПДВС. Первый АПДВС, работающий по четырехтактному циклу, был предложен и изготовлен в 1862 году кельнским механиком Николаем Отто, который развивал мощность 2 л.с. Однако экономичность этого двигателя была выше, чем у паровых машин. Тем не менее, научные исследования, связанные с улучшением эффективности работы АПДВС, ведутся очень эффективно в России и за рубежом, и объем сведений в этой области с каждым годом увеличивается.

Несмотря на широкий фронт проводимых научных работ, все явления в двигателях, связанные с превращением тепловой энергии топлива в механическую, еще не освещены во всех аспектах и научный доклад дает исчерпывающие объяснения и математического анализа всем явлениям при совершенствовании эффективности нового цикла.

Библиографический список

1. **Захаров Л.А.** «Метод оценки термодинамических показателей поршневого двигателя, работающего по циклу Отто, на ранней стадии проектирования» // Журнал Автомобильных инженеров. 2011, №2 (67). С. 42-47.
2. **Захаров Л.А.** и др. «Повышение эффективности поршневых двигателей внутреннего сгорания совершенствованием инженерных решений» // Журнал Автомобильных инженеров, 2015, №5 (94). С. 30-37.

УДК 621.43

БУШУЕВ А.В., ЗАХАРОВ Л. А., СПЕХОВ П.Л.,
КУРОЧКИН Д.Л., АНДОСОВ А.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПДВС P_4 , $VH=2,445 \text{ ДМ}^3$ С МОДЕРНИЗИРОВАННЫМИ ОРГАНАМИ ВПУСКА В СОСТАВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из главных целей при проектировании нового или при моделировании существующего бензинового двигателя в составе энергетической установки водного, воздушного и наземного транспортного средства является достижение максимально возможной тепловой энергии, удерживая одновременно наивыгоднейшие величины номинальную мощность, расход топлива и выбросы токсичных и вредных веществ и поддержание их постоянными в течение заданного времени, для того чтобы выполнить законодательные требования по энергетической, экономической и экологической безопасности.

Увеличение тепловой энергии может быть достигнуто только повышением коэффициента наполнения $\eta_{н.об}$ рабочей камеры цилиндра двигателя, особенно на режимах номинальной мощности и максимального крутящего момента, на которых двигатель работает большую часть времени, определяется по формуле для анализа и оценки наполнения рабочей камеры цилиндра свежим зарядом:

$$\eta_{н.об} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \lambda_1 \cdot \frac{P_a}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + \psi \cdot \gamma_r \cdot T_r} ; \quad (1)$$

На коэффициент наполнения цилиндра двигателя влияют следующие факторы:

- степень подогрева заряда от остаточных газов и от внутренних поверхностей органов впуска;

- степень дозарядки рабочей камеры цилиндра от сил инерции и волновых явлений заряда;
- степень сопротивления органов впуска в зависимости от инженерных решений;

Наибольшее влияние оказывает сопротивление органов впуска. Поэтому, используя “метод однофакторного эксперимента” определим зависимость величины давления заряда в цилиндре. В процессе наполнения, как средство повышения величины интегрального давления воздуха (свежего заряда) в рабочей камере цилиндра ПДВС по формуле:

$$P_a = \frac{\eta_{н.об} \cdot P_0}{K}, \text{ Па} \quad (2)$$

где: $K = \left[\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \lambda_1 \cdot \frac{P_a}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + \psi \cdot \gamma_r \cdot T_r} \right]$ - постоянная величина, зависящая от

инженерных решений ПДВС.

Основная задача данной исследовательской работы создание эффективной методики достижения необходимой тепловой энергии в рабочей камере цилиндра, соответствующей оптимальным названным показателям. Способы решения данной задачи можно обозначить следующим образом:

1. выбор критерия оценки эффективности работы, выраженного в количественных показателях;
2. определение связи критериев эффективности работы и характеристик эффективных показателей;
3. разработка эффективной методики достижения прогнозируемых названных показателей в САПР ДВС.

В исследовательской работе предложено два основных критерия оценки величины тепловой энергии в рабочей камере цилиндра ПДВС:

1. степень достижения рационального интегрального давления свежего заряда в рабочей камере цилиндра ПДВС;
2. характеристики инженерных названных показателей ПДВС.

Предложенная эффективная методика оценки достижения максимально возможной величины тепловой энергии свежего заряда в рабочей камере цилиндра ПДВС таким образом позволила создать прикладное математическое обеспечение в САПР ДВС при решении задач достижения оптимальных названных показателей.

Библиографический список

1. **Захаров Л.А.**, Хрунков С.Н. 3382 Исследование и расчет термодинамических показателей поршневых двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Л.А. Захаров, С.Н. Хрунков; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018. – 120 с.
2. **Захаров, Л.А.** Повышение технико-экономических показателей бензиновых двигателей: дис. ... д-ра техн. наук Л.А. Захаров, Н. Новгород: , 2000. – 398 с.

УДК 621. 43

ВИНОКУРШИН В.С., ЗАХАРОВ Л.А., ВОЕВОДИН А.Г., БУШУЕВ А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПО ЦИКЛУ КАРНО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение эффективности рабочего цикла на сегодняшний день остается одним из основных направлений улучшения термодинамических показателей поршневых ДВС в составе энергетических установок водного, воздушного и наземного транспортного средства.

Научные исследования, посвященные данной проблеме многочисленны и разнообразны. В то же время, малоисследованным остается вопрос влияния величины принципиально неустранимых тепловых потерь (по второму закону термодинамики), отводимых от рабочего тела в изотермическом процессе в теплоприемнике [В] на эффективность рабочего цикла ПДВС.

Научные публикации по этой проблеме в основном ограничиваются констатацией факта уменьшения величины принципиально неустранимых тепловых потерь, обусловленных принципом действия ПДВС. При этом, задача достижения необходимых термодинамических показателей с помощью «метода научного исследования технической термодинамики» поднимается реже, но в то же время имеет практически важное значение. Основная задача данной работы – создание руководящей методики достижения необходимой эффективности в цилиндре ПДВС, работающего по циклу Карно. Этапы решения данной задачи можно обозначить следующим образом: 1) выбор метода исследования и критериев оценки в количественных показателях, 2) определение принципа действия ПДВС по второму закону термодинамики, 3) разработка методики достижения наивыгоднейших термодинамических показателей путем совершенства рабочего цикла.

В работе были предложены основные критерии оценки повышения эффективности ПДВС, работающего по циклу Карно:

- Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) называется тепловой двигатель, в котором часть химической энергии топлива, сгорающего в рабочей полости, преобразуется в механическую. В технической термодинамике закрытой термодинамической системой (ЗТДС) называется совокупность различных физических тел, имеющих возможность обмениваться энергией в форме теплоты или работы между собой и окружающими систему телами, и которая рассматривается как теоретический ПДВС.

Поршневой ДВС состоит из: основы, трех механизмов и девяти подсистем.

ЗТДС состоит:

- Из геометрической модели, характеризуемая геометрическими критериями оценки;
- Из физической модели, характеризуемая физические критерии оценки;
- Из термодинамической модели, характеризуемая термо-динамические критерии оценки;
- Из математической модели, характеризуемая критерии оценки в САПР ДВС

Тщательное изучение физических и химических явлений при трансформировании энергии в ПДВС, можно найти способы наивыгоднейшего осуществления каждого процесса и в результате этого приблизиться к созданию модели с более высокими показателями, чем существующие.

Библиографический список

1. **Захаров Л.А., Хрунков С.Н.** 3382 Исследование и расчет термодинамических показателей поршневых двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Л.А. Захаров, С.Н. Хрунков; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018. – 120 с.
2. **А.В. Дегтярев.** Современные технологии в кораблестроительном и авиационном образовании, науке и производстве: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции; Повышение эффективности поршневого двигателя внутреннего сгорания за счет регулирования рациональной степени сжатия для водных, воздушных и наземных транспортных средств. НГТУ им. Р. Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2016. С. 329-338.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПРЕОБРАЗОВАНИЯ БЕНЗИНОВОГО ПДВС Р-4, $V_h = 2,445 \text{ дм}^3$ В СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Актуальность научно-исследовательской работы обусловлена необходимостью улучшения показателей эффективности энергопреобразования максимально возможной части внутренней энергии свежего заряда в рабочей камере цилиндра бензинового ПДВС в приемник механической энергии водного, воздушного и наземного транспортного средства (гребной винт, воздушный винт, колеса автомобиля и др.).

Эффективным методом улучшения наземных показателей является использование термического КПД БПДВС в качестве эффективности энергопреобразования. Термический КПД идеального цикла ТринклерОтто. При сгорании паров топлива в рабочей камере цилиндра БПДВС вся потенциальная химическая энергия топлива, не преобразуется в механическую работу, и некоторая часть энергии теряется. Это означает, что КПД БПДВС меньше 100%. Термический КПД

$$\eta_t = \frac{L_t}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} = 1 - \frac{1}{\delta^{k-1}} = 1 - \frac{T_a}{T_c} \quad (1)$$

является одним из важных звеньев в цепи достижения заданной величины эффективного КПД БПДВС. Из уравнения (1) определяем принципиально неустранимые потери теплоты

$$Q_2 = (1 - \eta_t) Q_1 \quad (2)$$

по второму закону технической термодинамики, которые затрачиваются на возвращение параметров состояния рабочего тела из (.) «в» в точку «а»; получение полезной работы L_t цикла и многократное повторение термического идеального цикла БПДВС. (а-с-z-b), (см. в докладе, рис.1).

Термодинамический цикл БПДВС в (V, p координатах). График в V, p координатах используется для изображения полного рабочего цикла четырехтактного БПДВС. Идеальный цикл со сгоранием при постоянном объеме БПДВС рассчитывался по методу научных исследований.

Анализ и исследование полученных результатов показал:

- 1) принципиально неустранимые термодинамические потери теплоты составили 46%;
- 2) принципиально устранимые индикаторные потери теплоты в рабочей камере цилиндра, неполнота сгорания и потери теплоты с отработавшими газами составили 22%;
- 3) потери на трение трущихся пар в КШМ, ГРМ, МУ и в подсистемах двигателя в эффективных показателях составили 18%.
- 4) полезная работа БПДВС в составе транспортного средства составила 14%.

В результате доводки рабочего процесса и инженерных решений по БПДВС удалось получить высокие значения литровой мощности и удельного крутящего момента.

Библиографический список

1. Захаров Л.А., Хрунков С.Н. 3382 Исследование и расчет термодинамических показателей поршневых двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Л.А. Захаров, С.Н. Хрунков; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018. - 120 с.
2. А.В. Дегтярев. Современные технологии в кораблестроительном и авиационном образовании, науке и производстве: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции; Повышение эффективности поршневого двигателя внутреннего сгорания за счет регулирования рациональной степени сжатия для водных, воздушных и наземных транспортных средств. НГТУ им. Р. Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2016. С. 329-338.

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО ЦИКЛА БЕНЗИНОВОГО ПДВС P-4, Vh=2.25 ДМ³, КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ДВИГАТЕЛЯХ С ВОСПЛАМЕНЕНИЕМ ОТ СЖАТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Анализ тепловыделения в действительных циклах ПДВС [1,2], позволяет представить в обобщенном виде основные направления совершенствования энергопреобразования в двигателях с воспламенением от сжатия. Такими направлениями являются:

- Уменьшение гидравлических потерь за счет инженерных решений органов подсистемы питания окислителем рабочей камеры цилиндра;
- Уменьшение принципиально неустранимых потерь за счет повышения степени сжатия.

Теоретические и экспериментальные научные исследования, посвященные данной проблеме многочисленны и разнообразны. В то же время, малоисследованными остается вопрос влияния КПД цикла на энергопреобразование в рабочей камере цилиндра БПДВС с воспламенением от сжатия. Количество свежего заряда, поступающего в процессе наполнения в рабочую камеру цилиндра, определяет количество сжигаемого топлива, а, следовательно, и величину получаемой в рабочей камере цилиндра работы за цикл. Так как для постоянного и планомерного повышения мощности эта работа должна увеличиваться. То необходимо стремиться наполнить рабочую камеру цилиндра максимально возможным количеством свежего заряда. С этой точки зрения и оценивается совершенство процесса наполнения, характеризуемое величиной коэффициента наполнения $\eta_{н.об}$ и рабочий объем цилиндра V_s :

$$\eta_{н.об} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} * \lambda_1 * \frac{P_a}{p_0} * \frac{T_0}{T_0 + \Delta T + \psi' * \gamma_r * T_r}; \quad (1)$$

$$N_i = \frac{\pi D^2}{4} * S * \eta_{н.об} * \rho * \frac{1}{\alpha * l_0} * Q_n * \eta_i * \frac{1}{m} * n * \frac{1}{60} \text{ Bm}; \quad (2)$$

Одним из основных направлений повышения эффективности энергопреобразования в бензиновом ПДВС является уменьшение принципиально неустранимых термодинамических тепловых потерь за счет повышения степени сжатия. С ростом степени сжатия термический КПД термодинамического цикла увеличивается.

$$\eta_t = \frac{L_t}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; \quad (3)$$

откуда: энергопреобразование определяется по формуле $L_t = \eta_t * Q_1$, характеризуемое, как максимальное, предельное использование в механическую полезную работу L_t цикла, заданных условиях ε и k ; $Q_2 = (1 - \eta_t) * Q_1$ - характеризуемое принципиально неустранимой потерей теплоты Q_2 рабочего тела по второму закону термодинамики.

Библиографический список

1. Захаров Л.А., Хрунков С.Н. 3382 Исследование и расчет термодинамических показателей поршневых двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Л.А. Захаров, С.Н. Хрунков; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018. - 120 с.
2. А.В. Дегтярев. Современные технологии в кораблестроительном и авиационном образовании, науке и производстве: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции; Повышение эффективности поршневого двигателя внутреннего сгорания за счет регулирования рациональной степени сжатия для водных, воздушных и наземных транспортных средств. НГТУ им. Р. Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2016. С. 329-338.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОРШНЕВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ Р-4, V_H = 2,234 ДМ³ ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ЦИКЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Постоянное и планомерное повышение технико-экономических показателей двигателестроительного предприятия как у нас в стране, так и за рубежом обусловлено необходимостью улучшения энергетических, экономических и экологических показателей поршневых ДВС в составе энергетической установки водного, воздушного и наземного транспортного средства. В разработаны новые ПДВС с воспламенением от сжатия внедрены все последние новинки двигателестроения: четыре клапана на цилиндр, аккумуляторная топливная подсистема с форсунками, оснащенными регулирующим устройством сопловых отверстий, непрерывно регулируемая заслонка, расположенная в наполнительном впускном канале, турбокомпрессор с изменяемой геометрией на входе в турбину, регулируемая рециркуляция отработавших газов с изменяемой степенью их охлаждения, безремонтная цепная передача, оптимизированная подсистема охлаждения, остав из высокопрочного чугуна, тонкостенное литье и широкое использование пластмассы, недавно разработанный новый процесс хонингования.

Основные цели, поставленные перед разработчиками ПДВС были:

- Повышение индикаторной мощности :

$$N_i = \frac{\pi D^2}{4} * S * \eta_{н.об} * \rho * \frac{1}{\alpha * l_0} * Q_n * \eta_i * \frac{1}{m} * n * \frac{1}{60} \text{ Вт};$$

А также получение низкого расхода топлива:

$$g_i = \frac{N_i * 1000 * 3600}{n_i * N_i * Q_h} \frac{\text{кг}}{\text{кВт} * \text{ч}};$$

- Выполнение всех имеющихся норм на выбросы токсичных и вредных норм и создание предпосылок, обеспечивающих выполнение планируемых в будущем норм;
 - Обеспечение хороших эксплуатационных характеристик;
 - Максимальное использование модульного принципа проектирование ПДВС;
 - Создание вспомогательного потенциала для дальнейшей модернизации ПДВС
- Основные задачи, которые необходимо было решить при доводке рабочего модернизированного цикла;
- Получение высокой литровой мощности и крутящего момента, приемлемого расхода топлива, а также низкого шума от рабочего цикла;
 - Предельно возможное удовлетворение норм на выбросы токсичных и вредных веществ за счет инженерных решений, осуществляемых непосредственно в самом ПДВС. В новом ПДВС рабочий цикл был значительно изменен. Основное внимание уделялось оптимизации:
 - Наполнение цилиндров воздухом
 - Вращение воздуха вокруг и вдоль продольной оси цилиндра в процессах наполнения и сжатия
 - Формы камеры сгорания и степени сжатия
 - Топливоподачи с многоступенчатым впрыском
 - турбонаддува и промежуточного охлаждения воздухом
- в докладе подробно рассматривается выбор инженерных решений регулируемых органов воздухообеспечения сил инерции второго порядка коленчатого вала ПДВС.

Библиографический список

1. **Захаров Л.А., Хрунков С.Н.** 3382 Исследование и расчет термодинамических показателей поршневых двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Л.А. Захаров, С.Н. Хрунков; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018. – 120 с.
2. **А.В. Дегтярев.** Современные технологии в кораблестроительном и авиационном образовании, науке и производстве: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции; Повышение эффективности поршневого двигателя внутреннего сгорания за счет регулирования рациональной степени сжатия для водных, воздушных и наземных транспортных средств. НГТУ им. Р. Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2016. С. 329-338.

УДК 621.039.53

КОСТЫРЯ А.И., ПОСТНИКОВ М.А., ШИГИН А.А.,
ГОРЮНОВ Е.В., СУИТИН А.С.

ПРОДЛЕНИЕ НАЗНАЧЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕЗАМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЯЭУ В ПЕРИОД РЕМОНТА

АО «ОКБМ Африкантов»

Одним из направлений деятельности АО «ОКБМ Африкантов» является техническое сопровождение ремонта ЯРУ кораблей. Особое место уделяется решению вопросов, связанных с продлением назначенных показателей (назначенного срока службы и назначенного ресурса) оборудования в период ремонта кораблей с ЯЭУ.

В настоящее время:

- назначенный срок службы до заводского ремонта оборудования ЯЭУ в рамках невыработанного ресурса продлен на большинстве эксплуатирующихся атомных кораблях;
- календарная продолжительность эксплуатации оборудования ЯЭУ ряда кораблей 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 ЯЭУ, 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. Решение задачи эксплуатации оборудования ЯЭУ за пределами назначенных показателей выполняется в несколько этапов:

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 оборудования и в целом ядерной реакторной установки (ЯРУ).
5. Оформление решения о продлении эксплуатации ЯРУ совместно с Заказчиком работ по продлению, ЦКБ-проектантом корабля и другими заинтересованными организациями.

Определение фактического состояния оборудования является основополагающим этапом. Для качественной его реализации в условиях затесненности, труднодоступности, радиационных условий и др. с соблюдением ЯРБ требуется совершенствование существующих, а также реализация и внедрение новых подходов, методов и средств диагностики таких как:

- система регистрации параметров и режимов работы установки (черный ящик);
- система мониторинга коррозионного состояния (образцы-свидетели);
- система мониторинга напряженного состояния оборудования (тензодатчики);
- современные средства визуального контроля и видеофиксации (видеоэндоскоп) и др.

**ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ РЕГУЛЯТОРА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА
НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВодОВ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное высокотехнологичное производство характеризуется стремительно растущими скоростями выполнения различных операций. Так в доводочных операциях в отраслях судостроения и авиастроения широко используется ручной пневматический шлифовальный инструмент [1]. Известно, что с увеличением частоты вращения и достаточном крутящем моменте качество обрабатываемой поверхности значительно улучшается, а производительность труда растет [2]. Таким образом, проявляется заметная тенденция перехода пневматических инструментов с объемных типов привода на лопаточные, в качестве привода которых выступает малоразмерная турбина.

В настоящее время высокоскоростной пневматический инструмент с турбинным приводом обеспечивает сочетание высокой частоты вращения (порядка 50 000 – 60 000 1/мин) с высоким крутящим моментом (0,4 – 0,5 Н·м), что в большинстве случаев удовлетворяет высоким современным требованиям. Для обеспечения стабильности частоты вращения ротора как на холостом ходу, так и под увеличивающейся нагрузкой требуется регулятор частоты вращения. Важная задача регулятора – не дать выйти малоразмерной воздушной турбине на «угонную частоту вращения» даже в случае выхода из строя деталей шлифовальной машины, в том числе самого регулятора частоты вращения.

Последствия, в случае выхода из строя регулятора, могут быть весьма печальными. Угонные обороты малоразмерного турбинного привода при перепаде давления 0,63 МПа диаметре рабочего колеса привода менее 50 мм составляют более 100 000 1/мин. Вращающиеся детали ручной пневматической шлифовальной машины и используемая шлифовальная головка или борфреза не рассчитаны на такие центробежные силы. Разрушившиеся и отделившиеся элементы могут нанести серьезные травмы рабочему и окружающим, а так же вывести из строя стоящее рядом оборудование.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что регулятор частоты вращения в ручных пневматических шлифовальных машинах является очень ответственным узлом. Его конструкция должна быть надежной, возможно с дублирующими элементами. В дополнение к постоянно действующему регулятору зачастую устанавливают аварийный клапан, полностью прекращающий подачу воздуха к турбине.

Объект исследования: малоразмерный пневматический турбинный привод.

Предмет исследования: особенности проектирования регуляторов частоты вращения для пневматических воздушных турбин.

Цель исследования: выбор наиболее рационального принципиального метода регулирования частоты вращения ротора, а также обоснование его конструкции.

Библиографический список

1. **Крайнов А.А.**, Khimich V.L., Chuvakov A.B., Kikeev V.A., Khrunkov S.N. // Two-rimming radial turbine for drive of manual pneumatic grinders // International Journal of Applied Engineering Research, 2016, №16 Volume 11, pp. 8982-8986.
2. **Крайнов А.А.**, Кузнецов Ю.П., Химич В.Л., Хрунков С.Н. // Радиальная двухступенчатая микротурбина для пневматического привода // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2016. №2. с.119-122.

**ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ
ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТУРБИННЫХ ПРИВОДОВ.**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пневматические двигатели во многом отличаются от других видов двигателей, они уникальны по своим характеристикам. В промышленности пневматические приводы все чаще заменяют электродвигатели, особенно в тяжелых условиях эксплуатации: при повышенной влажности, запыленности, при взрывоопасных работах. Наиболее часто используются в качестве приводов вентиляции и приводов агрегатов на взрыво- и пожароопасных производствах, таких как вентиляция покрасочных камер, вентиляция шахт. Широкое применение пневмомоторы получили, в качестве пневматических стартеров [1].

В дополнение к вышесказанному пневматические двигатели имеют более высокую удельную мощность и энергоэффективность.

Большинство пневматических двигателей разрабатывают в качестве аналога электрическим с сопоставимым моментом и частотами вращения ротора до 3500 1/мин. В качестве привода используется объемный ротационно-пластинчатый пневматический двигатель

Однако, в некоторых случаях требуется более высокая частота вращения ротора. Здесь целесообразнее применить в качестве привода воздушную турбину. Особенности рабочих процессов в турбинном приводе позволяют обеспечить сочетание высокого крутящего момента на высокой частоте вращения. При прочих равных условиях турбина компактнее, экономичнее. При отсутствии высоких температур рабочего тела детали турбины (рабочее колесо, сопловой аппарат и другие) допускается изготавливать из высокопрочных пластмасс, что существенно удешевляет конструкцию.

Но и при частотах вращения до 5000 1/мин турбина является более рациональным решением по отношению к объемным типам привода. В данных условиях необходимо использовать многоступенчатые турбины, которые позволят снизить частоту вращения без использования редуктора. Стоит отметить, данные условия работы редуктора не являются благоприятными и часто выходят из строя, приводя к простоям оборудования.

Таким образом турбина является приводом, более способным к адаптации к конкретным условиям эксплуатации, а в купе с возможностью использования нескольких ступеней и надежного регулятора частоты вращения ротора значительно превосходит по своим мощностным и стоимостным характеристикам традиционные ротационно-пластинчатые пневматические двигатели.

Объект исследования: малоразмерный пневматический турбинный привод.

Предмет исследования: адаптация рабочих процессов в малоразмерном турбинном приводе к различным областям применения.

Цель исследования: аналитический обзор сфер применения воздушных малоразмерных турбин.

1. **Khimich V.L.**, Chuvakov A.B., Khrunkov S.N., Krainov A.A. // The influence of aerodynamic characteristics of the elements of the flow range of the radial two-row range of the radial two-row microturbine on its dynamic characteristics// International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т. 11. № 23. pp. 11501-11509.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БЕНЗИНОВОГО ПДВС Р-4, $V_h = 2,445 \text{ дм}^3$ ЗА СЧЕТ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО ЭНЕРГОПРЕОБРАЗОВАНИЯ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ ЦИЛИНДРА ДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс сжатия в теоретическом цикле осуществляется во время перемещения поршня от Н.М.Т. к В.М.Т. В соответствии с этим степень сжатия, которую называют геометрической или номинальной, представляет собой отношение объемов сжимаемых газов в начале и конце сжатия, вполне определенную для каждого двигателя величину.

В реальных четырехтактных ПДВС вследствие позднего закрытия впускного отверстия процесс сжатия сокращается на 15...20%, а в некоторых случаях и больше. Помимо этого из-за более раннего зажигания процесс сжатия дополнительно сокращается на 10...20%. В большинстве случаев продолжительность процесса «чистого сжатия» в реальных двигателях не превышает 120° п.к.в. В соответствии с этим фактическая степень сжатия оказывается меньше геометрической или номинальной. Для определения фактической степени сжатия можно руководствоваться следующими соображениями (по И.Л. Ленину). За начало процесса сжатия следует принимать момент закрытия впускного отверстия в четырехтактном ПДВС, когда величина массы сжимаемой горючей смеси уже не меняется. В этот момент газы, подлежащие сжатию, занимают объем V_{a1} , несколько меньший, чем объем всего цилиндра V_a , который в зависимости от угла $\varphi_{\text{оп}}$ опаздывания закрытия впускного отверстия может быть определен по следующим данным при $\frac{l}{r} = 3,65$ (где l – длина шатуна), табл.1:

Таблица 1

$\varphi_{\text{оп.з}} \text{ } ^\circ \text{ПКВ}$	0	20	40	60	80	100
$\frac{V_{a1}}{V_a}$	1,0	0,97	0,88	0,074	0,59	0,47
$\varepsilon_\phi = \frac{V_{a1}}{V_c}$	6,7	6,5	5,9	5,0	4,0	3,0
$\varepsilon_\phi, \%$	100	97	88	75	60	45

За конец процесса сжатия следовало бы принимать появление искры на электродах свечи или появление первых капель бензина, впрыскиваемого в цилиндр ПДВС. Однако эти моменты не остаются постоянными для одного и того же ПДВС, а изменяются в зависимости режима его работы, рода топлива и некоторых других параметров.

Поэтому за фактическую степень сжатия ε_ϕ принимают отношение объема V_{a1} газов, заключенных в цилиндре в момент закрытия впускного отверстия в момент закрытия впускного отверстия, к объему камеры сгорания V_c :

$$\varepsilon_\phi = \frac{V_{a1}}{V_c}; \quad (1)$$

Фактическая и геометрическая степени сжатия для данного двигателя является величинами постоянными, при чем фактическая степень сжатия составляет 75% геометрической.

Основной проблемой данной работы создание эффективного метода достижения высокого энергопреобразования за счет увеличения величины фактической степени сжатия газов в рабочей камере цилиндра ПДВС.

Методики решения данной проблемы можно обосновать следующим образом:

1. Методика выбора критерия оценки эффективности работы энергопреобразования, выраженного в количественных показателях;

2. Определение связи критериев эффективности работы энергопреобразования и характеристик эксплуатационных показателей;
3. Разработка эффективной методики достижения прогнозируемых названных показателей в САПР ДВС.

В исследовательской работе предложено два основных критерия оценки величины полезной работы в рабочей камере цилиндра ПДВС:

1. Степень достижения наивыгоднейшей величины фактической степени сжатия газов в рабочей камере цилиндра;
2. Прогрессивные инженерные решения органов газообмена позволили увеличить названные показатели.

В докладе подробно рассматриваются проведенные исследования и расчет увеличения величины фактической степени сжатия, а именно:

$$\varepsilon'_{\phi} = \frac{V_{\phi}}{V_c}; \quad (2)$$

Новый метод определения фактической степени сжатия ε'_{ϕ} принимают отношение объема V_{ϕ} газов, заключенных в цилиндре в момент закрытия впускного отверстия и приведенного к нормальным условиям $V_{\phi} = V_a \eta_{н.об}$, к объему камеры сгорания V_c . (формула (2)), табл. 2:

Таблица 2

$\eta_{н.об}$	0,7	0,8	0,9	1,0	1,05	1,1	1,2
$\varepsilon'_{\phi} = \frac{V_{\phi}}{V_c}$	4,7	5,4	6,0	6,7	7,1	7,4	8,1
$\varepsilon'_{\phi}, \%$	70	80	90	100	105	110	120

Современные ПДВС имеют объемный коэффициент наполнения ($\eta_{н.об} = 0,98 \dots 1,3$) который позволяет по новому оценивать метод повышения фактической степени сжатия, как способ повышения эффективности работы энергопреобразования ПДВС.

Библиографический список

1. **Захаров Л.А., Хрунков С.Н.** 3382 Исследование и расчет термодинамических показателей поршневых двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / Л.А. Захаров, С.Н. Хрунков; Нижегород. гос. техн. ун-т им Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018. – 120 с.
2. **Захаров, Л.А.** Повышение технико-экономических показателей бензиновых двигателей: дис. ... д-ра техн. наук Л.А. Захаров, Н. Новгород, , 2000. – 398 с.

УДК 62-91

ЛАПТЕВ Н.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГОЛОВОК БЛОКА ЦИЛИНДРОВ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ 4Ч 8,5/11

ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта»

Для улучшения пусковых характеристик судового дизеля 4Ч 8,5/11 при температуре ниже 8 С° в головках блока цилиндров предусмотрены свечи накаливания. Предварительный нагрев свечей накаливания улучшает процесс образования паров топлива в камере сгорания и тем самым улучшается процесс самовоспламенения топлива.

Опыт эксплуатации судового дизеля 4Ч 8,5/11 показывает, что при температурах окружающего воздуха более 15 С° свечи накаливания существенной роли не играют. Данный типа двигателей не имеют индикаторных клапанов в головках блока цилиндров, поэтому оценивать техническое состояние деталей цилиндропоршневой группы (p_c ; p_z) затруднено.

В лаборатории судовых ДВС кафедры «Эксплуатация судовых энергетических установок» производились исследования, направленные на модернизацию головок блока цилин-

дров действующего стационарного судового дизеля 4Ч 8,5/11, который используется как лабораторный стенд для проведения научных исследований.

Основные технические характеристики двигателя 4Ч 8,5/11 в составе дизель-генераторной установки приведены в таблице 1. [5]

Таблица 1

Характеристика	Значение
Номинальная мощность	15 кВт (24 л.с.)
Частота вращения	1 1500 мин ⁻¹
Максимальное давление цикла	6, 5 МПа
Среднее эффективное давление	0, 0,575 МПа
Средняя скорость поршня	5, 5 м/с
Удельный расход дизельного топлива	2 214±5% г*кВт/час
Степень сжатия	17±1

Модернизационные мероприятия включают в себя демонтаж свечей накаливания и монтаж индикаторных клапанов на их место, через специальные переходные элементы. Для оценки изменения объема камеры сгорания и степени сжатия были выполнены расчеты.

Рабочий объем цилиндра определяем по формуле 1, мм³

$$V_{\text{ц}} = \pi * r^2 * h_{\text{вц}} [1]$$

где, $V_{\text{ц}}$ - рабочий объем цилиндра, мм³;

r – внутренний радиус цилиндра, мм;

$h_{\text{вц}}$ – высота цилиндра (ход поршня), мм.

$$V_{\text{ц}} = \pi * 42.5^2 * 110 = 624195,19$$

По формуле 2 определяем объем камеры сгорания, мм³

$$V_{\text{кс}} = \pi * r^2 * h_{\text{гбц}} [2]$$

где, $V_{\text{кс}}$ – объем камеры сгорания, мм³;

r – внутренний радиус цилиндра, мм;

$h_{\text{гбц}}$ – расстояние между огневым днищем поршня и головкой блока цилиндров, мм.

$$V_{\text{кс}} = \pi * 42.5^2 * 6,47 = 36717,36$$

По формуле 3 рассчитываем объем к камере сгорания от переходного элемента и индикаторного клапана, мм³

$$V_{\text{доб}} = \pi * r^2 * (h_{\text{ик}} + h_{\text{пер}}) [3]$$

где, $V_{\text{доб}}$ - полный объем цилиндра, мм³;

r – внутренний диаметр переходника и индикаторного клапана, мм;

$h_{\text{ик}}$ – расстояние от плоскости резьбы до стопорного штока, мм;

$h_{\text{пер}}$ – высота переходника, мм.

$$V_{\text{доб}} = \pi * 2,5^2 * (30 + 100) = 2552,54$$

По формуле 4 рассчитываем суммарный объем цилиндра, мм³

$$\Sigma V_{\text{ц}} = V_{\text{ц}} + V_{\text{доб}} [4]$$

$$\Sigma V_{\text{ц}} = 624195,19 + 2552,54 = 626747,73$$

По формуле 5 рассчитываем суммарный объем камеры сгорания, мм³

$$\Sigma V_{\text{кс}} = V_{\text{кс}} + V_{\text{доб}} [5]$$

$$\Sigma V_{\text{кс}} = 36717,36 + 2552,54 = 39269,2$$

По формуле 6 определяем новое значение степени сжатия, ε

$$\varepsilon = \frac{\Sigma V_{\text{ц}}}{\Sigma V_{\text{кс}}}$$

$$\varepsilon = \frac{626747,73 \text{ мм}^3}{39269,2 \text{ мм}^3} = 15,96$$

По результатам выполненных расчетов установлено, что степень сжатия уменьшается на 1,04 от номинального значения, что не существенно повлияет на основные показатели рабочего процесса судового дизеля 4Ч 8,5/11. [5]

На основании расчетов и модернизационных мероприятий можно сделать вывод: предлагаемые модернизационные мероприятия, а именно установка индикаторных клапанов вместо свечей накаливания можно использовать в судовых условиях для диагностики и контроля технического состояния деталей цилиндропоршневой группы судовых ДВС 4Ч 8,5/11.

Библиографический список

1. **Гогин, А.Ф.** Судовые дизели [Текст]/ А.Ф. Гогин, Е.Ф. Кивалкин, А.А. Богданов – 4-е изд., Москва: Изд-во «Транспорт», 1988.- 432с.
2. **Арнольд, Л.В.** Михайловский Г.А., Селиверстов В.М., Техническая термодинамика и теплопередача. – Москва:Издательство «Высшая школа»1979. – 443с.
3. **Ляшков, В.И.** Теоретические основы теплотехники. Тамбов: Издательство «Машиностроение - 1», 2008.-319с.
4. Тепловые двигатели и нагнетатели [Электронный ресурс]. <https://tstu.ru>
5. Маломощные дизели 1Ч 8,5/11; 2Ч 8,5/11; 4Ч 8,5/11. Описание конструкции и руководство по эксплуатации и уходу. (3 редакция)

УДК 629.5.069

ОРЕХВО А.В., МАТВЕЕВ Ю.И., ОРЕХВО В.А.

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ОБЛИЦОВОК ГРЕБНЫХ ВАЛОВ

Волжский государственный университет водного транспорта «ВГУВТ»

Судовой валопровод – промежуточное звено, соединяющее главный двигатель с гребным винтом. Опыт эксплуатации показывает, что надежность работы судов в значительной степени определяется техническим состоянием гребного вала, входящего в состав валопровода. Нарушение работоспособности гребного вала приводит к финансовым затратам, во много раз превышающих стоимость элементов валопровода [1], к как в этом случае наблюдается вывод судна из эксплуатации. Значительное количество валов бракуется из-за износов облицовок [2]. При этом наблюдается износ не только наружной, но и внутренней поверхностей облицовок. Износ внутренней поверхности облицовки в большей степени проявляется по причине фреттинг-коррозии (рисунок 1), которая может послужить одной из причин возникновения трещин в материале гребного вала.

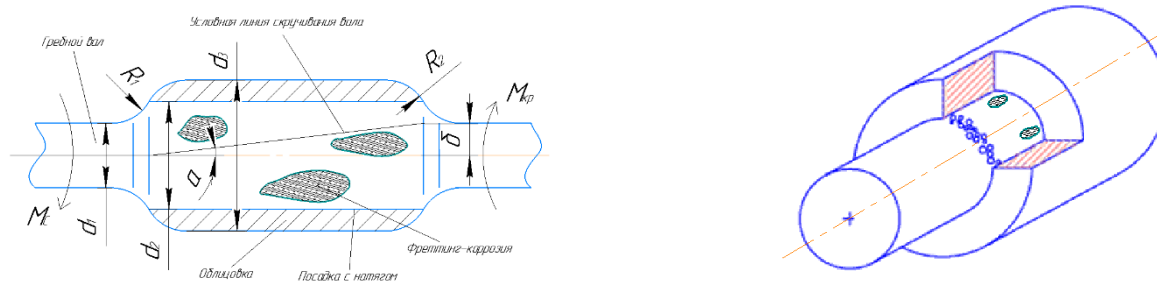


Рисунок 1. Фреттинг-коррозия на поверхности вала

В настоящей работе приводятся результаты исследований по совершенствованию способа монтажа облицовок на шейки гребных валов с целью снижения влияния фреттинг-коррозии [3]. На основании аналитического обзора, анализа работы, износов и повреждений гребных валов предложен новый способ установки облицовок на шейки гребных валов с применением полимерных материалов и дополнительной посадкой с натягом. Данный метод позволяет уменьшить проявление фреттинг-коррозии, тем самым повысить надежность эксплуатации элементов валопровода с облицовками на судах водного транспорта.

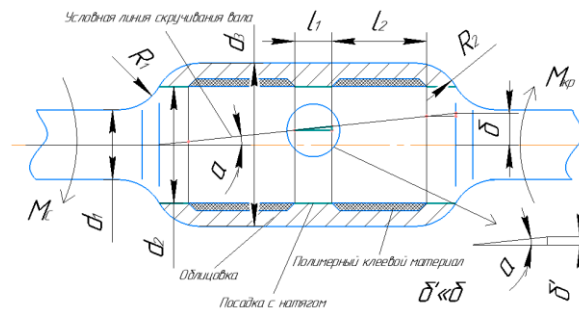


Рисунок 3. Облицовка на валу с применением полимерных материалов и посадкой с натягом

Вывод: Предлагаемый способ монтажа облицовок на шейки гребных валов предлагается использовать на судах как морского, так и речного флота и выполнять не только в судоремонте, но и при строительстве новых судов.

Библиографический список

1. ОСТ5.9670-92 «Соединения конические судовых валопроводов». Типовые технологические процессы сборки и разборки.
2. Лопырев Н.К., Немков П.П., Сумеркин Ю.В. «Технология судоремонта». «Транспорт», 1981.
3. Балякин О.К., Седых В.И., Тарасов В.В. «Технология судоремонта». М. «Транспорт», 1992.

УДК 629

РОМАНОВ А.Д.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ МАЛЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В последние годы в мире предпринимаются значительные меры по созданию арктических программ, включающих разработку стратегий и создание научных центров, реализуются шельфовые проекты, создаются объекты арктической морской техники, развивается транспортное арктическое сообщество. Однако сегодняшние реалии таковы, что и наука, и практические запросы человечества требуют такого количества информации об океане, которую никак не могут дать ни отдельные корабли, даже если бы их было на порядки больше, чем сейчас, ни отдельные буйковые станции, так как для создания эффективной системы океанологических наблюдений требует соответствующей инфраструктуры. Для науки, как и для практики, необходимы многолетние круглогодичные наблюдения в одних и тех же районах арктического бассейна и морей.

Применение подводной лодки для исследований не ново [1], однако наличие ледового покрова делает ограниченным, а фактически практически не возможным, применение для подводных аппаратов классических дизель-электрических энергетических установок [2]. Несомненно, как у АПЛ так и глайдеров есть не пересекающиеся области применения. При этом интерес общий тренд «smart, small, many & inexpensive» постепенно начинает приобретать статус реалистичного, что подтверждают конкретные разработки современных подводных средств.

Впервые концепция подводного глайдера была практически продемонстрирована на компанией General Dynamics в конце 60-х гг. В 1970-х в University of Washington были разработаны подводное средство Unmanned Arctic Research Submersible (UARS) и Self-Propelled Underwater Research Vehicle (SPURV). Эти транспортные средства использовались, чтобы собрать данные в Арктике регион. В 1980-х к 1990-м, благодаря развитию компьютерной

техники произошел рывок и для технологии AUV. В следующее десятилетие вплоть до тысячелетия, AUVs вырос, чтобы стать первым поколением эксплуатационных систем транспортного средства, которые смогли выполнить определенные задачи [3, 4]. Таким образом многие исследователи попытались развивать AUVs с вниманием на различные эксплуатационные задачи, например, Autonomous Oceanographic Sampling System (AOSN).

В принципе глайдеры являются дальнейшим эволюционным развитием дрейфующих буев-профилографов, однако при этом наделены новыми качествами: мобильностью (способностью «покрывать» значительные по площадям акватории).

Нами предложена концепция комбинированной воздухонезависимой энергетической установки совмещенной с механизмом изменения плавучести. Предложена инвариантная модульная система первичной генерации теплоты на основе горения массива топлива с использованием или без использования вторичного окислителя, включающую системы хранения и подачи кислорода, теплоаккумулирующий блок, тепловыделяющие элементы, систему преобразования тепловой энергии в электрическую.

Библиографический список

1. **Ажажа В.Г.**, Соколов О.А. Подводная лодка в научном поиске / Москва 1966 г. 112 с.
2. **Чернышов Е.А.**, Романова Е.А., Романов А.Д. Развитие воздухонезависимых энергетических установок подводных лодок // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2015. № 5 (33). С. 140-152.
3. **Tadahiro Hyakudom** Design of Autonomous Underwater Vehicle // International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol. 8, No. 1 (2011) ISSN 1729-8806, pp 131-139
4. **Романова Е.А.**, Романов А.Д. История развития зарубежных энергетических установок для подводных объектов на основе топливных элементов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2015. № 1. С. 84-90.

УДК 623.827

РОМАНОВА Е.А., ЧЕРНЫШОВ Е.А.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Первый топливный элемент был создан в 1838 – 1845 годах Кристианом Фридрихом Шенбайном (Christian Friedrich Schoenbein) и Уильямом Робертом Гроувом (William Robert Grove). Однако до настоящего времени распространение топливных элементов незначительно по сравнению с тепловыми двигателями. Прорыв был достигнут в 50 – 60 годах XX века, когда активно стали развиваться космические программы. В настоящее время все большее распространение получают различные топливные элементы как для неатомных подводных лодок, так и для необитаемых подводных аппаратов различного водоизмещения, а также элементов сети необитаемых станций, различные необитаемые подводные аппараты, базирующиеся на кораблях и подводных лодках, и концепции их применения.

Существует несколько основных типов топливных элементов:

- щелочные (Alkaline Fuel Cells / AFC);
- с протонообменной мембраной (Proton Exchange Membrane Fuel Cells / Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells) – PEMFC, который также называют Solid polymer electrolyte Fuel Cells (SPFC);
- с твердооксидным керамическим электролитом (Solid Oxide Fuel Cells / SOFC);
- на основе ортофосфорной / фосфорной кислоты (Phosphoric Acid Fuel Cells/ PAFC);
- на основе расплавленного карбоната лития и натрия (Molten Carbonate Fuel Cells / MCFC).

В настоящее время в мире активно развиваются подводные аппараты с энергетической установкой на основе топливных элементов. Проектированием и созданием их занимаются как государственные, так и частные компании. Наибольшее распространение для подводной техники получили PEMFC и SOFC элементы. Причем SOFC элементы, не смотря на большее разнообразие применяемого топлива, пока не получили широкого распространения. Однако с переходом НАТО на единое топливо [1], не исключено широкое распространение данных энергоустановок, как для подводной, так и для наземной техники.

Преимуществом PEMFC является меньшая рабочая температура и то, что продуктом реакции является только вода. Это значительно облегчает утилизацию продуктов реакции. Однако в случае применения реформера, с рабочей температурой свыше 500 °С, углеводородного топлива технологическая схема значительно усложняется, так как необходимо охлаждение подаваемого в топливный элемент газа, кроме того необходима система утилизации CO₂ и очистки от серы [2].

SOFC элементы работают при более высокой температуре, свыше 700 °С, и имеют более простую схему тепловых потоков. Для повышения КПД теплота отходящих с анода и катода продуктов реакции может быть утилизирована в турбинных установках, что также усложняет и удорожает энергетическую установку.

Кроме «чистых» топливных элементов разрабатываются «полутопливные элементы» (Semi-fuel cells), которые используют алюминий или другой металл в качестве топлива. Например, управление перспективных исследований и разработок Министерства обороны США (DARPA) спонсировало создание алюминиевого полутопливного элемента Loral.

Библиографический список

1. Романов А.Д., Романов И.Д., Чернышов Е.А., Романова Е.А. Развитие концепции "единого топлива" в странах НАТО. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9-1. С. 34-37.
2. Романова Е.А., Романов А.Д. История развития зарубежных энергетических установок для подводных объектов на основе топливных элементов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2015. № 1. С. 84-90.

УДК 629.5:620.197.5

РОДЬКИНА А.В.¹, ИВАНОВА О.А.², ГРАМУЗОВ Е.М.³

ПОТЕНЦИАЛ ЮВЕНИЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СТАЛИ В МОРСКОЙ ВОДЕ ПРИ КАТОДНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,

²АО «ЦКБ» Коралл», ³ФГБОУ ВО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

Защита от коррозии корпусов и конструкций плавучих гидротехнических сооружений не перестает волновать конструкторов и эксплуатационников. Одним из наиболее перспективных методов защиты является электрохимическая защита наложенным током.

С целью определения корректных значений защитного потенциала, указываемых в системах катодной защиты морских судов и сооружений наложенным током для предотвращения локальных коррозионно-механических разрушений разработана методика определения потенциала корпусных сталей на ювенильной поверхности (в отсутствие поверхностной пленки) при катодной поляризации и тем самым обеспечена возможность прогнозирования потенциала стали с оксидной пленкой и потенциала стали без оксидной пленки при катодной поляризации.

В ходе лабораторного эксперимента исследуемый образец погружается в электрохимическую ячейку с модельным раствором морской воды, выдерживается в нем до установления стационарного потенциала, после чего запускается установка для создания свежееобразо-

ванной поверхности металла, которая непрерывно удаляет оксидную пленку, и проводится катодная поляризация стали с помощью потенциостата-гальваностата [1]. Для реализации методики разработан комплекс для исследования электрохимических характеристик корпусных конструкций судов и плавучих технических сооружений (заявка о выдаче патента РФ на изобретение № 2018 134 086). Значения электрохимического потенциала, полученные в результате эксперимента, проведенного комплексом, могут быть рекомендованы для использования как защитного в системах катодной защиты судов и плавучих технических сооружений наложенным током, обеспечивая потенциал незаряженной поверхности стали, в том числе и на поверхности без оксидной пленки. К основным характеристикам такой защиты относятся: предотвращение процесса растрескивания стали; стабилизация процесса катодной поляризации при потенциале незаряженной поверхности, когда на поверхности стали не возникает заряда по отношению к морской воде и заторможена электростатическая адсорбция.

Предлагаемый подход позволяет повысить качество катодной защиты корпусных конструкций судов и плавучих технических сооружений от коррозионно-механических разрушений и предотвратить распространение локальных разрушений, на основании точного выбора защитного потенциала с учетом ювенильной поверхности.

Применение представленной модели защиты позволит предотвратить коррозионно-механические разрушения корпусных конструкций, проектируемых и эксплуатирующихся морских судов и плавучих технических сооружений, таких как буксиры, плавучие мастерские, гидрографические суда, плавучие буровые платформы (самоподъемные, полупогружные), морские стационарные платформы, причалы, буи и другие.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-48-920017.

-
1. **Ivanova, O.** Development of the Metals Electrochemical Characteristics Determining Method at Cathode Polarization / O. Ivanova, A. Rodkina, V. Kramar, V. Dushko // Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium, B. Katalinic (Ed.). – DAAAM International, ISBN 978-3-902734-20-4, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria, 2018. – pp. 0516–0522.

УДК 621.43

СКАЧКОВ А.А., ЗАХАРОВ Л.А., ЗЕЛЕНОВ С.Н., АНДОСОВ А.Г.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПОРШНЕВОГО ДВС Р-4, $V_H=2,445$ ДМ³, УСТАНОВКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНОВ ТОПЛИВОПОДАЧИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Постоянное и планомерное создание мощных, экономических и экологических приемлемых поршневых ДВС в составе энергетической установки водного, воздушного и наземного транспортного средства, которые при этом удовлетворяют требованиям высоких эксплуатационных характеристик обусловлена необходимостью приложения огромных усилий для разработки современных инженерных решений концепций поршневых ДВС. Наиболее эффективной методикой является выполнение указанных требований по уменьшению токсичных и вредных веществ с отработавшими газами и внедрение высокоэффективных антитоксичных средств и трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов. Проведенный вычислительный эксперимент по повышению мощностных и экономических показателей ДВС в составе энергетической установки транспортных средств привел к инженерным решениям органов топливоподачи, как впрыск бензина во впускной трубопровод под низким давлением в процессе наполнения, и, как непосредственный впрыск бензина в камеру сгорания цилиндра под высоким давлением в конце процесса сжатия, что позволило в перспективе обеспечить повышение мощности и снижение расхода топлива.

Прошло более ста лет с момента рождения первого бензинового двигателя, но принцип его действия до настоящего времени не изменился (второй закон технической термодинамики).

Задача исследования предусматривает повышение эффективности работы бензинового двигателя внутреннего сгорания (ДВС):

Бензиновые двигатели с воспламенением от постороннего источника работают по термодинамическому циклу с подводом теплоты при постоянном объеме. В них часть химической энергии топлива, сгорающего в рабочей камере цилиндра, преобразуется в механическую энергию. В течение многих лет топливовоздушная смесь образовывалась в диффузоре воздушного канала карбюратора за счет разности давлений воздуха ($\Delta P = P_{п.к.} - P_d$) в поплавковой камере карбюратора $P_{п.к.}$ и в диффузоре P_d карбюратора под низким давлением, откуда поступала со смесеобразованием и подогревом во впускной трубопровод, канал в головке цилиндра, впускное отверстие, камеру предварительного сжатия и в рабочий объем цилиндра во время перемещения поршня от ВМТ к НМТ в процессе наполнения.

Технически прорыв инженерных решений органов топливоподачи, которые позволили впрыск бензина во впускной канал головки цилиндра под избыточным давлением 0,20...0,50 МПа с электронным микропроцессорным управлением количества подаваемого топлива в процессе наполнения, что позволило выполнить требования законодательства по ограничению вредных и токсичных выбросов с отработавшими газами двигателя.

Еще большие преимущества по топливной экономичности и повышению мощности были достигнуты при разработке инженерного решения органов топливоподачи непосредственного впрыска бензина, который осуществляется непосредственно в камеру сгорания цилиндра двигателя в точно определенный момент времени в конце процесса сжатия под большим избыточным давлением 145...165 МПа.

В докладе отмечается решение основных поставленных задач:

- повышение мощности и крутящего момента по сравнению с предшественником, а также получение низкого расхода топлива;
- обеспечение хороших эксплуатационных характеристик;
- создание весомого потенциала для дальнейшей модернизации двигателя.

Библиографический список

1. Захаров Л.А. «Повышение эффективности поршневых ДВС совершенствованием инженерных решений»/журнал Автомобильных инженеров, 2015 №5 (94) с. 30...37.
2. Захаров Л.А., Хрунков С.Н. «Исследование и расчет термодинамических показателей поршневых ДВС»/Учебное пособие НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород 2018 г. с.120.

УДК-621.43

СКАЧКОВ А.А., ЗАХАРОВ Л.А., ГРАМУЗОВ Е.М., АНДОСОВ А.Г.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И МОЩНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОРШНЕВОГО ДВС P-4, $V_N=2,445$ ДМ³ В СОСТАВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА ЗА СЧЕТ ВЫБОРА РАБОЧЕГО ЦИКЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение эффективности работы поршневого ДВС в начале XXI века остается одной из основных актуальных проблем, обусловленной улучшением экономичности ДВС в составе энергетической установки водного транспорта. Научные исследования, посвященные данной проблеме многочисленны и разнообразны. В то же время малоисследованным остается вопрос Влияния различных циклов ДВС при его работе в составе энергетической установки на топливную экономичность и мощность.

Основная задача данной работы создание в САПР ПДВС руководящей методики выбора наивыгоднейшего рабочего цикла ДВС, а именно:

- 1) выбор метода оценки различных циклов;
- 2) определение методом вычислительного эксперимента наивыгоднейшего термодинамического цикла ДВС;
- 3) разработка метода достижения перспективных термодинамических показателей путем рационального энергопреобразования.

В работе было проложено два основных критерия оценки высокого энергопреобразования:

1) сравнение работы ДВС с различными циклами проводилось при одинаковой геометрической степени сжатия и одинаковой величине внутренней энергии рабочего тела, полученной в рабочей камере цилиндра на режиме номинальной мощности со сгоранием: $V=\text{const}$; $p=\text{const}$; $T=\text{const}$;

2) характеристики термодинамических индикаторных, эффективных и эксплуатационных показателей экономичности и мощности.

До сих пор мы рассматривали влияние различных факторов на величину термического КПД η_t . Теперь же посмотрим какой же из основных рабочих циклов является наиболее экономичным. В выражении для η_t

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}; \quad (1)$$

Заменим отношение объемов $\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}$ отношением соответствующих давлений. Для бесконечно малых циклов, на которые мы можем разбить наши основные циклы, можно принять за постоянные давления и объемы в начале и в конце получения теплоты так же, как в начале и в конце отдачи теплоты. Тогда для каждого из таких элементарных циклов η_t будет:

$$\eta_t = 1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}, \quad (2)$$

Где: p_2 -давление при отдаче теплоты, p_1 - при его получении. Очевидно, что больше p_1 дает и больший η_t . Поэтому, если сравнивать при приведенных термических циклах ДВС при одинаковом давлении сжатия, в которых сгорание происходит при $V=\text{const}$, $p=\text{const}$ и $T=\text{const}$, то наиболее выгодным из них оказывается цикл при $V=\text{const}$, так как в нем с каждым следующим элементарном цикле давление сгорания растет (p_2 -для всех трех циклов постоянно), а следовательно, и экономичность повышается.

Цикл ($p=\text{const}$) оказывается менее выгодным ввиду того, что давление сгорания всех элементарных циклов у него остаются постоянными, но в свою очередь он все же экономичнее изотермического цикла, у которого давления сгорания падают, и экономичность каждого следующего элементарного цикла понижается.

Сравнительный цифровой материал, происходит при одинаковой степени сжатия для трех видов сгорания, при $\varepsilon=10$ и сообщении $Q_1 = 420$ дж теплоты термический КПД для цикла $V=\text{const}$ получился 0,603, для цикла $p=\text{const}$ – 0,568 и для цикла $T=\text{const}$ -0.398, т.е. наилучшее использование соответствует сообщению теплоты по $V=\text{const}$.

Предложенная методика оценки эффективности работы поршневого ДВС в составе энергетической установки водного транспорта позволяет создать метод в САПР ПДВС при решении задачи достижения перспективных прогнозируемых термодинамических показателей ПДВС.

Библиографический список

1. **Захаров Л.А.** Хрунков С.Н, 3382 Исследование и расчет термодинамических показателей поршневых ДВС: учеб.пособие/Л.А.Захаров, С.Н.Хрунков. Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород 2018.-120с.
2. **Захаров Л.А.**, Тарасов А.Н., Захаров И.Л., Дегтярев А.В. Повышение эффективности поршневых двигателей внутреннего сгорания совершенствованием инженерных решений: статья / Журнал Автомобильных Инженеров. 2015. №5 (94)

УДК 66.045.12

КОШЕЛЕВ А.В., ТЮРЬКИН А.М.

К ВЫБОРУ МАТЕРИАЛА И РАСЧЕТУ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Арзамасское научно-производственное предприятие «Темп-Авиа»
Арзамасский политехнический институт (филиал)
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

В последнее время в авиационной технике все больше уделяется внимания изучению внешних механических воздействий, в частности вибрациям и ударам. Обусловлено это, во-первых, тем, что действие механических нагрузок может вызвать дефекты и неисправности ответственных конструкций, во-вторых, повышением интенсивности механических нагрузок вследствие увеличения мощности двигателей и скоростей объектов движения.

Как известно, для серийно выпускающей продукции существуют периодические испытания, а любая вновь разработанная конструкция должна пройти лабораторные испытания, в программу которых обязательно входят стендовые испытания на вибрацию и удары. Наилучшая конструкция авиационной техники, которая может быть разработана, должна выдерживать воздействие вибрации с амплитудой ускорения $20g$, в диапазоне частот 20-2000 Гц. Сконструировать испытательную оснастку, способную передать вибрацию от вибростенда к испытываемому блоку без искажений в широком диапазоне частот, очень трудно, а иногда и невозможно. Задача усложняется еще тем, что вибрации в направлениях, отличных от заданного, должны быть ограничены. В противном случае результаты испытаний будут неверными: на элементы конструкции будут воздействовать ускорения, значительно больше задаваемых.

Решение данной проблемы возможно оптимизацией проектирования испытательной оснастки с привлечением инженеров-расчетчиков и систем автоматизированного проектирования (САПР) в купе с использованием пластичных материалов (магниевого, алюминиевого и т.д.). Хотя в стандартных библиотеках САПР имеются значения модального демпфирования материалов, для обеспечения точности необходимо использовать практические значения. Для этого исследованы динамические характеристики образцов различных материалов в виде пластин $200 \times 30 \times 10$ (д \times ш \times т). Один край пластины жестко закреплен на столе вибростенда, а на другом установлен акселерометр для регистрации параметров колебаний. Воздействием являлась синусоидальная вибрация в диапазоне от 20-2000 Гц. Результаты конечно-элементного моделирования и испытаний приведены в таблице 1.

Результаты расчета и натурных испытаний показали, что алюминиевый и магниевый сплавы имеют близкий коэффициент демпфирования. Установлено, что амплитуда виброускорений материалов практически одинакова. Учитывая вышеизложенное, литейные свойства материалов, их сравнительные стоимости, оснастку для испытаний на вибрацию целесообразно изготавливать из материала АК-7ч. При конструировании необходимо достигать таких соотношений жесткости и массы оснастки, чтобы первая собственная частота системы оснастка-блок, была за пределами 2000 Гц.

Таблица 1. Результаты расчета и испытаний

Материал	Расчет		Испытания	
	Резонансная частота, Гц	Ускорение, g	Резонансная частота, Гц	Ускорение, g
Д16Т	300	154	291	152
	1830	62	1736	90
АК-7ч	304	172	298	168
	1870	28	1835	30
14Х17Н2	294	140	291	139
	1850	26	1990	25
АМг	300	147	289	150
	1880	70	1760	85
МА2-1	288	150	271	148
	1790	80	1705	91

УДК 66.045.12

СОКОЛОВ А.Е., КЕЖУТИН А.А., КОСЫРЕВ В.М., СИДЯГИН А.А.

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ДИСКОВОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

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

Вихревой дисковый теплообменный аппарат (ВТА) состоит из двух смежных вихревых камер с теплообменным диском между ними. Аппарат имеет разборную конструкцию. Все части ВТА стянуты шпильками. Испытания показали высокую эффективность теплообмена в ВТА. Наряду с теплообменом важнейшее значение имеет прочность всех элементов ВТА. Основным фактором, определяющим прочность и жесткость элементов ВТА, является внутреннее давление P_1 и P_2 в его камерах, диаметр камер D . В случае превышения допускаемых давлений возможна пластическая деформация элементов и разгерметизация ВТА, что не допустимо. Разрабатывается метод расчета плоских крышек, колец с тангенциальными входными штуцерами, теплообменного диска, шпилек и уплотнения. Одновременное действие давлений P_1 и P_2 не гарантировано. Расчетная схема ВТА приведена на рис.1.

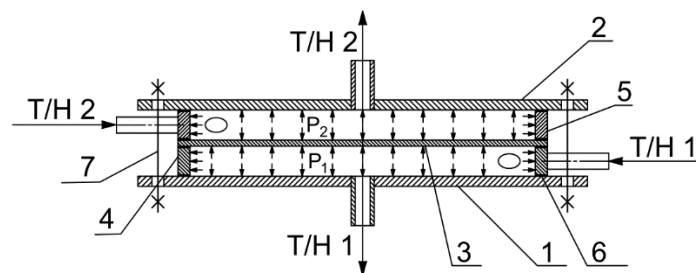


Рис. 1. Расчетная схема ВТА

1 – нижняя крышка; 2 – верхняя крышка; 3 – теплообменный диск; 4 – кольцо нижней камеры; 5 – кольцо верхней камеры; 6 – прокладка; 7 – шпилька

Кольца и шпильки работают на растяжение от действия давления в камерах и легко считаются на восприятие этих нагрузок. Особое внимание при расчете должно быть уделено крышкам 1,2 и диску 3, которые равномерно нагружены распределенной нагрузкой – давлением среды. При этом в пластинах имеют место существенные кольцевые M_t и радиальные M_r изгибающие моменты, которые ведут к возникновению деформаций Δ и напряжений σ . Проблема состоит в том, что плоские элементы слабо сопротивляются действию давления,

плохо работают на изгиб. Обычно плоские элементы применяются в аппаратах, работающих при малых или атмосферных давлениях.

Теория тонких пластин разработана и приводит к расчетным формулам для нахождения Δ и σ . Традиционно [1] различают два основных случая закрепления края пластины: шарнирное и защемленное. В нашем случае (рис.1) крепление края пластины ближе к шарнирному, а крышки нагружены наряду с давлением еще и изгибающим моментом от усилия затяжки в шпильках. Цель расчета прочности пластины – определение напряжений σ и величины прогиба центра диска Δ под расчетным давлением.

Задача, решаемая в настоящей работе, сводится к определению необходимых толщин элементов, либо для известных размеров и толщин к нахождению допускаемых давлений в камерах $[P_1]$ и $[P_2]$. Защемленное крепление края диска 3 дает преимущества по прочности. Также целесообразны конструктивные меры по усилению плоских элементов.

-
1. Краткий справочник конструктора нестандартного оборудования. В 2-х томах. Т. 2 Под общ. ред. В.И. Бакуменко. – М.: Машиностроение, 1997. – 524 с.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, МЕТАЛЛУРГИЯ И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.74

АБДУРАХМАНОВ М.Р.

ВЛИЯНИЕ АЗОТИРОВАНИЯ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТРЕЩИН В ПРЕСС-ФОРМАХ

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ

Процесс экструзии алюминия является перспективным направлением, так как физические свойства этого металла позволяют производить изделия самой разнообразной формы. Процесс экструзии заключается в нагреве заготовки до температуры 400 – 500 °С и его проталкивании через формообразующее отверстие матрицы. Матрица, используемая при экструзии металла должна обладать повышенной микро-твердостью и пониженной химической активностью по отношению к экструдруемому материалу. Наиболее простым и универсальным способом повышения износостойкости пресс-форм из инструментальных штамповых сталей является ионно-плазменное азотирование.

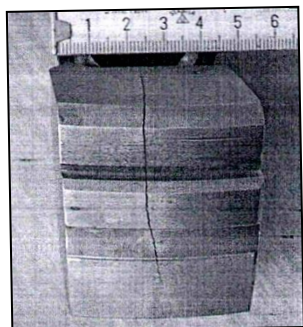


Рис.1 Инструмент с трещиной



Рис.2 Микроструктура 500:1



Рис.3 Травленая поверхность трещины

Целью исследования является выявление причины возникновения трещины. Объектом исследования является образец инструмента с отчетливо видимой трещиной (Рис.1). Данная деталь выполнена из штамповой стали 4Х5МФ1С с азотированным слоем толщиной 0,1 мм. Предположительно трещина могла появиться вследствие напряжений азотированного слоя, которые отразились на эксплуатационных свойствах детали.

Для выявления истинной причины был проведен химический анализ.

Таблица 1 химический анализ внутри детали

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
0,41	1,01	0,34	0,022	0,005	5,18	0,08	1,32
Al	Cu	Co	Ti	Nb	V	W	N
0,016	0,04	0,02	0,007	0,026	0,94	0,03	0,009

Проведенный химический анализ показал, что химический состав полностью совпадает стали марки 4Х5МФ1С. Характеристики материала в аспекте его плавки и обработки без недостатков. Предположительно трещина образовалась при производстве прутка на заводе. Этот вывод основывается на таких фактах: 1) Внутренние поверхности трещины обуглены и на них имеется окалина, 2) Внутренние поверхности трещины содержат следы азотирования. Вероятно, трещина появилась вследствие снятия напряжения перед отжигом. Абсолютно прямая геометрия подтверждает данный факт.

Библиографический список

1. Берлин Е.В., Коваль Н.Н., Сейдман Л.А. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей М.: Техно-сфера, 2012. – 464с.
2. Мухина З.С. Методы анализа металлов и сплавов/З.С.Мухина, Е.И.Никитина, Л.М.Буданова, Р.С.Володарская, Л.Я.Поляк, А.А.Тихонова// Государственное издательство оборонной промышленности Москва 1959, - 521с.

УДК 669.2

БАЗУРИН А.А., МАСЛОВ К.А.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЛИТЬЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ФАСОННЫХ ОТЛИВОК ЦЕНТРОБЕЖНЫМ СПОСОБОМ ЛИТЬЯ НА БАЗЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ВОЛГАСТАЛЬПРОЕКТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Проблема повышения качества фасонных отливок полученных методом центробежного литья, с применением ХТС процесса и энергосберегающих технологий на базе предприятия ООО «ВолгаСтальПроект».

Попытки отлить тонкостенные отливки ответственного назначения открытой цилиндрической формы, с внутренней поверхностью имеющий сложную конфигурацию и большое количество далеко стоящих друг от друга выступающих и углубленных мест, ребер, бобышек, расположенных в несколько ярусов предпринимались многократно, но не удавалось получать стабильного результата. Возникали усадочные дефекты не имеющие постоянного места возникновения, а так же недостаточная плотность отливок. Важным показателем для данных отливок является герметичность. Данные отливки являются широко распространенными элементами конструкций многих современных машин, работающих под давлением. Именно поэтому потребность в литых деталях такого типа ощущается давно и освоение этого вида литья способно значительно увеличить производительность труда и уменьшить стоимость изготовления многих изделий.

В результате рассмотрения трудностей литья подобных деталей по ХТС процессу пришли к выводу, что одним из возможных методов, обеспечивающих им повышенные механические свойства, плотность за счет уменьшения зерна, может стать метод центробежного литья.

Изготовление отливок при данном способе происходит при заполнении формы расплавом и последующие его затвердевании происходит под действием центробежной силы. Можно получать отливки с внутренней поверхностью сложной конфигурации с использованием стержней и используя вертикальную ось вращения [1].

Основными технологическими параметрами методом центробежного литья являются [2]:

- Скорость вращения центробежной машины;
- Температура металла перед заливкой;
- Точность стержневой сборки;

Данный способ литья позволяет снизить расход металла, формовочной смеси, а также повысить качество отливаемых деталей, а именно плотность отливки и повышенные механические свойства.

Библиографический список

1. Специальные виды литья / Ю.А. Степанов, Г.Ф. Баландин, В.А. Рыбкин. , 1983. – 285с.
2. Специальные виды литья/ Ю.А. Небогатов, В.И. Тамаровский – Учебное пособие для рабочих М., 1975. – 175 с.

УДК 678.06

ВАГИЗОВ А.Г., ЯРОВАЯ Е.И.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО НАГРЕВА ПЛАСТМАСС ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ТЕРМОПЛАСТОВ

Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время изделия из пластмассы, полученные методом литья, благодаря низкой себестоимости исходного сырья, высокой долговечности, хорошим антикоррозионным свойствам находят все большее применение в строительстве и таких областях промышленности, как автомобильная, электротехническая.

Возросшие требования к качеству готовой продукции делают актуальной проблему создания надежных, высокоэффективных, малоинерционных установок для нагрева полимерных материалов. Перегрев термопластов может приводить к увеличению усадки, возникновению внутренних напряжений в отливке, что в конечном итоге проявляется в снижении эксплуатационных характеристик готовых изделий.

В современных машинах литья под давлением пластмасс в качестве систем нагрева используются, в основном, нагреватели сопротивления и индукционные [1]. Недостатком данных систем является инертность процесса нагрева, которая с одной стороны замедляет процесс достижения заданной температуры, а с другой стороны приводит к дефектам готовых изделий, связанных с локальным перегревом.

Для решения этих проблем предлагается использование установок диэлектрического нагрева, которые благодаря физическим процессам, лежащим в основе их работы, вызывают тепловыделение непосредственно в самом материале [2].

Авторами была разработана конструкция шнекового пластикатора (рисунок 1) в которой в качестве нагревательного элемента используется два кольцевых электрода, подключенных к высокочастотному генератору [3].

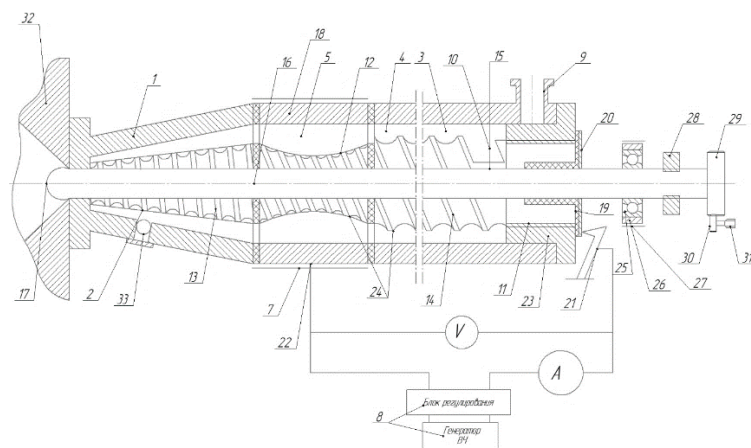


Рис. 1 - Шнековый пластикатор с системой нагрева высокочастотным электромагнитным полем,

где: 1-корпус, 2-шнек 3-зона дозирования 4-зона уплотнения 5-зона плавления 6-зона инъекции 7-кольцевой электрод 8-высокочастотный генератор 9-загрузочное окно 10-загрузочный карман 11-запирающая часть 12-сферическая часть 13-коническая часть 14-цилиндрическая часть 15-шпонка 16-вал 17-торец 18-цилиндрическая часть 19-дисковый электрод 20-вкладыш 21-защелка 22-защитный экран 23-гайка 24-зубья 25-подшипник 26-люнет 27-направляющие 28-электромагнитная гайка 29-прямозубое колесо 30-шестерня 31-электродвигатель 32-рама 33-контактная сфера.

Представленная конструкция пластикатора обеспечивает заданную частоту и напряженность поля, необходимые для расплавления полимера за счет трения составляющих его частиц, возникающего под действием высокочастотного электромагнитного поля.

Использование высокочастотных электромагнитных полей, при регулировании напряженности и частоты поля, обеспечивает высокие скорости нагрева при минимальном расходе мощности [3].

Библиографический список

1. Производство изделий из полимерных материалов. Учебное пособие. В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2004. – 464 с.
2. **Княжевская, Г.С.** Высокочастотный нагрев диэлектрических материалов / Г.С. Княжевская, М.Г. Фирсова. – Л.: Машиностроение, 2012. – 64 с
3. Патент РФ № 2324592 С2 А.С. Клинков М.В Соколов П.С. Беляев В.Г. Однолюк Шнековый пластика- тор для полимерных материалов 20.05.2008 Бюл №14

УДК 621

ВОРОНЦОВА Е.П., ХЛЫБОВ А.А.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ ТРУБНОЙ СТАЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Длительный срок эксплуатации достигает для половины всех трасс магистральных трубопроводов 35 – 40 лет, что приводит к резкому увеличению числа различных поврежденных газопроводов, и как следствие, росту аварий. При этом основным конструкционным материалом систем магистральных трубопроводов являются углеродистые и низколегированные кремне-марганцовистые стали. В связи с этим возникает необходимость изучения процессов протекающих в стали в период эксплуатации, их текущего состояния и прогнозирования остаточного ресурса, что подтверждает актуальность принятого направления исследований.

В настоящее время существуют две противоположные точки зрения на проблему старения низколегированных трубных сталей. В соответствии с одной из них низколегированные стали в эксплуатационном интервале температур от -40°C до $+150^{\circ}\text{C}$ в течение длительного нагружения, не претерпевают никаких структурных изменений. Противоположная точка зрения состоит в том, что процесс старения металла происходит, и это явление надо учитывать при определении безопасного ресурса эксплуатации газопроводов.

Целью работы является экспериментальное исследование влияния длительной эксплуатации ключевых газотранспортных объектов - магистральных газопроводов на механические свойства низколегированной трубной стали 09Г2С.

Суть старения металла состоит в том, что углерод, введенный в феррит в качестве основного упрочняющего элемента и образующий в исходном состоянии неравновесный пересыщенный твердый раствор, с течением времени покидает решетку феррита и, тем самым, изменяет тонкое структурное состояние стали [1,2].

В данной работе представлены результаты экспериментального исследования влияния длительной эксплуатации на изменение механических свойств низколегированной трубной

стали 09ГС2, полученные при следующих экспериментах: металлографический анализ образцов разных сроков эксплуатации, механические испытания на растяжение, испытания на ударный изгиб при разных температурных условиях, измерения микротвердости.

Таким образом на деформационное старение низколегированных трубных сталей существенно влияет их структурно-фазовое состояние металла. Наблюдается изменение морфологии структуры в процессе эксплуатации. При длительной эксплуатации происходит снижение характеристик пластичности, которое приводит к охрупчиванию металла.

С увеличением срока эксплуатации происходит постепенное смещение критической температуры перехода металла труб в хрупкое состояние в сторону более высоких температур.

Библиографический список

1. **Нечваль А.Н.**, Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: Учеб. пособие / Уфимский гос. нефтяной технический ун-т. – Уфа: ООО ДизайнПолиграфСервис, 2001. – 166 с.
2. **Нохрин А.В.**, Чувильдеев В.Н., Старение труб магистральных газопроводов// Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского №5(2), 2010. с.171-180.
3. Проблемы старения сталей магистральных трубопроводов: Сборник трудов научно-практического семинара/ Под общей ред. Б.В. Будзуляка и А.Д. Седых; Науч.ред. В.Н. Чувильдеев. – Н.Новгород: Университетская книга, 2006. – 220с.

УДК 621.785

ГЕВОРГЯН Г.А.

РАСШИРЕНИЕ ИНТЕРВАЛА ПРИМЕНИМОСТИ СТАЛИ 4Х5МФ1С С ЦЕЛЬЮ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОСТОЙКОГО КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сталь 4Х5МФ1С предназначена для изготовления штампов горячего деформирования и форм литья под давлением, т.е/ для работы при повышенных температурах, переменном и многократном нагреве и динамических нагрузках [1]. Стандартный режим термической обработки для данной стали включает закалку от 1020 °С в масле и отпуск при 580 °С в масле. Известно, что после такой термической обработки, изделие наравне с высокой твердостью (47-50 HRC) имеет достаточную высокую вязкость (39 Дж/см²) и износостойкость. Наличие такого комплекса механических характеристик позволяет расширить интервал применимости данной стали не только для изготовления инструмента, но и использовать ее как конструкционную.

Выводы по исследованиям:

1. В результате проведенных исследований было установлено, что в интервале температур отпуска 230 – 550 °С твердость стали 4Х5МФ1С практически не изменяется (54.2 – 52.9 HRC), что обусловлено ее высокой теплостойкостью. Отпуск в интервалах температур ниже 600 °С для стали 4Х5МФ1С является низким. Структура состоит из мартенсита и аустенита остаточного.

2. Резкое снижение твердости наблюдается после отпуска 600 °С. Начинают происходить процессы распада пересыщенного твердого раствора углерода в α – железе, распад и превращение остаточного аустенита; в мартенсите, имеющем высокую плотность дислокаций, по мере повышения температуры отпуска реализуются процессы возврата первого и второго рода, а при высокой температуре и процесс рекристаллизации [2].

Структура представляет собой высокодисперсную феррит - карбидную смесь (троостосорбит отпуска). Так же с повышением температуры отпуска стали 4Х5МФ1С происходит монотонное снижение прочности и увеличение пластичности и вязкости.

3. По результатам металлографического анализа и полученных механических характеристик для стали 4Х5МФ1С были выбраны режимы упрочняющей термической обработки, заключающиеся в закалке с 1070 °С и отпуске в интервале температур 650 –700 °С.

4. На основании исследования влияния параметров термической обработки на механические свойства и структуру, сталь 4Х5МФ1С можно рекомендовать для внедрения в качестве теплостойкого конструкционного материала с пределом текучести $\sigma_{0,2}$ от 750 до 1000 МПа.

Библиографический список

1. Геллер, Ю.А. Инструментальные стали / Ю.А. Геллер. – М.: Металлургия, 1983. – 527 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1986. – 544 с.

УДК 621.74.043.1

ГОРОХОВ Д.А., ЛЕУШИН И.О.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ «КОРПУС» С ПРИМЕНЕНИЕМ СХЕМЫ ПОДПРЕССОВКИ ПОДВИЖНЫМ ПОДДОНОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Для реализации разработанной технологии выбрана однопозиционная кокильная машина с вертикальной плоскостью разреза.

Отливка «Корпус» является технологичной, так как конструкция отливки обеспечивает удобное извлечение ее из формы, что достигается наименьшим количеством разъемов (один разъем). Внутренние полости в отливке выполняются при помощи двух стержней, что снижает трудоемкость изготовления отливки и соответственно повышает ее технологичность.

Исходя из выбранного метода литья и конструкции детали, имеющей поднутрения, выполнить которые возможно только песчаными стержнями, в качестве способа заливки отливки «Корпус» выбирается литье в кокиль на кокильной машине с подвижным поддоном. Для предупреждения дефектов таких как: усадочные раковины, горячие трещины в горячих узлах, необходимо установить прибыли, которые бы в достаточной мере обеспечили бы подпитку горячих узлов. Разъем кокиля вертикальный. При этом учитывается расположение отливки в форме. Выход газов и воздуха из формы осуществляется через вертикальный стержень, проходящий по всей высоте отливки.

Кокиль, в котором рабочая полость, конструктивно связанная с прибыльной частью, расположенной сверху, в нижней части вне рабочей полости формы имеет своеобразную камеру прессования, а соответствующий ей пресс-поршень закреплен на подвижном поддоне кокильной машины. После установки кокиля на поддон между плитами машины и заливки металлической формы расплавом предусматривается подпрессовка затвердевающей отливки снизу с использованием привода подвижного поддона. Схема устройства приведена на рисунке 1.

Применение данной технологии позволяет полностью устранить или значительно уменьшить в дефекты усадочного и газового характера, повысить механические свойства материала отливки, существенно сократить расход металла на прибыльную часть.

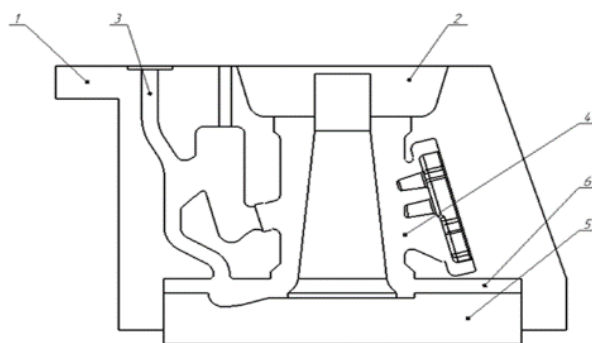


Рис. 1 - Устройство для изготовления тонкостенных отливок литьем в кокиль:
 1- полуформа; 2- прибыль; 3- литниковая система; 4- полость формы; 5- поддон с закрепленным стержнем; 6- камера прессования

УДК 621.7.072

ГОРОХОВ П.А., НИЩЕНКОВ А.В.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение автоматизации технологической подготовки производства (АСТПП) в литейном производстве должна обеспечивать как автоматизацию проектирования технологических процессов, так и технологического оснащения, а также автоматизацию хранения и обработки информации об изготавливаемых отливках и технологических процессах, информацию о технологических решениях, предоставлять нормативно- справочную информацию, планово-учетную информацию, информацию о браке в литье[1].

Для автоматизации технологических процессов в частности построения 3D-модели в среде AutoCAD было разработано программное обеспечение на языке AutoLISP для расчета и конструирования литниково-питающей системы (ЛПС), программа выполняет расчет геометрии ЛПС для литья в песчано-глинистые формы.

С помощью командной строки в среде AutoCAD набрав команду «шлакоуловитель» в рабочую область САПР-системы выводится диалоговое окно, программа работает в интерактивном режиме, при использовании программы вводятся данные, такие как основание сечения шлакоуловителя, высота, длина для расчета геометрии ЛПС с указанием используемого типа. По аналогии работают команды: «стояк», «литниковая чаша», «питатель», «надставная воронка». Пример всплывающего диалогового окна для ввода геометрических параметров и 3D- модель шлакоуловителя представлены на рисунке 1.

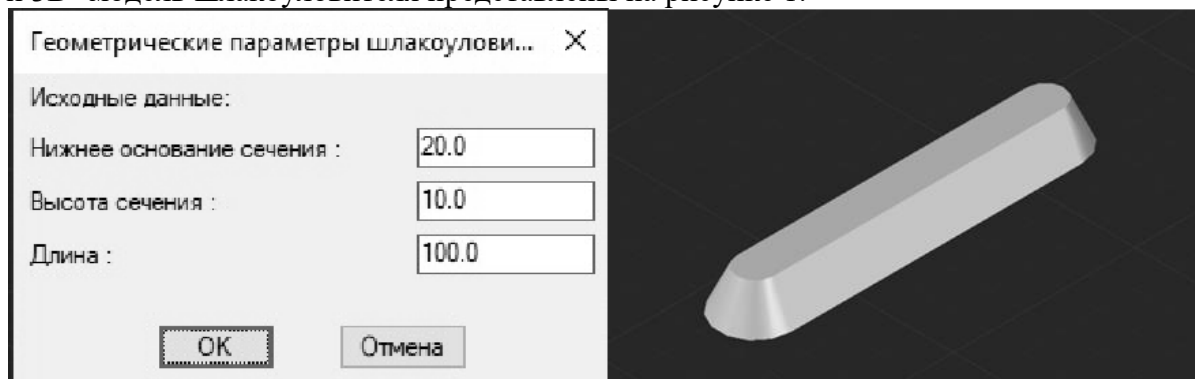


Рис. 1 – Диалоговое окно для ввода геометрических параметров и 3D-модель шлакоуловителя

Применение данной программы для построения 3D-моделей отливок с литниково-питающей системой в среде AutoCAD позволит сократить сроки проектирования и изготовления отливок.

Полученные элементы ЛПС могут быть использованы при изготовлении элементов оснастки с помощью аддитивных технологий (FDM-технология).

1. **Аверченков, В.И.** Автоматизация проектирования технологических процессов: учеб. пособие для вузов [электронный ресурс] / В.И. Аверченков, Ю.М. Казаков. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011 – 229 с.

УДК 621.74.043 (088.8)

ГУЛЯЕВ Н.А., ЯРОВАЯ Е.И.

КОМПЛЕКСНАЯ ДОПРЕССОВКА ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ТЕРМОПЛАСТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматривается эффективность наложения локального и объемного давления на затвердевающий термопласт при литье под давлением, осуществляемого за счет более совершенной конструкции пресс-формы, что позволяет наиболее полно использовать ресурс мощности машин, сокращает технологический цикл, повышает качество изделий.

Цель работы - повышение качества изделий, получаемых литьем под давлением из термопластов, без использования дополнительных ресурсов и устройств, обеспечивающих надежность технологического процесса, протекающего в автоматическом режиме.

Подробное изучение особенностей технологического процесса литья под давлением термопластов, изменений их технологических и физико-механических свойств при переходе из одного агрегатного состояния в другое, выявило, что наиболее важным для получения качественных изделий является оптимизация процессов теплового и силового воздействия на затвердевающий материал.

Термопласты, применяемые для получения изделий литьем под давлением, имеют узкий интервал затвердевания (короткая «жизнеспособность») в пределах 30 – 45 °С и высокую усадку 2 – 4,5 %. Следовательно, для получения качественных изделий из термопластов необходимы воздействия теплового и силового характеров одновременно, позволяющие расширить диапазон «жизнеспособности» и устранить усадку.

В существующих технологических процессах литья под давлением термопластов эту проблему решают путем циклического нагрева и охлаждения пресс-форм [1, 2] с использованием высокоскоростных источников нагрева [3] и наложением давления на термопласт в процессе охлаждения [1].

Дополнительное давление на затвердевающий термопласт при литье под давлением на термопластавтоматах можно обеспечить соответствующей конструкцией пресс-формы, в подвижную часть которой входит система локального уплотнения. Использование электромагнитного управления всей системой перемещений подвижных частей обеспечит надежность работы и позволит максимально полно использовать ресурс мощности оборудования и хорошо вписывается в автоматический цикл процесса.

Комплексное наложение давления (локального и объемного) на затвердевающий термопласт позволяет решить проблему брака, возникающего из-за усадки в процессе затвердевания во всех участках отливки, независимо от разностенности ее конструкции.

Библиографический список

1. **Бихлер М.** Параметры процесса литья под давлением. – Demag Plastservice, 2001. - 129 с.

2. Производство изделий из полимерных материалов. Учебное пособие. В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2004. – 464 с.
3. Патент РФ. №2095241. Дата выдачи 15.08.1994. Филиппов А.Н. Способ нагрева и термостатирования пресс-формы для литья термопластов под давлением.

УДК 622.245.1-026.56

ДУДИНА К. А.

«ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИОННО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБСАДНЫХ ТРУБ ИЗ СТАЛИ 22ГФ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сталь 22ГФ конструкционная, для сварных конструкций. Применяется для изготовления электросварных прямошовных обсадных труб диаметром от 10 до 530 мм.

Химический состав стали представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав стали 22ГФ

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	V	Cu
0,21-0,25	0,17-0,37	1,2-1,4	≤0,03	≤0,03	≤0,3	≤0,3	0,11-0,15	≤0,35

Выбранные размеры обсадной трубы – наружный диаметр равен 245мм, толщина стенки составляет 7,9 мм, длина трубы 11700 мм.

Механические свойства стали 22ГФ после ЛТО (локальная индукционная термообработка над сварным швом) представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Механические свойства стали 22 ГФ после термообработки

Марка стали	Диаметр трубы, мм	Толщина стенки, мм	σ_t , МПа	σ_b , МПа	δ , %	KCV Дж/см ²
22ГФ	245	7,9	465	560	30	170

Микроструктура стали. Изначально сталь при комнатной температуре имела феррит-перлитную структуру. Микроструктура после сварки в линии сплавления – феррит видманштеттового строения; в зоне термического влияния – мартенсит и бейнит. Микроструктура после ЛТО – феррит и перлит. На рисунке 1 показана кривая деформационного упрочнения при растяжении стали 22ГФ.

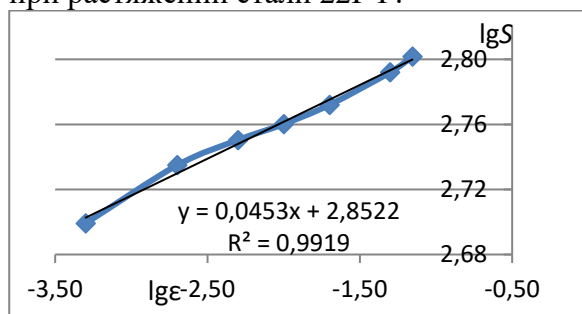


Рис. 1 - Деформационное упрочнение при растяжении стали 22ГФ

Для обсадных труб из стали 22ГФ в качестве окончательной термической обработки используют нормализацию и высокий отпуск, которую применяют вместо закалки и высокого отпуска (как обычно свойственно для труб). При этом вероятность появления трещин значительно уменьшается. После нормализации сохраняется мелкозернистая структура металла, что позволяет обеспечить его относительно твердость, а также высокую прочность без напряженного состояния.

1. **Терентьев, В.Ф.** Циклическая прочность металлических материалов: Учеб. пособие / В.Ф. Терентьев, А.А. Оксогоев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. – 61 с.

СПЕЦИФИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА УЧАСТКА ТОЧНОГО ЛИТЬЯ В УСЛОВИЯХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Термин «технологический аудит» достаточно многогранен в зависимости от целей и масштаба его проведения.

Технологический аудит классифицируется, в том числе и по объекту исследования. Объектом исследования могут являться: одна технология (определение, где еще данная технология может быть востребована); несколько технологий (определение приоритетной технологии, которую в первую очередь следует продвигать); несколько проектов (определение приоритетного проекта, который следует поддержать в первую очередь); организация (определение возможности для получения большего дохода от имеющихся технологий, оборудования и практического опыта; определение приоритетных направлений развития; определение мотивации персонала и повышение осведомленности в коммерческих вопросах; оценка способности организации реализовать инновационные проекты); регион (определение приоритетных направлений развития региона; обеспечение систематизированной информацией по технологиям, имеющимся в регионе; выявление предпринимателей и потенциальных лидеров). В нашем случае рассматривается технологический аудит организации.

Общая структура технологического аудита представляет собой «сбор информации – анализ – синтез (разработка рекомендаций) – составление отчета». После успешного завершения технологического аудита, отчет и содержащиеся в нем рекомендации обсуждаются с руководством компании / организации с целью принятия конкретных решений, утверждения плана действий и его реализации.

Менеджмент современных предприятий проводит экспертизу с различными целями, начиная от оценочной стоимости производства отливки и заканчивая состоянием оценочной стоимости переоснащения производства, а также внедрения новых технологий производства на предприятии с предварительным технико-экономическим обоснованием.

Аудит литейного производства все чаще востребован при составлении инвестиционных замыслов и стратегических планов, а также при выполнении программ по повышению качества продукции.

В работе предлагается авторский алгоритм проведения технологического аудита участка точного литья на машиностроительном предприятии, учитывающий специфику конкретного предприятия. Он включает в себя сбор первичной информации о металлургической отрасли и компании, анализ полученной информации, подготовку анкет, опросных листов и планов интервью, проведение анкетирования и опрос сотрудников на предприятии, проведение исследования предприятия, включающее в себя оценку текущего состояния технологий и оборудования, организационно-управленческих и производственно-технологических процессов, объектов интеллектуальной собственности, научного потенциала и т.д., предварительный анализ полученной информации, и разработку рекомендаций для производства по результатам технологического аудита и подготовку отчета.

При проведении технологического аудита основной целью являлась проверка технологических процедур, методов и процессов, применяемых на предприятии, с целью изучения их производительности и эффективности, а также анализ и выявление проблем, присутствующих на производстве, с целью последующей разработки методов их устранения и повышения эффективности и производительности предприятия.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕРЖНЕЙ

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ

В последние годы многие промышленные предприятия стали переходить на принципиально новые перспективные технологические процессы изготовления стержней для отливок из черных и цветных сплавов «Cold-box-процесс» (изготовление стержней по «холодному процессу»), так как существующие технологии («горячий процесс») не обеспечивают необходимой размерной точности и качества изготовления стержней из-за того, что стержневые ящики подвергаются нагреву до температуры свыше 250 °С. За счет нагрева стержневого ящика песчано-смоляная смесь под воздействием связующего вещества отверждается, т.е. спекается, спекание происходит на глубину 5-6 мм, после извлечения стержня из стержневого ящика дальнейшее его отверждение происходит уже на воздухе. При данном технологическом процессе изготовления стержней возникают некоторые сложности такие как нарушение геометрических размеров стержня, так как за счет нагрева стержневого ящика изменяются его размеры, а также происходит коробление стержня при отверждении на воздухе. Для выполнения требуемой размерности возникает необходимость увеличения припусков на механическую обработку и ограничения минимальных размеров сечений внутренних полостей отливки. [1]

Стержневые машины для изготовления стержней по «горячему процессу» характеризуются:

- высокой трудоемкостью и большой ресурсоемкостью при изготовлении стержней;
- отсутствием гибкости производства (длительное время на переналадку, как следствие необходимость создания больших заделов стержней);
- превышением предельно-допустимой концентрации (ПДК) по содержанию фенола и формальдегида, ПДК фенола (летучих) в воздухе рабочей зоны должна быть не более 0,1 мг/м³, формальдегида (летучих) – 0,05 мг/м³. [2]

Процесс изготовления стержней по «холодному процессу» позволяет резко повысить точность стержней, снизить внутренний брак при изготовлении стержней до 0,3-1,0 % удешевить и ускорить изготовление стержневой оснастки. В данном процессе используются синтетические смолы (полиуретановые, эпокси-акрилатные, фенольные), которые не требуют подогрева стержневых ящиков, отверждение происходит при продувке газами. В качестве отвердителей используются такие газы как сернистый ангидрид, амины и углекислый газ. Стержневая смесь под давлением надувается в стержневой ящик, установленный на позиции надува стержневой машины, затем наполненный смесью стержневой ящик продувается газом-отвердителем в течение 3-5 секунд, а затем воздухом для удаления газа из полости стержня, а также из стержневого ящика. Дальнейшая очистка воздушно-газовой смеси происходит в скруббере-нейтрализаторе, что позволяет улучшить условия труда и экологическую обстановку. Стержневая смесь, затвердевает в стержневом ящике с набором окончательной прочности не менее 80 % по всему объему, поэтому данная технология позволяет изготавливать стержни, имеющие ажурные строения и конфигурации с очень гладкой поверхностью с допустимыми отклонениями по геометрии не более 0,3 мм, что невозможно достичь при других технологических процессах изготовления стержней.

Библиографический список

1. **Гавариев Р.В.**, Савин И.А. Исследование качества поверхности отливок цветных металлов получаемых литьем под давлением: монография/Гавариев Р.В., Савин И.А., Курск: Из-во «Университетская книга», 2017, -236с.
2. **Гавариев Р.В.**, Савин И. А. Моделирование процесса литья под давлением в пресс-форму с защитным покрытием /Р.В. Гавариев, И.А. Савин//Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. -2017. -№1, С. 47-50

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛИ 14X17H2 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основной рассматриваемой проблемой в данной работе является образование в структуре высокохромистых сталей больших количеств δ -феррита, который оказывает вредное влияние на ход технологических процессов и качество поковок: ухудшает деформируемость стали при ковке и резко снижает свойства пластичности (особенно ударной вязкости) при испытании поковок в тангенциальном или поперечном направлении, повышает анизотропность механических свойств.

Исследование микроструктуры и фазового состава проводили на термообработанных образцах, вырезанных из крупногабаритных поковок стали 14X17H2. Исследование микроструктуры проводилось на оптическом микроскопе KEYENCE VNX-1000. Травление образцов – электролитическое в 10% водном растворе щавелевой кислоты при анодном токе 5А. В процессе электролитического травления было обнаружено отличительное для стали 14X17H2 предпочтительно ускоренное травление приграничных с δ -ферритом зон с мартенситной структурой[1]. Учитывая, что чувствительность матричного твердого раствора (основной фазы в структуре стали) к воздействию электрохимического процесса при травлении напрямую связана с фактическим количеством в твердом растворе стали атомов хрома и углерода, можно предположить, что на границах стыка δ -феррита и аустенита (в области высоких температур) или δ -феррита и мартенсита (при нормальной температуре) происходит изменение концентрации основного легирующего элемента-хрома в сторону его понижения. По-видимому, хром мигрирует из приграничных зон в δ -ферритную фазу, образуя с ней твердый раствор замещения. Повышение концентрации хрома в α -твердом растворе в приграничных зонах приводит к изменению условий деформирования этих зон, что оказывает существенное влияние на общую деформационную способность крупногабаритных заготовок из стали 14X17H2 при их горячей пластической обработке[2].

В результате проведения исследований стали 14X17H2 было выявлено наличие некоторых особенностей микроструктуры, состоящих в том, что в структуре образуется повышенное содержание крупнозернистых включений δ -феррита с выделением по их границам достаточно большого количества карбидной фазы. Скопление частиц карбидной фазы по границам зерен ослабляет прочность межзеренных связей и может приводить к снижению физико-механических свойств стали.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о целесообразности применения определенных технологических мер на стадии их металлургического производства и при проведении термической обработки изделий.

Библиографический список

1. **Шахматов А.В.**, Колпишон Э.Ю., Казаков А.А., Исследование морфологии δ -феррита по сечению слитка литой высокоазотистой стали, Тяжелое машиностроение, № 7–8, 2016, с. 9–11.
2. **Потак Я.М.** Высокопрочные стали. М.: Металлургия, 1972. – 208 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важнейших задач развития современного машиностроения является улучшение качества металлопродукции и изготавливаемых из нее деталей. Этого добиваются термической и химико-термической обработкой, которая является важнейшим этапом технологического процесса изготовления деталей, применяемых в машиностроении [1].

Физические и механические свойства улучшаемых среднеуглеродистых сталей могут варьироваться в широких пределах, в зависимости от содержания в них тех или иных легирующих элементов. [2]

В данной работе было проведено исследование структуры и свойств среднеуглеродистой стали 38Х2МЮА после различных этапов термической и химико-термической обработки с применением методов математического планирования экспериментов. Термическая обработка заключалась в отжиге, закалке, высоком отпуске; химико-термическая обработка – в азотировании.

Методика эксперимента включала в себя: приготовление шлифов из образцов стали 38Х2МЮА, анализ микроструктуры, измерение твердости, статистическая обработка экспериментальных данных и построение математической модели термической обработки стали.

По результатам эксперимента было выявлено, что после отжига при 940 °С, образуется феррито-перлитная структура с пониженной твердостью (186НВ), что благоприятно для последующей механической обработки изделий. После закалки от 940°С получена структура-мартенсит. Она имеет наивысшую твердость – 52HRC. Следует отметить, что если в структуре вместе с мартенситом есть верхний бейнит или продукты диффузионного распада аустенита, то сопротивление хрупкому и вязкому разрушению снижается. После высокого отпуска от 640°С образуется структура - сорбит отпуска, твердость которого составляет 28HRC. После азотирования при 550°С с выдержкой в течение 1 часа в атмосфере аргона, азота и ацетилена образуется упрочненный слой толщиной 0,06 мм, твердость которого составила 1150HV. Микроструктура этого слоя имеет зону соединений (нитридная зона-субмикроскопические нитриды), диффузионную зону (нитриды и карбонитриды основного металла и легирующих элементов) и α -фазу, насыщенную азотом. Азотированная поверхность обеспечивает высокую твердость и износостойкость поверхности за счет наличия в структуре нитридов и карбонитридов.

Далее была построена математическая модель, связывающая твердость стали с параметрами термической обработки. Изменяемыми факторами являются лишь температура нагрева при закалке, температура отпуска и охлаждающая среда при закалке.

Таким образом, в данной работе была исследована структура и свойства среднеуглеродистой азотируемой стали 38Х2МЮА после различных этапов упрочняющей термической и химико-термической обработки. Были проведены элементарные статистические процедуры и получена адекватная при уровне значимости 0,05 математическая модель первого порядка, связывающая твердость стали 38Х2МЮА с параметрами термической обработки.

Библиографический список

1. **Арзамасов, Б.Н.** Материаловедение: Учебник для вузов / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин; Под ред. Б.Н. Арзамасов, Г.Г.Мухина. – 8-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 648 с.
2. **Фетисов, Г.П.** Материаловедение и технология материалов: Учебник/ Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 397 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ16

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Необходимость проведения данной работы обусловлена недостаточностью информации по технологии термической обработки деформируемых титановых сплавов. Вопросы обеспечения прочности и снижения пластичности сплава являются весьма актуальными для производства и обработки изделий из деформируемого титанового сплава ВТ-16 при оценке и продлении их ресурса[1].

В работе представлены результаты исследования микроструктуры и свойств деформируемого титанового сплава ВТ-16 влияния скорости охлаждения на фазовый состав и механические свойства сплава ВТ16, при различных режимах термической обработки, проведено исследование влияния скорости охлаждения в различных средах, а также определены оптимальные режимы термической обработки образцов для получения гарантируемого уровня требуемых механических свойств.

На основе анализа литературных источников и практического эксперимента, была исследована микроструктура и механические свойства деформируемого титанового сплава ВТ-16 после различных режимов термической обработки, которые применяются для получения определенного повышенного комплекса свойств[2].

Было установлено что при температуре, близкой к 775°C , после закалки с которой содержание β - фазы максимально, пластичность резко увеличивается, что можно объяснить началом мартенситного превращения β - и α - фазу. После закалки от температуры 775°C сплав имеет структуру, состоящую из α -, α' - и β - фаз. В этом случае количество их можно определить расчетом, если известно содержание β - фазы.

В результате проведенных исследований была разработана технология упрочняющей термической обработки, которая заключается в закалке при нагреве до $750\text{-}900^{\circ}\text{C}$ с охлаждением в контейнере в воде с пуском в него аргона, которая приводит к росту прочности и снижению пластичности сплава, что связано в основном с повышением степени дисперсности смеси α - и β - фаз, образующиеся в процессе охлаждения.

Библиографический список

1. **Иванов А.С. Томсинский В. С.** Распад α' -мартенсита в титановом сплаве ВТ16, 1973, вып. 1, 102—108 с.
2. **Мальцев М. В., Кашников Н. И., Соколов Л. Д.** Исследование распада β -фазы при непрерывном нагреве сплава ВТ16. — Изв. вузов, Цветная металлургия, 1979, 58 с.

ВЛИЯНИЕ ТВЕРДОСТИ И ПОРИСТОСТИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЛИТЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ ДУКМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследованы образцы цилиндрической формы длиной 70 мм и диаметром 10 мм, изготовленные методом внутреннего окисления расплава алюминия из дисперсно-упрочненных конструкционных материалов (ДУКМ) с разной степенью дисперсности ча-

стиц[1]. Размер частиц Al_2O_3 и полнота протекания реакции окисления регулировались продолжительностью процесса и количеством вводимого в расплав газа. Размеры частиц получены в пределах от 23 до 73 мкм, их количество варьируется от 5 до 15%.

Программа испытаний включала:

1. Измерение твердости по ГОСТ 9013;
2. Исследование микроструктуры;
3. Определение пористости по ГОСТ 1583-93.

Оценка газовой пористости была произведена в программе GoodGrains, которая позволяет вычислить площадь, занимаемую порами.

Результат показан на рис.1, на рис.2 приведен пример полученной зависимости.

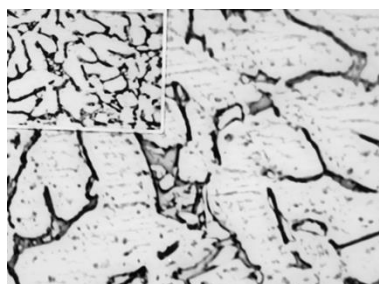


Рис. 1 - Микроструктура ДУКМ

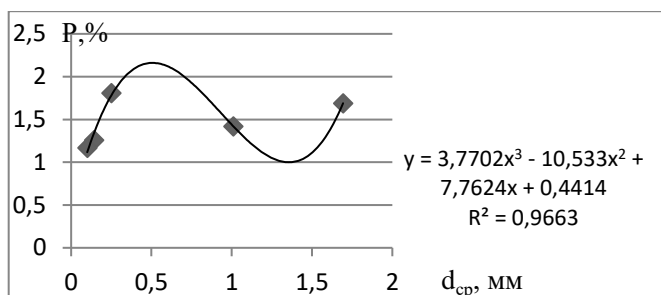


Рис. 2 - Типичная зависимость износостойкости от пористости

Анализ проводился по усредненным значениям показателей по 5 образцам, методом парного корреляционного анализа [3]. Функциональные зависимости в обоих случаях носят нелинейный характер. Полученные уравнения являются полиномами третьей степени:

1. $y = 3,7702P^3 - 10,533P^2 + 7,7624P + 0,4414$ –слабая зависимость износостойкости от пористости с коэффициентом корреляции 0,45.
2. $y = -0,0117HB^3 + 2,9571 HB^2 - 249,63HB + 7019,8$ – зависимость износостойкости от твердости с коэффициентом корреляции 0,55. Сила связи средняя.

Из полученных данных видно, что пористость материала и твердость влияют на износостойкость. Для установления значимости требуется проведение дисперсионного анализа.

Библиографический список

1. **Чернышов Е.А.**, Романова Е.А., Романов А.Д. Разработка тепловыделяющего элемента на основе высокометаллизированного безгазового топлива // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. 2015. № 6 (105). С. 74-81
2. **Комарова Т.В.**, Чеэрова М.Н. Организация эксперимента в металловедении и термообработке: учебник / Т.В. Комарова, М.Н. Чеэрова; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2010. - 284с.

УДК 629

МАКСИМОВ М.В., ЦАРЕВА И.Н.*

ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ ПОРОШКОВЫХ СМЕСЕЙ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

*Институт проблем машиностроения РАН (ИПМ РАН)- филиал ФИЦ
Института прикладной физики РАН (ИПФ РАН)

Диоксид циркония, стабилизированный оксидом иттрия ($ZrO_2 + (5-7) \% Y_2O_3$), обладает уникальным комплексом свойств (высокой температурой плавления, низкой теплопроводностью и высокой стойкостью к коррозии и износу) используется как основной материал теплозащитных покрытий для изделий авиационной и космической промышленности. Его

использование в качестве теплозащитного покрытия для рабочих лопаток турбины газотурбинных двигателей позволяет значительно (на 100 °С и более) снизить рабочую температуру основного металла и повысить температуру рабочего газа перед турбиной [1-2]. Известно, что теплопроводность керамических покрытий зависит от пористости, толщины, состава и структуры покрытия, а также состояния границы раздела «покрытие – основной металл». А правильный выбор порошковой смеси при плазменном напылении покрытия во многом определяет его ресурс. В работе исследованы гранулярный, элементный и фазовый составы, форма и размер частиц, микроструктурные особенности строения двух порошковых смесей со сферической формой частиц: состава ($ZrO_2 + 7\% Y_2O_3$) из цельных частиц и состава ($ZrO_2 + 5,5\% Y_2O_3$) из полых микросфер. С целью изучения закономерностей формирования (методом высокоэнергетического плазменного напыления) покрытий диоксида циркония из данных порошковых смесей проведены комплексные исследования их фазового состава, микроструктуры и прочностных свойств.

При плазменном напылении формируются покрытия на основе тетрагональной фазы $T-ZrO_2$ со слоистой микроструктурой в поперечном сечении и столбчатой формой зерен в прослойках.

Установлено, что наименьшей пористостью ($P=3,5\%$) обладает покрытие, полученное из порошковой смеси ($ZrO_2 + 5,5\% Y_2O_3$) полых микросфер. Более плотная структура покрытия формируется за счет дробления оболочек частиц порошка в высокоскоростном плазменном потоке. Испытания методом скретч-теста показали, что покрытие (с твердостью $HV=9,65$ ГПа, шероховатостью $R_a=7,5$ мкм) обладает высокой адгезионной прочностью, так как отслоения от подслоя или подложки не происходит даже при максимальной нагрузке ($P=195$ Н). Разрушение покрытия происходит по когезионному механизму с образованием крупных сколов (размером ~ 500 мкм).

Повышенной твердостью ($HV=12$ ГПа) и меньшей шероховатостью ($R_a=6,7$ мкм) поверхности обладает покрытие, полученное из порошковой смеси ($ZrO_2 + 7\% Y_2O_3$) цельных сферических частиц. Оно также продемонстрировало высокую адгезионную прочность при скретч-тесте. Разрушение покрытия происходит по когезионному механизму в тонких прослойках структуры покрытия с образованием мелких сколов (размером $\sim 50 - 100$ мкм) и микротрещин, не распространяющихся за пределы русла царапины.

По результатам проведенных исследований установлено, что оптимальным комплексом физико-механических свойств обладает покрытие, сформированное из порошковой смеси состава ($ZrO_2 + 7\% Y_2O_3$) цельных сферических частиц.

Библиографический список

1. **Гецов Л.Б.**, Материалы и прочность деталей газовых турбин, книга 1, М.: издательский дом «газотурбинные технологии», 2010, 610 с.
2. **Чубаров Д.А.**, Будиновский С.А. Выбор керамического материала для теплозащитных покрытий лопаток авиационных турбин на рабочие лопатки температуры до 1400 °С, Труды ВИАМ, 2015, №4, с 48 – 53.

УДК 620.186.5

МАЛИКОВА А.Т., ХЛЫБОВ А.А.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ЗАКАЛКИ В ВОДО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ НА МИКРОСТРУКТУРУ ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ 5ХНМ, 4Х5МФ1С

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие производства штампового инструмента в настоящее время направлено на поиски оптимизации и совершенствования технологических процессов, обеспечивающих повышение качества выпускаемой продукции при минимизации экономических затрат.

Штамповый инструмент для объемного горячего деформирования работает в условиях ударных нагрузок и циклического воздействия перепадов температур. Материал для изготовления штампового инструмента должен обладать высокими прочностными свойствами вкпе с ударной вязкостью, разгаростойкостью, теплостойкостью и износостойкостью [1].

Применение закалки в водо-воздушной смеси, взамен широко используемой в настоящее время закалки в масле, позволит получить необходимые физико-механические свойства штампового инструмента и снизить затраты на технологический процесс, исключая из цикла изготовления изделия такую операцию, как промывка, что также приведет к уменьшению производственных площадей, занимаемых оборудованием [2].

Влияние различных режимов закалки в водо-воздушной смеси на микроструктуру штамповых сталей изучалось на образцах 5ХНМ, закаленных с температуры 850 °С, и 4Х5МФ1С, закаленных с температуры 1030 °С. Режимы охлаждения образцов в водо-воздушной смеси варьировались в зависимости от изменения давления воздуха и расхода воды. Исследование микроструктуры проводилось при помощи металлографического анализа. Полученная после различных видов водо-воздушного охлаждения микроструктура штамповых сталей сравнивалась со структурой, полученной после традиционной закалки в масле.

В результате исследований было установлено:

- 1) Получение необходимой скорости охлаждения штамповых сталей 5ХНМ, 4ХМФ1С возможно при помощи изменения параметров (давления и расхода воды) водо-воздушной смеси;
- 2) Структура, полученная после водо-воздушного охлаждения, аналогичного по скорости охлаждению в масле, соответствует предъявленным требованиям к микроструктуре штампового инструмента.

Библиографический список

1. **Тылкин М.А.** Штампы для горячего деформирования металлов / М.А. Тылкин - Москва: Высш. шк., 1977. – 496 с.
2. **Рябов Д.А.** О перспективе применения водо-воздушной смеси для охлаждения молотовых штампов / Д.А. Рябов, А.А. Хлыбов, К.А. Минков // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2018. - №1. – С. 196 – 203.

УДК 621.74

МАРАДЖАБОВ К.К., КОРОВИН В.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЛАТУННЫХ ЗАГОТОВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На современных крупных предприятиях цветной металлургии среди литейных материалов широким применением пользуются медные сплавы, из которых наиболее распространенным является сплав латуни. В зависимости от количественного содержания основных компонентов латуни может использоваться для изготовления изделий различного назначения (детали машин, детали морских судов, детали арматуры и т.д.) благодаря характерным для сплава свойствам: хорошей износостойкостью, антифрикционными свойствами, коррозионной стойкостью.

Производство качественного сплава, соответствующего требованиям ГОСТ – процесс трудоемкий и технологически сложный. Кроме того, процедура изготовления отливок должна отвечать экономическим и экологическим требованиям, а готовый продукт – соответствовать запросам потребителей. В связи с этим, одной из главных и актуальных задач в заготовительном производстве является оптимизация выбора методов и способов получения заготовки, что может значительно снизить затраты, не повлияв при этом на качество продукции.

Исходя из этого, многие изготовители отливок из цветных сплавов сталкиваются с вопросом использования в качестве шихты лома и отходов собственного производства, что, с одной стороны, выгодно, а с другой приводит к загрязнению сплава различными примесями, и использованием смеси исходных материалов, что обусловлено не только большей технологичностью, но и большей стоимостью.

Поиски решения данной проблемы привели к теоретическому, а затем практическому исследованию взаимодействия карбонатов металлов, в частности BaCO_3 , CaCO_3 и SrCO_3 , со сплавами на основе меди с целью оценки использования данных карбонатов для рафинирования и модифицирования сплавов. Согласно расчетам, карбонаты данных металлов в расплавах на основе меди претерпевают термическую диссоциацию и реагируют с компонентами расплава с образованием большого количества рафинирующих высокодисперсных газовых пузырьков диоксида и оксида углерода.

В условиях ОАО «Литейно-механический завод» (г. Семенов, Нижегородская обл.) был проведен следующий эксперимент: латунь марки ЛЦ59 плавилась в индукционной печи из готовой шихтовой смеси. После ее расплавления и подогрева до заданной температуры ($850\text{ }^\circ\text{C}$) расплав поступал в ковш объемом 5 кг, где проводилась его обработка карбонатами. Карбонатный комплекс представляет собой светлый порошок, состоящий из CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3 и Na_2CO_3 . Перед использованием он предварительно просушивался и в определенном количестве (0,025 кг [2]) в бумажном пакете помещался на дно ковша перед наполнением его расплавом. Перемешивание происходило за счет струи металла и его движения в заполняющемся ковше.

Сравнение результатов испытания механических свойств латуни после обработки расплава карбонатами позволило провести исследования эффективности совместного введения карбонатов бария, стронция и кальция (по 0,5 мас.% каждого). В частности, отмечено: заметный модифицирующий эффект при введении барий-стронциевой смеси. Зафиксировано, что наличие в составе смеси CaCO_3 не приводит к заметному улучшению качества сплава. По результатам работы выявлена возможность и эффективность рафинирования и модифицирования расплава латуни смесью BaCO_3 и SrCO_3 .

УДК 621.74

ПОЛОЗКОВ Д.В., ГРАЧЕВ А.Н.

РАФИНИРУЮЩЕ-МОДИФИЦИРУЮЩАЯ ОБРАБОТКА СИЛУМИНОВ В ПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ ФЛЮСОМ НА ОСНОВЕ ШЛАМА СОЛЯНЫХ ЗАКАЛОЧНЫХ ВАНН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальными задачами современного литейного производства является: 1) получение алюминиевых сплавов с минимальным содержанием неметаллических и газовых включений; 2) расширение области применения ресурсосберегающих технологий за счет использования функциональных материалов, полученных с применением промышленных отходов.

В рамках реализации этих задач сотрудниками кафедры «Металлургические технологии и оборудование» был разработан флюс для рафинирования алюминиевых расплавов на основе шлама соляных закалочных ванн [1]. Он представляет собой отход термического производства и содержит $\text{BaCO}_3 \sim 36\%$, а также соли NaCl , KCl , MgCl_2 в сумме $\sim 30\%$. Эти соединения являются известными компонентами покровно-рафинирующих и модифицирующих флюсов для алюминиевых расплавов.

Разработанный флюс был успешно опробован в лабораторных условиях для обработки алюминиевых расплавов в качестве наполнителя зернистого и сетчатого фильтров [2, 3]. В частности, в залитых опытных образцах отмечалось снижение содержания газов и неметал-

лических включений (рафинирующий эффект), а также модифицирующее воздействие, проявившееся в виде измельчения структурных составляющих и повышения значений некоторых механических свойств.

В рамках данной работы проводились испытания флюса, полученного из шлама соляных закалочных ванн для обработки алюминиевого расплава в плавильной печи.

С этой целью расчетное количество предварительно высушенного до постоянной массы и измельченного в вибрационном истирателе «ИВЧ-3» шлама, завернутого в сухую бумагу, погружалось с помощью «колокольчика» в жидкий алюминиевый сплав марки АК5М2 на дно графитового тигля индукционной плавильной печи. Обработка проводилась при температуре 750 °С. По окончании незначительного и непродолжительного кипения, вызванного диссоциацией карбоната бария, расплаву давали отстояться 7 – 10 минут, затем снимали шлак. Далее расплав заливался в литейные формы с целью получения образцов для определения механических свойств по ГОСТ 1583-93, проведения макро- и микроструктурного анализа. Также определяли его газонасыщенность заливкой вакуум-проб до и после флюсовой обработки. Плотность сплава определяли методом гидростатического взвешивания. Результаты испытаний показали, что в образцах, полученных из обработанного расплава, произошло снижение содержания неметаллических и газовых включений, измельчение микроструктуры, повышение механических свойств и плотности. В настоящее время флюс проходит опробование в условиях АО ПКО «Теплообменник».

Библиографический список

1. Патент на изобретение №2561948 «Флюс для рафинирования алюминиевых сплавов». Авторы: Маслов К.А., Леушин И.О., Грачев А.Н., Леушина Л.И. Заявка №2014112623 от 01.04.2014. Опубл. 10.09.2015. Бюл. №25.
2. **Грачев, А.Н.** Обработка алюминиевых расплавов с использованием сетчатых фильтров, пропитанных шламом соляных закалочных ванн / А.Н. Грачев, И.О. Леушин, В.Б. Деев, О.С. Кошелев // Цветные металлы. – 2018. – №8. – С. 85 – 90.
3. **Леушин, И.О.** Предпосылки рециклинга шлама соляных ванн производства предприятий группы «ГАЗ» в литейных технологиях / И.О. Леушин, А.Н. Грачев, К.А. Маслов, Л.И. Леушина, А.С. Романов // Литейщик России. – 2014. – №3. – С. 28 – 30.

УДК 669.621

РАЖЕВА К.В. ГЕНЕРАЛОВ А.А. ГАВРИЛОВ Г.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ ВЖ 159

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие номенклатуры жаропрочных сплавов на никелевой основе является ярким примером возможностей современного материаловедения. Основная и актуальная задача на сегодняшний день – разработка экономнолегированных сплавов без значительного снижения их эксплуатационных характеристик. Однако, это возможно только при условии тщательного анализа существующих теоретических разработок в области металловедения жаропрочных сплавов, учета влияния различных легирующих элементов на свойства, с целью поиска оптимальных составов и использования современных методов математического моделирования при проектировании сплавов.

Современные жаропрочные сплавы на основе никеля содержат до 15 основных легирующих элементов в строго контролируемых количествах, до 10 элементов в виде микродобавок, а также примеси. Для правильной оценки влияния легирующих элементов на свойства ЖНС, необходимо тщательно анализировать диффузионные процессы, протекающие при изготовлении и эксплуатации деталей. Так авторами [1] было показано, что в высоколегиро-

ванных никелевых сплавах возможно протекание процессов, приводящих к вырождению исходной гетерофазной структуры, а как следствие – к потере жаропрочности.

В работе проведено исследование микроструктуры и фазового состава образцов из сплава ВЖ159-ИД после 2-х и 4-х ступенчатых термических обработок. При металлографическом анализе образцов 2-х указанных плавок установлено, что микроструктура материала после проведения 2-х или 4-х ступенчатого старения, состоит из кристаллитов с различной величиной зерна и с наличием значительного количества структурно-свободных выделений в виде: разнотерности по величине зерен, сетки по границам зерен в виде дискретных и прерывистых выделений, отдельных областей, имеющих выраженную структурную полосчатость, наличия выделений по объему зерен. Подобная структурная неоднородность может возникать в изделиях, которые подвергнуты горячей обработке давлением, при деформации критических степеней (максимальная деформация при ковке поковок на ПАО «РУСПОЛИМЕТ» составляет 8...12%).

По результатам рентгеновского микроанализа в режиме сканирования установлено, что в выделениях присутствуют элементы в различном химическом сочетании, т.е. это возможные выделения.

Таким образом, в результате проведения исследований образцов из сплава ВЖ159 указанных плавок, было выявлено наличие некоторых особенностей микроструктуры, состоящих в том, что в структуре образуются высокодисперсные выделения типа карбидов, нитридов и различных интерметаллидных фаз, как внутри зерна, так и по их границам. Скопления некоторых примесей в приграничных объемах, ослабляющих прочность связей между кристаллитами при высоких температурах, могут служить причиной снижения жаропрочности. Возникают также и возможные (нежелательные) изменения концентрации легирующих элементов в приграничных слоях зерен, что также может привести к понижению жаропрочности, а также и к снижению пластичности.

-
1. Патон Б.Е. Жаропрочности литейных никелевых сплавов и защита их от окисления [Текст] / Б.Е. Патон, Г.Б. Стоганов, С.Т. Кишкин, А.В. Логунов и др. // Киев: Наукова думка, 1987. – 258 с.

УДК 620.186.4; 539.37

РЯБОВ Д. А., ХЛЫБОВ А.А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ОХРУПЧИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Титан и его сплавы относятся к числу важнейших конструкционных материалов, широко применяемых в авиакосмической, химической, судостроительной, атомной, водородной энергетике и других наукоемких отраслях промышленности. Водород при взаимодействии с титановыми сплавами может изменять их свойства, как в положительную, так и в отрицательную стороны [1]. Негативное действие водорода чаще всего проявляется в виде водородной хрупкости, характеризующейся резким снижением механических свойств титановых сплавов при содержании водорода больше критического. Уменьшение способности титана к деформации обусловлено образованием достаточно хрупких гидридов на основных плоскостях скольжения и двойникования вследствие малой растворимости водорода в α -фазе при комнатной температуре [2]. В наибольшей степени подвержены охрупчиванию псевдо- α -сплавы, которые широко используются в теплообменном оборудовании ядерных энергетических установок.

Развитие атомной энергетики, ракетно- и самолетостроения требует создания устройств и методик, позволяющих контролировать содержание водорода в изделиях из легких сплавов на основе титана для контроля наводороженного состояния и прогнозирования остаточного

ресурса дорогостоящих узлов. Поиск и разработка методов неразрушающего контроля для исследования конструкционных материалов, склонных к водородному охрупчиванию, является одной из важнейших задач для ядерной энергетики. Разработка и освоение этих методов позволит отслеживать техническое состояние конструкций и оборудования, контактирующих с водородсодержащими средами, контролировать их соответствие механическим и прочностным параметрам и прогнозировать время их отказа и разрушения.

Цель настоящей работы – разработка методики оперативной акустической оценки поврежденного состояний теплообменных титановых труб с применением современного акустического измерительно-вычислительного комплекса.

В качестве физической основы предложенного метода контроля выступает зависимость параметров распространения акустических волн в материале от его физико-механических свойств [3, 4], в частности от степени наводороженности металла. Перспектива применения рэлеевских волн для контроля теплообменных труб толщиной до 5 мм обусловлено следующими особенностями таких волн:

1) возможностью «вывести» акустический сигнал из любой точки поверхности образца, по которому распространяется волна.

2) относительно большой концентрацией энергии в волне вследствие малости слоя локализации волны.

Применение поверхностной акустической волны (волны Рэлея) позволяет быстро и с высокой точностью оценить поврежденное состояние поверхностных слоев изделия (рисунок 1).

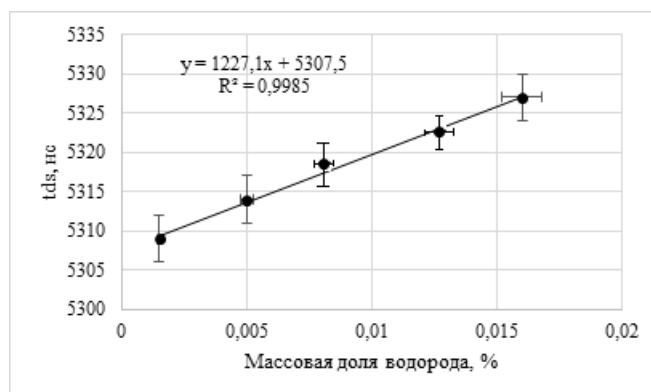


Рис. 1 – Влияние времени наводороживания образцов на параметры акустических волн

Библиографический список

1. **Колачев Б.А.** Водородная хрупкость металлов. М.: Металлургия, 1985. 216 с.
2. **Ливанов В. А.,** Буханова А. А., Колачев Б. А. Водород в титане. М.: Металлургия, 1962. 246 с.
3. **Гаранин, Г.В.** Метод ультразвукового определения водорода в материалах и изделиях на основе титана / А.М. Лидер, В.В. Ларионов, Г.В. Гаранин, М.Х. Кренинг // Журнал технической физики. – 2013 – Т. 83. – Вып. 9. – С. 157 – 158.
4. **D. A. Ryabov and A. A. Khlybov,** (2017), “Determination of Residual Stresses in the Products with Floating” in 15th International School-Conference “New materials – Materials of innovative energy: development, characterization methods and application”, KnE Materials Science, pages 209–220.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРЫ НА ФРАКТОГРАФИЮ ИЗЛОМОВ В МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование изломов различных сталей позволяет установить причину разрушения деталей, конструкций и дает возможность прогнозировать поведение металла относительно действующих на него нагрузок.

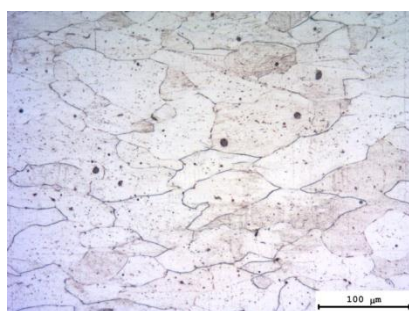
Целью данной работы является изучение влияния структуры на механические свойства и фрактографию изломов в малоуглеродистой стали.

Для исследования была выбрана сталь Армко-железо. Использовались образцы Шарпи с сечением 10×5 мм, длиной 55 мм с U-образным надрезом шириной и глубиной 2 мм и радиусом закругления 1 мм. Получение различной структуры достигалось с помощью термической обработки. Образцы из Армко-железа подвергались предварительной пластической деформации на прокатном стане со степенью деформации $\varepsilon = 60\%$, с последующим рекристаллизационным отжигом (РО) в течении 60 мин при $T_1 = 450^\circ\text{C}$ (режим №1) и $T_2 = 650^\circ\text{C}$ (режим №2).

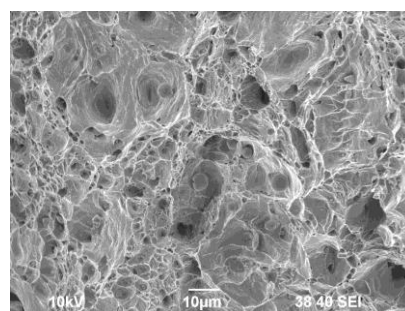
Измерение твердости проводились по Бринеллю. Испытания на ударную вязкость проводили на копре МК-30. Металлографические исследования проводились на микроскопе (KEYENCE VH-Z100UR), для выявления структуры осуществлялось химическое травление в спиртовом растворе 3% HNO_3 . Средний размер зерна определяли методом секущих. Изломы полученные после испытания на ударную вязкость исследовались на РЭМ модели JEOL JSM-6490. По фрактограмме изломов подсчитаны элементы вязкого разрушения, характеризующиеся "ямками" больших (d_1) и средних (d_2) размеров. Полученные результаты приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1. Результаты исследований Армко-железо после различных видов термической обработки.

Сталь	Режим	НВ	КСУ, Дж/м ²	d_{CP} , мкм	d_1 , мкм	d_2 , мкм
Армко-железо	РО, $T = 450^\circ\text{C}$	118	104	34	15	5
	РО, $T = 650^\circ\text{C}$	95	140	21	22	6,5



а



б

Рис. 1 - Результаты металлографии образца из Армко-железа обработанного по режиму $\varepsilon = 60\%$, отжиг $T = 450^\circ\text{C}$ (60 мин): а - структура образца; б - фрактография излома образца после испытания на ударную вязкость

Анализ экспериментальных данных показал следующее:

1. При обработке Армко-железа по режиму №1 в структуре происходит процесс полигонизации, при этом сохраняется вытянутость зерен в направлении проката. При обработке по режиму №2 в структуре наблюдается процесс вторичной рекристаллизации.

2. Фрактографические исследования показали, что в зоне зарождения трещины наибольший размер "ямок" $d_1 = 22$ мкм получается по режиму №2, характеризующее наиболее медленное зарождение и последующее распространение вязких трещин.

Библиографический список

1. Школьник, Л.М. Скорость роста трещин и живучесть/ Л.М. Школьник.-М.: Металлургия.1973г.-302 с.
2. Горицкий, В.М. Тепловая хрупкость сталей / В.М. Горицкий.-М.: Металлургиздат. 2007г.-384 с.
3. Чегуров, М.К. Основы фрактографического анализа изломов образцов из конструкционных сплавов / М.К. Чегуров, С.А. Сорокина.-Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2018. - 83 с.
4. Лившиц, Б.Г. Металлография / Б.Г. Лившиц.-М.: Металлургия. 1990г.-236 с.

УДК 620.18

СВЕТЛОВА Е.И.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВ АУСТЕНИТНО–МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ 07X16H6-III

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Сталь 07X16H6-III применяется там, где требуется сочетание высокой прочности, ударной вязкости и высокой коррозионной стойкости. Актуальность данной темы заключается в том, что данная марка стали широко применяется в авиационной промышленности, так как показатели пластичности и ударной вязкости сохраняется даже при низких температурах. Объектом исследования является коррозионностойкая сталь, которая используется для детали стакан амортизатора шасси [1].

Термоциклическая обработка обеспечивает измельчение зерна, релаксацию напряжений, улучшает механические свойства, что позволяет повысить прочность сталей, придать высокую надежность и работоспособность деталям машин и механизмам, снизить их материалоемкость, устранить ликвационные неоднородности и т. д. [2].

В ходе исследования получены результаты спектрального анализа (таблица 1).

Таблица 1. Спектральный анализ стали 07X16H6 различных плавков

Плавка	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
	Требования ГОСТ 5632-14						
	0,05-0,09	≤0,7	≤1,0	≤0,035	≤0,02	15,5-17,5	5,0-8,0
1	0,059	0,312	0,428	0,022	0,007	16,125	6,002
2	0,084	0,176	0,318	0,013	0,004	15,794	6,197
3	0,054	0,335	0,508	0,018	0,000	16,490	5,565

Получена микротвердость стали 07X16H6 после различных режимов (таблица 2).

Таблица 2. Значения микротвердости стали 07X16H6 после различных режимов

Плавка	Режим термической обработки	Твердость HV, МПа
1	Закалка + обработка холодом + старение	3294
	Закалка + ТЦО: 5 циклов 600 °С – 20 °С, вода + старение	3396
2	Закалка + обработка холодом + старение	3275
	Закалка + ТЦО: 5 циклов 560 °С- 20 °С, вода +старение	3834
3	Закалка + обработка холодом + старение	3652
	Закалка + ТЦО: 5 циклов 600 °С- 20 °С, вода +старение	3750

В ходе исследований так же изучена микроструктура, твердость и механические свойства.

Микроструктурный анализ показывает, что образцы после термоциклирования имеют аустенит, который равномерно перемешан с мелкой иглой мартенсита. Карбиды равномерно

распределены по поверхности шлифа. Мелкая игла мартенсита, говорит о том, что зерно мельче. Это благоприятнее сказывается на свойствах, чем крупное зерно.

Выводы: 1. Подобран альтернативный режим термической обработки (указать режим). 2. После альтернативного режима термической обработки получили мелкую иглу мартенсита, это говорит о том, что зерно мельче. Это благоприятнее сказывается на свойствах, чем крупное зерно.

Библиографический список

1. **Золоторевский, В.С.** Механические свойства металлов: учебник для вузов. 3-е изд., пераб. и доп./ В.С.Золоторевский. - М.: МИСИС, 1998. - 400 с.
2. **Карпов Л.П.,** Чертовикова Е.М. Влияние предварительной и повторной термической обработки на пластичность и структуру стали 25Х17Н2Б // МиТОМ. -1995. -№8.-с. 9-11.

УДК 669.621

СЕНТЮРЕВА В.И., ХЛЫБОВ А.А.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ХЛАДНОЛОМКОСТИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТАЛИ 20ГЛ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева.

Значимая часть территории Российской Федерации относится к зоне холодного климата. Из-за влияния низких температур тележки железнодорожных вагонов при эксплуатации выходят из строя, что может привести к серьезным экономическим и экологическим проблемам. Так как температуры от -30 до -50 встречаются на большей территории России, то проблема оценки работоспособности и надежности тележек железнодорожных вагонов, работающих в условиях низких температур является очень актуальной и важной на сегодняшний день [1]. В данной работе приводятся результаты экспериментальных данных по исследованию работоспособности стали 20ГЛ при различных температурах эксплуатации. Проблема хладноломкости существует уже давно и решение этой проблемы полностью не найдено. Хрупкое разрушение представляет собой серьезную опасность, так как контролировать такой вид разрушения очень сложно [2].

В данной работе приведена методика проведения исследований, используемое оборудование, представлены результаты экспериментального исследования, статистическая обработка результатов экспериментальных данных. В комплекс исследований входило:

1. Испытания на ударную вязкость.
2. Контроль микротвердости.
4. Металлографический анализ образцов до и после термической обработки.

На основании проведенных исследований установили, что работоспособность стали 20ГЛ после нормализации и высокого отпуска намного выше, чем после ТЦО. Создание мелкозернистой структуры после термоциклической обработки подразумевало повышение ударной вязкости, прочности и долговечности [2,3]. Но при испытаниях на ударную вязкость было выявлено, что при -12,5°С сталь после ТЦО переходит из вязкого состояния в хрупкое, и при температуре -20°С излом состоит на 10% из волокнистой составляющей. У исходной структуры $T_{хвп} = -20^{\circ}\text{C}$, а 90% хрупкой составляющей наблюдается при -40°С.

Исходя из результатов можно сказать, что после ТЦО повысилась твердость поверхности, структура стала более мелкозернистой, но значения по ударной вязкости сильно ухудшились по сравнению с исходной структурой. Сталь 20ГЛ после ТЦО не пригодна для работ при пониженных температурах.

Библиографический список

1. **В.М. Гроцкий.** Диагностика металлов. -М.: Metallurgizdat, 2004.-408с
2. **Б.Н Арзамасов, И.И Сидорин, Г.Ф Косолапов.** Материаловедение: учебник для вузов. - М.:Машиностроение, 1986.-384с.
3. **А.П.Гуляев, А.А. Гуляев.** Материаловедение: учебник для вузов.- М.:Металлургия, 2012.-637 с.

УДК 624.74:65.03

ТЮТЮГИН А.А., ЛЕУШИН И.О.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКА НОВОГО ПРОДУКТА В ЛИТЕЙНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ПАО «КАМАЗ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Продукция литейного производства составляет большую долю процесса получения готового продукта машиностроения. В итоге качество конечной продукции напрямую зависит от качества, точности и экономичности литых заготовок. Так для повышения этих показателей за последние 30 лет допуски и припуски были снижены в 1,5-2 раза, металлоемкость уменьшена на 10-20%.

Литейный завод ПАО «КАМАЗ» является структурным подразделением ООО «Промышленные компоненты КАМАЗ».

Одним из подразделений ПАО «КАМАЗ» является Научно-технический центр, который занимается созданием автомобиля, изготовлением опытных образцов и испытанием, отладкой технологии и передачей изготовителю в массовое производство. НТЦ ПАО «КАМАЗ» ведет разработку новой продукции по всем узлам и агрегатам автомобиля.

Работа инженеров ЛЗ ПАО «КАМАЗ» заключается в сопровождении технологического процесса изготовления серийных деталей, однако при изготовлении опытного образца, работа усложняется процессом проверки будущих изделий на технологичность. Инженеру, для корректировки конструкции, необходимо тесно сотрудничать с конструктором, ответственным за узел.

Моделирование на предприятии осуществляется с использованием САД-пакетов: Unigraphics NX, SolidEdge.

В качестве САЕ-системы на ПАО «КАМАЗ» используется решение от Siemens PLM Software Teamcenter.

Конструкторскую подготовку производства осуществляют в соответствии с требованиями ЕСКД. Выделяют следующие этапы конструкторской подготовки производства:

1. Разработка технического задания;
2. Разработка технического предложения;
3. Разработка эскизного проекта;
4. Разработка технического проекта;
5. Разработка рабочего проекта.

Технологическая подготовка производства является продолжением проектирования нового продукта и представляет собой совокупность процессов, которые обеспечивают технологическую готовность производства к выпуску продукта в заданном объеме с необходимым качеством и в указанный срок. Технологическая готовность производства подразумевают наличие полного комплекта технологической документации и средств технологического оснащения.

На ПАО «КАМАЗ» основным средством автоматизации управления конструкторскими и технологическими данными является Teamcenter, в котором должна находиться вся актуальная документация, для того чтобы все подразделения и бюро имели к ней доступ.

На примере детали «Рычаг нижний левый» был проведен анализ процесса выпуска изделия. На этапе подготовки РКД деталь должна была производиться механообрабатывающим способом, однако при оценке трудоемкости такой способ оказался недопустимым.

Решение об изготовлении детали литейным способом обязывало заново проработать конструкторскую и технологическую документацию. Изменения в конструкции привели к тому, что необходимо было провести дополнительные расчеты конструкции, проанализировать режимы литья и последующей механической обработки для получения качественного продукта.

Библиографический список

1. **А.П. Мельников**, Д.М. Кукуй Современные тенденции развития технологии в литейном производстве // Литье и металлургия. 2008. - 3(47) - С. 65-80.
2. **В.В. Дембовский** Компьютерные технологии в металлургии и литейном производстве. Учеб. Пособие. Часть 2. СПб.: СЗТУ, 2003. 145 с.
3. **Зленко М.А.** Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // пособие для инженеров. – М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.
4. **Г.П. Манжула** Цифровые технологии в производстве литых заготовок металлических деталей // Литейное производство и металлургия. Труды 25-й конференции, Минск. 2017 - С. 150-157
5. **Е.А. Чернышев**, В.А. Решетов, А.Д. Романов. Развитие систем автоматизированного проектирования в литейном производстве // Литейные процессы. 2013. №18. С. 170-175.
6. **Д.Ю. Шабалкин**, О.Ю. Левкина, А.Х. Латыпов Организация технологической подготовки литейного производства изделий авиационной техники на основе принципов модели-ориентированного производства. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 18, № 4(3), 2016
7. **Д.Ю. Шабалкин**, В.В. Назаров, А.М. Топорков, Ю.В. Полянсков Интегрированная автоматизированная система конструкторско-технологической подготовки производства как основа цифровой производственной системы. // Конференция «Системы управления авиационным предприятием» 2014.

УДК 621.71

ФИЛИПОВ А.И.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева - КАИ

Автоматизированная система управления энергохозяйством является подсистемой «АСУ» и предназначена для защиты оборудования во избежание аварийных ситуаций. Также эта система обеспечивает постоянный контроль за параметрами сети, переключение питания по необходимости на другую линию и повышение надежности работы электрических установок с сокращением количества обслуживающего персонала.

Автоматизированная система управления электрооборудованием заготовительного выполняет ряд своих определенных функций, к таким относят: отображение текущего состояния главной схемы электроснабжения в виде мнемосхемы, диагностика защит и автоматики с аварийной сигнализацией, проверка достоверности входной информации, контроль режима аккумуляторной батареи и изоляции ее цепей, дистанционное управление переключением выключателей главной схемы с контролем действий дежурного и т.д.

АСУЭ разделяют на три категории. К первой категории относят оборудования, перерыв которых может нанести вред жизни людей, нарушить технологические процессы, создать большое количество брака на предприятии. Такие оборудования могут находиться в лечебных учреждениях, метро, на крупных стадионах и других городских сооружениях.

Ко второй категории относят оборудования, связанные простым рабочим механизмом, нарушением нормальной деятельности значительного количества городских жителей. Чаще

всего, электроприемники этой категории находятся в административно-общественных зданиях, детских садах, школах, котельных и центральных тепловых пунктах

Третья категория состоит из всех остальных приемников: электроприемники небольших поселков, производственных предприятий, не вошедшие в первые две категории, и т. д.

Библиографический список

1. Григорьян А. Г. Лазерная сварка металлов. М.: "Высшая школа", 1988. — 207 с.
2. Могилевец В.Д., Савин И.А. Микроэлементное нормирование как метод повышения эффективности производства/В.Д. Могилевец, И.А. Савин // Компетентность. - 2015. -№ 5 (126). -С. 49-55.

УДК 621.074

ХАРЧЕВ Р.М.

ТОНКОСТЕННОЕ ЛИТЬЕ В СОВРЕМЕННОЙ АВИАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В настоящее время наука и техника находятся на очередном этапе развития. Передовые научные разработки реализуются во многих отраслях промышленности: станкостроительной, автомобилестроительной, космической, авиационной и т.д.

Одной из основных целей современных авиастроительных компаний, является экономическая целесообразность производства конкретной единицы летательного аппарата. Для достижения этой цели необходимо, чтобы самолеты имели максимально возможные значения таких параметров, как: дальность полета и пассажировместимость.

Эти обе важных характеристики, достигаются за счет изготовления единиц авиационной техники, с минимально возможным весом.

В результате прослеживается следующая зависимость: чем меньше толщина деталей самолета, тем меньше его масса. Следствием этого является максимальная экономическая эффективность от эксплуатации данных летательных аппаратов и увеличение прибыли их изготовителям за счет большего спроса на свою продукцию, как для пассажирских, так и грузовых перевозок.

Самолет является сложным наукоемким изделием, состоящим из большого количества узлов и агрегатов, включающих различного рода детали, изготавливаемые подчас всеми технологически возможными способами.

Преобладающая часть металлических деталей летательных аппаратов изготавливается литьем. Это связано со следующими известными преимуществами литых заготовок: возможностью получения деталей самой сложной конфигурации, низкой себестоимостью тонны литья.

Таким образом, уменьшение массы литых заготовок деталей самолета является одной из актуальных задач современного отечественного литейного производства, особенно в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПОВЫШЕННОГО ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ СЪЕМНЫХ ЧАСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время актуальным являются вопросы развития технологий термической обработки для массово применяемых в сельскохозяйственном машиностроении различных изделий. Условия работы изделий в «полевых» условиях весьма сложные: возникают механические нагрузки, высокая степень износа режущих кромок и истирания рабочих поверхностей, коррозионное воздействие влажной агрессивной среды.

Практическое использование «расходных» элементов конструкции машин и агрегатов сельскохозяйственного назначения показывает, что сельскохозяйственные предприятия несут большие издержки на приобретение комплектующих изделий и их замену, что значительно повышает цену сельскохозяйственной продукции.

В работе проведено исследование съемных (заменяемых) расходных изделий такие как:

«Очиститель диска сошника большой», «Очиститель диска сошника малый», «Крыло лемеха крыльчатого», «Лапка лемеха крыльчатого», прошедших ресурсный срок работы в СПК Колхоз «Гигант» в 4, 4, 0.5, 0.33 сезона соответственно. Все изделия пришли в негодность по причине их износа, приведшего к потере требуемых геометрических размеров.

В работе проведены следующие исследования: определение химического состава материала деталей, металлографический анализ микроструктуры, определение механических свойств, проведение дополнительной термической обработки с повторным анализом микроструктуры и механических свойств.

В результате исследования установлено, что детали изготовлены из сталей

Очиститель диска малый - 08пс, Очиститель диска большой - 09Г2С, Крыло лемеха - 14Г2, Лапка лемеха - 20Г.

Механические свойства всех деталей в состоянии поставки с завода изготовителя составляют порядка $71-100 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$, после упрочняющей термической обработки механические свойства у деталей «Крыло лемеха крыльчатого» и «Лапка лемеха крыльчатого» повысились до $170-180 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$, а у деталей «Очиститель диска сошника большой» и «Очиститель диска сошника малый» наоборот, предел прочности понизился.

Это соответствует маркам используемых сталей, а именно «Очиститель диска сошника большой» и «Очиститель диска сошника малый» изготовлены из сталей с пониженным содержанием углерода, а «Крыло лемеха крыльчатого» и «Лапка» имеют содержание углерода достаточное для возможного упрочнения путем термической обработки.

По результатам проведенной работы можно сделать заключение о том, что детали «Крыло лемеха крыльчатого» и «Лапка лемеха крыльчатого» целесообразно подвергать термической обработке, а для деталей «Очиститель диска сошника большой» и «Очиститель диска сошника малый» следует заменить марку исследуемой стали на марку с повышенным содержанием углерода.

Библиографический список

1. Конструкционные материалы: Справочник/ Б.Н. Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 1990. – 688 с.
2. Стали и сплавы. Марочник: Справ. изд. / В.Г. Сорокин и др.; Науч. ред. В.Г. Сорокина, М.А. Гервасьева – М.: Интермет Инжиниринг, 2003.-608с.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЛИТЬЯ В УСЛОВИЯХ АО ПКО «ТЕПЛООБМЕННИК»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологический процесс литья по выплавляемым моделям алюминиевых сплавов в условиях АО ПКО «Теплообменник» имеет ряд проблем, связанных с ресурсосбережением в таких аспектах, как: оснастка, материалы, логистика, технология изготовления отливки, планировка участка точного литья и т.д.

В работе внимание акцентировалось на следующих из них:

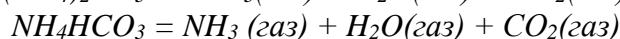
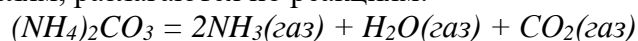
- применение гидролиза этилсиликата;
- недостаточное качество оболочковых форм;
- недостаточная точность моделей.

Решение даже нескольких из перечисленных проблем позволит обеспечить серьезную экономию энергетических, материальных и трудовых ресурсов.

Гидролиз этилсиликата – сложный низкоэкологичный процесс, который значительно увеличивает длительность технологического процесса. Решить данную проблему можно двумя путями: переходом на готовый этилсиликат или полным отказом от этилсиликата и переходом на алюмосиликаты или кремнезоль.

На предприятии оболочковые формы изготавливают по дуплекс-схеме с использованием двух связующих материалов: внутренние (рабочие) слои – на основе гидролизованного этилсиликата, и внешние (укрепляющие) слои – на основе жидкого стекла. Внешние слои таких форм имеют пониженную трещиноустойчивость и для их укрепления предлагается ввести добавку на основе порошкообразных карбонатов и гидрокарбонатов, поскольку при термическом воздействии они разлагаются с образованием летучего диоксида углерода, способствующего упрочнению жидкостекольных формовочных смесей.

Карбонат и гидрокарбонат аммония, которые при рабочих температурах процесса литья по выплавляемым моделям, разлагаются по реакциям:



Среди продуктов этих реакций нет твердых веществ, что позволяет сохранить требуемый уровень газопроницаемости формы, сохранив раскрытыми ее поры, что особенно важно для качественной заливки оболочки металлическим расплавом.

Недостаточная точность моделей обусловлена несколькими причинами:

- погрешности в оценочных расчетах эталонного образца;
- непостоянная температура в помещении для хранения моделей (проблемы решаются более жестким контролем);
- усадка модельного состава и напряжения внутри модели.

Последняя из названных причин может быть частично устранена внедрением установки для замешивания воздуха в модельный состав. На установке в легкоплавкий модельный состав замешивают до 40% высокодиспергированного воздуха (по объему). Воздушные пузыри имеют небольшой размер (35-50 мкм) и равномерно распределены по объему выплавляемой модели. После запрессовки такой пастообразной модельной массы в пресс-форму газовый наполнитель активно компенсирует усадку модельного состава, что значительно увеличивает точность получаемых моделей.

Таким образом, решение указанных проблем на отдельных этапах технологического процесса позволит ожидаемо увеличить качество выпускаемой продукции и снизить потребление необходимых ресурсов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТ ПОРТЕВЕНА-ЛЕ-ШАТЕЛЬЕ НА СПЛАВЕ АМГ-61

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эффект Портевена-Ле-Шателье - пилообразное изменение напряжения при деформации, отображающееся на диаграмме растяжения, оно характеризует динамическое старение. Эффект ПЛШ наблюдается в ряде разбавленных сплавов внедрения и замещения, например, в мягких сталях, сплавах алюминия и меди. Для каждого состава существует определенная температурно-скоростная область, где деформация неустойчива. Вне этой области наблюдаются обычные плавные кривые деформации.

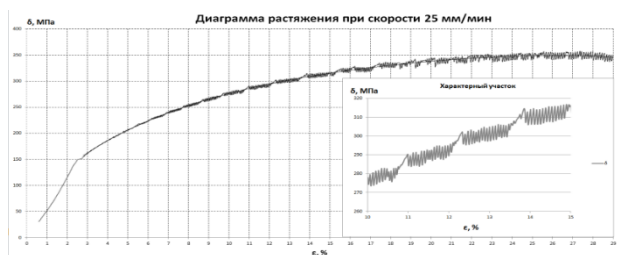


Рис. 1 - Диаграмма растяжения образца АМГ-61 при $T=293\text{K}$ и скорости деформации 25 мм/мин с выраженным эффектом ПЛШ

Этот эффект – следствие динамической неустойчивости, наблюдается тогда, когда коэффициент упрочнения $d\sigma/d\varepsilon$ уменьшается при увеличении скорости деформирования. Серия ступенек на кривой деформации показывает, что напряжение или/и скорость деформации непрерывно колеблются между двумя крайними значениями. Во время медленной фазы скорость пластической деформации мала и напряжение растет, а когда оно становится до-

статочным для того, чтобы высвободить дислокации, наступает фаза быстрого пластического течения, распространяющегося по образцу в виде пластической волны. В этой фазе напряжение падает, движение дислокаций замедляется, и цикл вновь повторяется. Цикл определяется мгновенным напряжением. Скачки деформации сопровождаются пространственной самоорганизацией – образованием полос Чернова-Людерса. С практической точки зрения важно, что проявление эффекта снижает коррозионную стойкость и предел выносливости материала. Начиная от предела текучести на всем протяжении диаграммы растяжения, показанной на рис. 1, наблюдаются зубцы прерывистой текучести, форма которых непрерывно эволюционирует по мере снижения скорости деформирования из-за удлинения образца.

Библиографический список

1. Неустойчивость пластического течения: полосы Чернова–Людерса и эффект Портевена – Ле Шателье. // Журнал технической физики, 2017, том 87, вып. 3 Ст.375
2. Эффект Портевена – Ле Шателье // Лебедкин М.А. «Самоорганизация и коллективные эффекты при неустойчивой пластической деформации кристаллов» Ст.17
3. Исследование коллективных дислокационных процессов в условиях эффекта Портевена – Ле Шателье. // Журнал Вестник Тамбовского университета. Ст. 295
4. Динамический механизм температурной зависимости эффекта Портевена–Ле Шателье. // М.А. Лебедкин, Л.Р. Дунин-Барковский Физика твердого тела, 1998, том 40, № 3. Ст.487

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ЧУГУНА
С ШАРОВИДНОЙ ФОРМОЙ ГРАФИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ
АО ННИИММ «ПРОМЕТЕЙ»**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Производители современных машин и механизмов предъявляют все более высокие требования к продукции, поставляемой литейно-металлургическим комплексом – базой заготовительного производства. В настоящее время одной из актуальных проблем литейного производства остается нестабильное качество литых заготовок из высокопрочных чугунов с шаровидной формой графита, получаемого модифицированием структуры сплава.

Чугун на сегодняшний день остается одним из востребованных сплавов, используемых в различных отраслях промышленности. Большую часть механизмов в автомобиле-, машино-, станкостроении выполняют именно из этого, относительно недорогого и в то же время имеющего высокие технологические, конструкционные и эксплуатационные свойства, материала.

На металлургическом производстве, в условиях предприятия АО ННИИММ «Прометей» из высокопрочного чугуна изготавливаются литые заготовки и детали, в промышленных объемах для предприятий машиностроительных отраслей, нефтегазового комплекса, энергетики.

Получаемые на предприятии отливки не всегда отвечают предъявляемым к ним требованиям, так анализ одной из литых заготовок («Корпус», массой 12 кг) из сплава ВЧ50 ГОСТ 7293-85, показал наличие в отливке зон с нешаровидной формой графита, а также участков с ярко выраженным отбелом. Появление таких дефектов может быть вызвано различными причинами, основными из которых являются: повышенное содержание серы в исходном чугуне, нарушение режимов модифицирования и заливки сплава, погрешности конструкции литниково-питающей системы. [1]

В условиях предприятия применяется модифицирование исходного чугуна в ковше (так называемый «сэндвич-процесс»). Как известно, данный способ модифицирования не всегда обеспечивает полное усвоение модификатора, что приводит к снижению эффекта модифицирования. [1]

В последнее время все более широкое распространение получают способы позднего сфероидизирующего модифицирования чугуна. [1]

Проведенный анализ способов сфероидизирующего модифицирования чугуна свидетельствует о том, что одним из наиболее эффективных и перспективных является процесс обработки расплава непосредственно в литейной форме – внутриформенное модифицирование или так называемый ИНМОЛД-процесс. [2]

При внутриформенном модифицировании исключается или существенно уменьшается окисление модифицирующих элементов, максимально сокращается время между модифицированием и кристаллизацией расплава. [3]

Альтернативные процессы модифицирования в открытых и закрытых ковшах, автоклавах и специальных проточных реакторах значительно уступают модифицированию в литейной форме по технологическим, экологическим и экономическим показателям.

В соответствии с вышеизложенным, для повышения качества литых заготовок в условиях АО ННИИММ «Прометей» предлагается:

- провести всесторонний анализ информационных источников, ориентированных на специфику изготовления отливок из высокопрочных чугунов;

- провести критический анализ технологического процесса производства литых заготовок в условиях АО ННИИММ «Прометей»;
- рассмотреть возможность в условиях АО ННИИММ «Прометей» перехода на внутрiformенное модифицирование;
- провести модернизацию технологического процесса изготовления отливки «Корпус» из ВЧ50 ГОСТ 7293-85;
- оценить влияние полученной структуры на механические и технологические свойства отливки;
- выполнить экономическую и экологическую оценку эффективности разработанному технологическому проекту.

Библиографический список

1. **В.А. Чайкин**, В.П. Каргинов, Н.В. Чайкина - Сравнительный анализ высокопрочных чугунов, полученных различными способами. - Сб. докладов Литейного консилиума №2 «Теория и практика металлургических процессов при производстве отливок из черных сплавов» - Челябинск: Челябинский Дом печати, 2007 - 100 с.
2. **В.А. Косячков**, К.И. Ващенко Особенности технологии получения высокопрочного чугуна модифицированием в форме // Литейное производство. 1975. № 12. С. 11–12.
3. **В.Б. Бубликов** Об особенностях модифицирования чугуна в вертикально-проточной реакционной камере // Процессы литья. 2003. № 3. С. 29–35.

СЕКЦИЯ 7

ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВОК

Подсекция 7.1

Ядерная энергетика

УДК: 621.039.526

БИРИН Д.С., КОДОЧИГОВ Н. Г.,
КУЗНЕЦОВ Л.Е., РЯЗАНОВ Д.С.

КОНСТРУКТОРСКИЕ ПРОРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО БЫСТРОГО ЖИДКО-СОЛЕВОГО РЕАКТОРА (БЖСР)

АО «ОКБМ Африкантов»

В настоящее время нерешенность на общемировом уровне проблемы обращения с отработавшим ядерным топливом сказывается на общественной приемлемости атомной энергетики. При этом, наиболее остро стоит вопрос с утилизацией минорных актинидов (высокорadioактивных и долгоживущих), выделенных в процессе переработки отработавшего ядерного топлива. Поэтому выделение минорных актинидов и направление их на дожигание в специализированную реакторную систему является одной из основных задач замыкания ядерного топливного цикла, решение которой позволит достичь высоких показателей экологической безопасности ядерного топливного цикла и большей привлекательности атомной энергетики.

Одним из вариантов решения этой проблемы может быть установка с быстрым жидко-солевым реактором (БЖСР). Особенности реактора данного типа, как сжигателя минорных актинидов, следующие:

- возможность рециклирования долгоживущих актинидов в топливной соли;
- высокая эффективность сжигания минорных актинидов;
- гибкость топливного цикла – реакторная установка без останова и изменения конструкции способна работать с широким спектром топливных и сырьевых загрузок.

Топливный цикл жидкосолевого реактора исключает транспортировку облученных топливных элементов, разрушение их оболочки и изготовление новых ТВЭЛ.

Одна из проблем БЖСР – поиск состава топливно-солевой композиции, который был бы совместим с конструкционным материалом, и мог растворять достаточное количество урана, плутония и минорных актинидов.

В 2013 году, в ходе исследований по растворимости фторида плутония (PuF_3) сразу две лаборатории – НИИАР и ВНИИТФ, независимо друг от друга доказали, что в расплаве LiF-NaF-KF при температуре $700\text{ }^\circ\text{C}$ растворимость UF_4 , PuF_3 и MAF_3 достигает значений, при которых открывается возможность для создания быстрого жидко-солевого реактора с U-Pu циклом, эффективного сжигателя минорных актинидов[1].

Экспериментальная установка с жидко-солевым реактором мощностью 32 МВт разрабатывалась на концептуальном уровне в АО «ОКБМ Африкантов» в 2018 году. В качестве топливной композиции установки рассматривались варианты на основе FLiNaK и UF₄ + MAФЗ и PuF₃ + MAФЗ.

По результатам проведенных расчетов вариант загрузки топливной композиции дает возможность обеспечить высокую эффективность трансмутации минорных актинидов. При работе реактора на UF₄ + MAФЗ происходит сжигание минорных актинидов ~ 780 кг/год·ГВт(т). При работе реактора на PuF₃ + MAФЗ сжигание минорных актинидов ~ 1380 кг/год·ГВт(т). Для сравнения, на данный момент в России накоплено 23000 т ОЯТ, что соответствует накоплению 34 т минорных актинидов.

Результаты проведенных проработок позволяют определить объем первоначальных НИОКР которые должны быть выполнены на БЖСР, и которые должны определить требования к этому реактору (топливная композиция, конструкционные материалы, состав и компоновку оборудования и т.п.).

-
1. **Ганжур О.В.** Перспективы на расплавах солей. // Атомный эксперт – 2018. [Электронный ресурс]. URL:<http://atomicexpert.com/page326841.html> (дата обращения 27.11.2018).

УДК 621.039

ВОЛКОВ Н.С., БЕЗНОСОВ А.В., БОКОВА Т.А.,
МАРОВ А.Р., ЛУКИЧЕВ Н.С., ЛЬВОВ А.В.

ОБОСНОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА С СВИНЦОВОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании контуров с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем необходимо предусматривать установку устройств регулирования окислительного потенциала теплоносителя, который необходимо поддерживать в определенном диапазоне. Уменьшение содержания кислорода ниже границы этого диапазона может привести к восстановлению оксидных защитных покрытий на сталях, контактирующих с ТЖМТ с последующим разрушением их поверхностей. Увеличение содержания кислорода выше верхней границы диапазона может привести к забиванию каналов контура дисперсными частицами оксидов, ухудшению теплообмена в оборудовании контура, возникновению других неисправностей, препятствующих нормальной эксплуатации контура.

Существует принципиальная разница между управлением содержанием кислорода в реакторных контурах и в исследовательских, испытательных и других стендах. В реакторном контуре при безаварийной работе теплоноситель самопроизвольно раскисляется, а кислородосодержащие примеси в контур практически не поступают. Требуется относительно небольшая подача кислорода в контур. Работа испытательных и других стендов предусматривает, как правило, частое вскрытие и разгерметизация контура при «горячем» контуре при недренированном или частично дренированном ТЖМТ. При вскрытиях контур ТЖМТ активно насыщается кислородом воздуха, который взаимодействует с ТЖМТ или адсорбируется «горячими» стенками контура. Для обеспечения эффективной эксплуатации контура требуется относительно «мощное» устройство управления процессами восстановления оксидов ТЖМТ. В реакторных контурах такие устройства могут понадобиться только для очистки после соответствующих аварийных ситуаций.

Принципиальная разница в управлении содержанием кислородосодержащих примесей в реакторных контурах и в исследовательских и других стендах наделяет устройства управления существенными различиями. Какие-то устройства могут оказаться наиболее эффек-

тивными в конкретных условиях какого-либо контура с ТЖМТ, тогда как, в других условиях они могут быть менее эффективными. В некоторых условиях различные устройства могут быть альтернативными, тогда как в других условиях они могут эффективно дополнять друг друга. Поэтому целесообразно, наряду с рекомендованными и внедренными устройствами, исследовать и отрабатывать новые, не рассматриваемые ранее, устройства управления кислородосодержащими примесями в контурах с ТЖМТ.

В настоящее время научным коллективом лаборатории «Реакторная гидродинамика» ведется научно исследовательская работа по научно-техническому обоснованию оптимальных устройств регулирования окислительного потенциала теплоносителя в контурах реакторов на быстрых нейтронах, охлаждаемых свинцовым и свинцово-висмутовым теплоносителем.

Библиографический список

1. **Безносков А.В., Бокова Т.А.** Оборудование энергетических контуров с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями в атомной энергетике: Нижегородский государственный технический университет. – Нижний Новгород, 2012 г
2. **Тошинский Г.И., Лейпунский А.И.** Ядерные энергетические установки с жидкометаллическим теплоносителем свинец-висмут для атомных подводных лодок//Известия вузов. Ядерная энергетика. - 2003 - №4.

УДК 621.039

ГОРБАТОВ С.А., ФИЛИПШОВ Г.С.,
ТИМОФЕЕВ Ю.А., АНДРЕЕВ В.В.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОТОКА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ НЕКОТОРЫМИ ЗАЩИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Институт ядерной энергетики и технической физики имени академика Ф.М. Митенкова

С точки зрения расчета защиты все процессы взаимодействия нейтрона с веществом можно разбить на два: рассеяние и поглощение. Рассеяние может приводить к изменению энергии и направления движения нейтрона, но непосредственно не приводит к исчезновению последнего. Поглощение связано с полным исчезновением нейтрона в результате ядерной реакции с образованием нового ядра и других частиц. Различают два вида рассеяния: упругое и неупругое.

Упругое рассеяние возможно при любых энергиях нейтрона, при этом часть энергии передается ядру-мишени. Величина потери энергии зависит от энергии падающего нейтрона и массы ядра. Процесс замедления нейтронов обычно состоит из последовательных упругих столкновений нейтронов с ядрами замедлителя. Наиболее эффективными замедлителями являются легкие ядра [1]. Упругое рассеяние происходит в соответствии с законом сохранения энергии и импульса системы. При неупругом рассеянии изменяется квантовое состояние ядра. Процесс передачи энергии сопровождается образованием возбужденного состояния ядра и переходом в основное состояние с излучением одного или нескольких гамма-квантов. Неупругие столкновения существенно влияют на замедление только в области высоких энергий и только на тяжелых ядрах. При сравнительно малых энергиях определяющим в механизме замедления становится упругое рассеяние. Потеря энергии нейтрона при неупругом взаимодействии значительна, а само рассеяние более изотропно, чем упругое.

Метод длин релаксаций используется для расчета ослабления быстрых нейтронов. Необходимо отметить, что метод длин релаксаций позволяет рассчитать поток быстрых нейтронов не только за защитой, но и для любой точки внутри защиты. При этом в формуле

для расчета потока в показателе экспоненты должна быть толщина защиты в длинах релаксации между источником и расчетной точкой[2].

Основным оборудованием для проведения эксперимента является: детектор, дифференциальный дискриминатор, стабилизированный источник питания, пересчетный прибор, регистрирующая аппаратура, которая позволяет регистрировать поток быстрых нейтронов в интервале энергии от 0,5 до 14 МэВ.

Разрабатываемая экспериментальная установка предназначена для экспериментального исследования ослабления потока быстрых нейтронов Pu-Be (ИБН-8, поток быстрых нейтронов $(2.00 \pm 0.40) \cdot 10^6$ 4π ср, с⁻¹) источника парафином, бетоном, сталью с измерением длин релаксации быстрых нейтронов, а также исследования эффективности двухслойной защиты из комбинации тяжелых и легких материалов. Чтобы определить длину релаксации экспериментально, надо измерить величину потока быстрых нейтронов при различных толщинах барьера детектором быстрых нейтронов.

Библиографический список

1. **Тимкин А.В.** Радиационная безопасность. Учебное пособие. Мичуринск: МГПИ, 2007. - 188с.
2. **Кирюшин А.И., Шлокун Е.А.** «Основы проектирования защиты реакторных установок». –М: Энергоатомиздат, 2001 – 264с.

УДК 621.039

ДЕГИНА А.С., ЗАПЕВАЛОВ Д.А., СУМИНОВ О.Д.,
КУЗЬМА М.М., МИНЕЕВ И.В., ТРЕБУХИНА А.И.

АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ КЛТ-40

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Судовая ядерная энергетическая установка (ЯЭУ) КЛТ-40 имеет блочную компоновку с 4-х петлевой схемой движения теплоносителя. В состав ЯЭУ входит водо–водяной реактор, четыре циркуляционных насоса и четыре парогенератора (ПГ). Парогенератор - прямоточный, вертикальный, цилиндрический трубный аппарат с цилиндрическими спиральными змеевиками.

Комплексный расчет гидравлических сопротивлений энергетической установки выполнялся в программе MathCAD. Сопротивления рассчитывались в узлах агрегатов, которые входят в состав энергетической установки. Для расчета мы задали массовый расход теплоносителя первого контура 375 кг/с, разделили его на 10 равнозначных частей и посчитали гидравлические сопротивления для каждой части (375,200...37.5) кг/с. Давление первого контура 18 МПа.

При расчете гидравлического сопротивления выхода на стенку реактора из внутреннего патрубка насоса, есть зависимость коэффициента сопротивления от радиуса скругления кромки выходного патрубка. Радиус скругления r относится к внутреннему диаметру патрубка D соотношениями (0.2,0.3,0.5). Зависимость коэффициента местного сопротивления ξ от x , где x – отношение расстояния от патрубка до стенки к диаметру патрубка D представлена на рис 1.

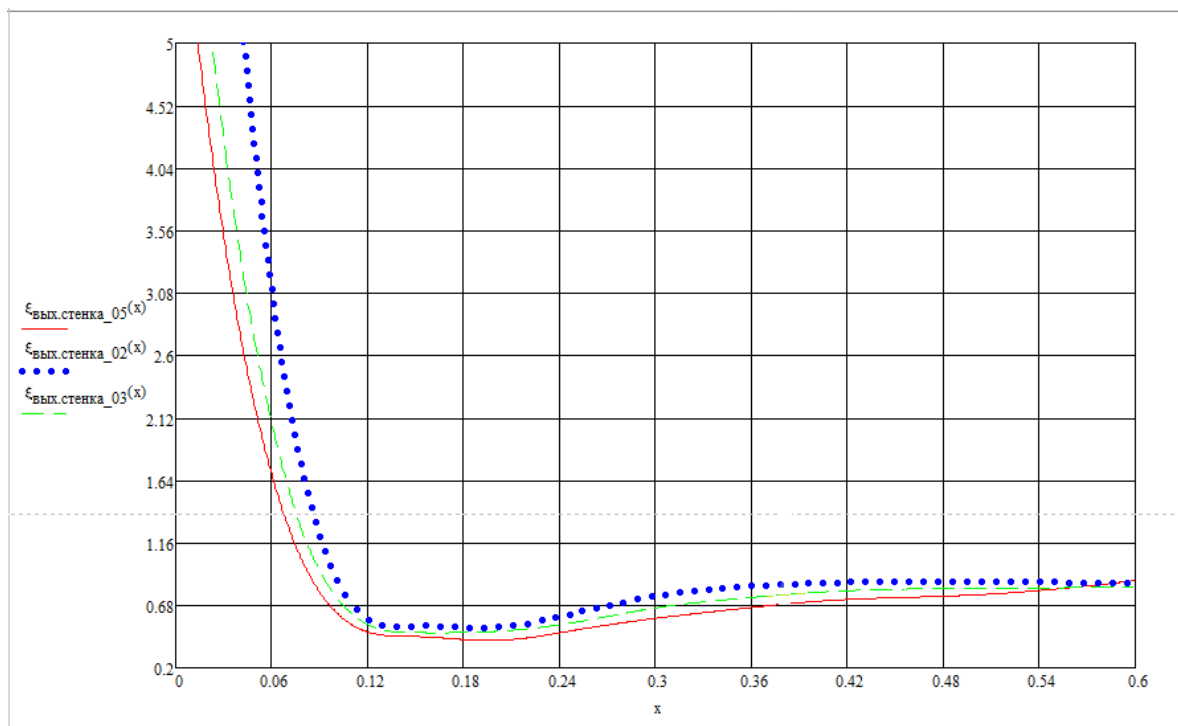


Рис. 1 - Зависимость коэффициента сопротивления ξ от x

Таблица 1. Результаты расчета гидравлических сопротивлений судовой ЯЭУ

Участки расчета гидравлического сопротивления	$\Delta P_{Па}$, при расходе 375 кг/с	$\Delta P_{Па}$, при расходе 75 кг/с	$\Delta P_{Па}$, при расходе 37.5 кг/с
Сопротивление выхода на стенку реактора из внутреннего патрубка насоса	9454	337.185	84.585
Сопротивление на поворот потока в реакторе на 180 градусов (нижняя часть реактора)	605.579	21.598	5.418
Трение в кольцевом зазоре при течении от ПГ к Насосу	1337	63.077	17.799
Продольное обтекание пучков труб в ТВС активной зоны	1130	65.534	19.681
Сопротивление на входе в ТВС	24320	2559	1145
Сопротивление выхода на стенку внутреннего патрубка от реактора к ПГ	10120	404.82	101.205
Сопротивление на поворот на 180 град в нижней части ПГ	66.306	2.365	0.593
Трение в кольцевом зазоре ПГ (продольное течение в кольцевом зазоре при течении от патрубка вверх)	277.426	11.097	2.774
Сопротивление байпаса в насосе	53580	1911	479.394
Трение в кольцевом зазоре ПГ при течении от низа ПГ вверх (продольное течение в кольцевом зазоре)	178.832	8.653	2.471
Поперечное обтекание коридорного пучка труб в ПГ	131500	5583	1484
Сопротивление на поворот 180 градусов от кольцевой области в ПГ	410.419	16.417	4.104
Кольцевой поворот на 90 Градусов в ПГ на пути к насосу	878.096	175.619	87.81

Из представленных результатов (см. табл.1) мы можем сделать вывод, что наибольшие гидравлические сопротивления существуют при поперечном обтекании коридорного пучка ПГ, в байпасе насоса и на входе в ТВС.

УДК 621.039.519

ЕРМИЛОВ Д.А., БЕЛИН А.В., СОСНИН М.А.,
ВАСЯТКИН А.Г., МОЛОДЦОВ А.А.

ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПОКАЗАНИЙ РЕАКТИМЕТРА ПРИ НАЛИЧИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЭФФЕКТОВ

АО «ОКБМ Африкантов» г. Нижний Новгород, Россия

Для уточнения оставшегося энергоресурса и проверки характеристик активных зон транспортных РУ в процессе их эксплуатации не реже одного раза в год проводятся нейтронно-физические измерения. При проведении данных измерений применяется штатный реактиметр, который подключается к одной ионизационной камере, установленной в фиксированном месте. Использование одной камеры приводит к проявлению «пространственного эффекта», который возникает в результате изменения эффективности детектора при внесении несимметричного возмущения, когда меняется азимутальное распределение нейтронного потока в реакторе.

При определении нейтронного потока несколькими детекторами, распределенными сравнительно равномерно вокруг изучаемой размножающей системы эффект значительно слабее, т.к. пространственное перераспределение нейтронного потока приводит к повышению эффективности одних детекторов и снижению других, суммарная же эффективность всех детекторов при этом остается практически неизменной.

Цель работы – поиск алгоритма компенсации пространственных эффектов.

В результате исследований предложен алгоритм компенсации, который был проверен экспериментально на примере активной зоны ледокольной РУ. При испытаниях на критическом стенде АО «ОКБМ Африкантов» проводилось определение физической эффективности («веса») органов АЗ с регистрацией нейтронного потока шестью и одной камерами типа КНК-56М, показания приведены на рисунке 1. Алгоритм проверен математическим моделированием: имитацией кинетики с внесением искажений за счет пространственных эффектов и последующим вычислением коэффициента, корректирующего изменение эффективности детектора. Разработано программное обеспечение *Reactor_spatial* для реализации предложенного алгоритма.

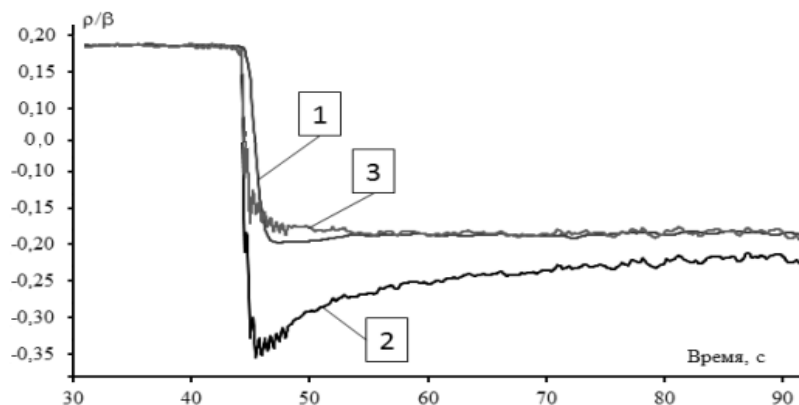


Рис. 1 – Показания при сбросе одной из групп АЗ

1 – показания от штатного реактиметра стенда с 6 ионизационными камерами, 2 – показания от одной ионизационной камеры, 3 – показания от одной ионизирующей камеры, пересчитанные в программе *Reactor_spatial*.

Относительное отличие в значениях реактивности, определенных по одной ИК и по шести ИК, не превысило 1,5 %. Предложенный алгоритм компенсации пространственных эффектов планируется в дальнейшем использовать при проведении нейтронно-физических измерений на действующих транспортных реакторных установках.

УДК 621.762.822

ЕРШОВА М.И., ЗИМИНА Е.В.

К ВОПРОСУ О СТАНДАРТИЗАЦИИ КАЛИБРОВКИ В АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В России в подавляющем большинстве случаев поверка средств измерений является основной формой подтверждения соответствия, обеспечивающей доверие к результатам измерений и испытаний продукции [1]. В мировой практике поверка (verification) достаточна редка, широкое распространение получила калибровка (calibration) в международном понимании в соответствии с VIM3 [3].

Рассмотрим метрологические особенности проведения калибровки в атомной отрасли. Калибровка проводится для получения требуемой точности измерений: в сфере государственного регулирования - для средств измерений прошедших поверку, в качестве дополнения к поверке, для выполнения измерений в рабочих условиях в течение межповерочного интервала; вне сферы государственного регулирования - для всех средств измерений в целях оценки показателей точности измерений как в нормальных, так и в рабочих условиях. Калибровке подлежат не только средства измерения, но и эталоны, некоторые виды аттестованных объектов, устройства с измерительными функциями. Метрологические характеристики средств измерений могут быть определены в рабочих условиях по месту их применения [2].

Требования к организации проведения калибровки средств измерений, включают наличие разработанной методики калибровки средств измерений, а также установление периодичности проведения калибровки. На большинстве предприятий атомной промышленности калибровка проводится по методике поверки. Калибровочная лаборатория, проводящая калибровку самостоятельно, должна разработать и использовать алгоритм оценки неопределенности измерений для всех видов калибровки.

Таким образом, выделим основные проблемы стандартизации калибровки в области использования атомной энергии:

1. В документах системы калибровки в атомной отрасли (АСК) не дано четкое разъяснение ситуаций, когда возможно проведение калибровки по методикам поверки, и когда этого недостаточно.

2. В методических документах отсутствуют рекомендации по построению калибровочных характеристик (не формализованы соотношения).

3. Отсутствуют утвержденные документы как в российской системе калибровки, так и в АСК, содержащие алгоритмы оценивания неопределенности.

4. Недостаточно проработан вопрос об установлении периодичности проведения калибровки и ее обоснования.

Учитывая, что экспорт продукции и технологий занимает важное место в деятельности Росатома, проведение калибровки средств измерений с учетом требований международных стандартов в области использования атомной энергии необходимо для повышения ее конкурентоспособности.

Библиографический список

1. Федеральный закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ (ред. 13.07.2015 г.).
2. Положение о системе калибровки в области использования атомной энергии, утвержденное приказом Госкорпорации «Росатом» от 01.12.2017 г. № 1/1210-П.
3. Международный словарь по метрологии Основные и общие понятия и соответствующие термины (VIM 3). С.-Пб.: НПО Профессинал, 2010.

УДК 620.1

ЕРШОВА М.И., КРЮКОВ Л. Т.

К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ МАТЕРИАЛОВ РЕАКТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблемы контроля за состоянием материалов реакторного оборудования как в силу специфики эксплуатации материалов, так и из-за необходимости получения данных, отличающихся более высокой достоверностью, требуют особого внимания. Известно, что процесс радиационного повреждения материалов реакторного оборудования зависит от большого количества факторов, связанных с химическим составом стали, особенностями ее термической и механической обработок, параметрами облучения, комбинированным влиянием облучения и среды и т.д.

В целях изучения и прогнозирования поведения конкретных материалов, их сварных швов в штатных условиях эксплуатации различных частей конструкций реакторов обычно используются образцы- свидетели, которые должны быть не только размещены максимально близко к определенной части конструкции, но и обладать возможно меньшими размерами. В то же время, методики испытаний этих образцов-свидетелей должны обладать максимальной точностью и информативностью, чтобы в результате испытаний малого количества образцов получить достоверные результаты об изменении комплекса механических характеристик. К ним относятся характеристики прочности, ударной вязкости, вязкости разрушения, критических температур вязко - хрупкого перехода, малоциклового усталости.

Следует обратить внимание, что для оценки изменения состояния материала при облучении желательно получать при испытании механические характеристики, имеющие физический смысл. Более корректно, также, использовать их вместо условных величин, получаемых при статистических испытаниях материалов, которыми являются пределы пропорциональности, упругости, текучести и прочности, а при динамических испытаниях - полная работа, затраченная на деформацию и разрушение и полная работа, отнесенная к поперечному сечению образца в месте его надреза, для оценки других механических свойств и для расчета ресурсов работы материалов.

Для этих целей предлагается использование характеристик микропластической деформации [1]. Со спецификой протекания микроскопической деформации связаны многие особенности поведения материалов и их эксплуатационные свойства. Микропластическая деформация в значительной мере определяет такие явления как упругое последствие, релаксация напряжений, внутреннее трение, характеристики усталости и ползучести, склонность материалов к хрупкому разрушению и другие [2].

Следует отметить, что исследование микропластической деформации в значительной степени затруднено в связи с необходимостью измерения очень малых деформаций. Положение может быть облегчено, если вместо деформации производить измерения релаксации напряжений при ступенчатом повышении нагрузки на образец до предела текучести. В этом случае, при необходимости, величину пластической деформации, происходящей в процессе деформации, можно по закону Гука пересчитать в деформацию без существенной ошибки,

так как модуль упругости сплавов при деформации до предела текучести изменяется не более чем на 10%, а до предела упругости (макро) значительно меньше этой величины. Изменение релаксации напряжений позволит более объективно оценивать состояние материалов и более точно прогнозировать их радиационный ресурс.

УДК 621.039

ЖИВОДЕРОВ А.П., ГЕРАСИМОВ А.В., ДОРОНКОВ Д.В.,
РУБЦОВА Е.В., РЯЗАНОВ А.В., СОЛНЦЕВ Д.Н., СОРОКИН В.Д., ХРОБОСТОВ А.Е.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА В АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРА PWR С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ ПЕРЕМЕШИВАЮЩИХ РЕШЕТОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
АО «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И.И. Африкантова»

Совершенствование конструкции перемешивающих устройств ТВС-Квадрат вызвано необходимостью увеличения теплотехнической эффективности и надежности работы реакторной установки PWR.

В процессе НИОКР на базе кафедры «Атомных и тепловых станции» НГТУ им. Р.Е. Алексеева была разработана и запатентована новая конструкция перемешивающей дистанционирующей решетки квадратного сечения. Целевое назначение данной конструкции заключается в интенсификации теплообмена путем увеличения внутриячеечной турбулизации и межъячеечного перемешивания потока. Данные процессы являются важными факторами при конструировании дистанционирующих и перемешивающих элементов ТВС, а также при оценке эффективности использования данных элементов. Интенсивная вихревая структура турбулизует поток теплоносителя, тем самым интенсифицирует процесс теплообмена тепловыделяющих элементов. Поперечное межъячеековое перетекание позволяет выровнять неоднородное поле температур в поперечном сечении тепловой сборки, что способствует увеличению запаса до кризиса теплообмена.

В представленной работе используется численный подход моделирования течения потока в каналах ТВС реактора типа PWR, выполненный в расчетном коде пакета STAR-CCM+.

Для оценки степени точности численного моделирования выполняются процедуры верификации, которые позволяют проанализировать чувствительность моделей и их численной реализации к имеющимся неопределенностям и, следовательно, оценить степень достоверности моделей и методов численного моделирования и определить область применимости тех или иных расчетных моделей.

Предложены дефлекторы типа «split-vane» для поперечного перетекания потока между ячейками, и «swirl-vane», генерирующий закрученный поток внутри ячейки для увеличения интенсивности снятия тепла с ТВЭЛ. Отличия между двумя типами перемешивающих решеток заключается во взаимном расположении дефлекторов на выходной части решетки. Геометрия и соответствующие углы отгиба идентичны.

В докладе представлен краткий обзор критериев для количественной оценки эффективности перемешивающих решеток, приведены результаты численного моделирования теплогидравлических процессов в потоке теплоносителя.

Получены численные значения факторов межъячеекового перемешивания и внутриячеекового вихреобразования, характеризующих эффективность перемешивания для решеток с дефлекторами различной геометрической формы.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ УГРОЗ СВЯЗАННЫХ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тема ядерного нераспространения довольно быстро набирает актуальность в связи с развитием атомной энергетики, а также с применением радиоактивных веществ в медицине и в военной промышленности. Ядерное нераспространение – это совокупность международных договоренностей и организаций с участием ядерных и неядерных государств, а также внутренних законодательств стран-участников, целью которых является предотвращение приобретения ядерного статуса государствами, которые не имели его к 1967 году. Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО) был одобрен резолюцией 2373 (XXII) Генеральной Ассамблеи от 12 июня 1968 года.

Использование атомной энергетики странами и наличие атомного оружия, провоцирует угрозы, связанные с добычей, использованием и переработкой ОЯТ.

В настоящее время существует множество угроз ядерного распространения, основными из них являются:

- переключение ядерного материала или системы в целом на реализацию незаявленной (оружейной программы);
- создание параллельной (скрытой) ядерной программы на основе легально полученных технологий;
- выход государства из ДНЯО по достижении потенциала, достаточного для реализации военной программы.

По прогнозам экспертов к 2030 году список стран, имеющих, АЭС увеличится, а также некоторые страны могут разработать или приобрести ядерные технологии. Угроза переключения ядерных материалов или систем на реализацию не заявленной оружейной программы в основном связана со странами – новичками, так как при работе с ЯО требуется особый контроль. Но в данных странах происходит недооценка контроля системы обращения с ЯО, которые ведут к увеличению риска хищения ядерных материалов и террористических акций. Выход государства из ДНЯО ведет к угрозе распространения ядерного оружия. Это может произойти в случае, когда страна тайно разрабатывает ядерное оружие, нарушая положения ДНЯО, или, когда не ядерная страна участник договора выходит из ДНЯО и может в открытую владеть ядерным оружием.

Для предотвращения угрозы создания параллельной ядерной программы на основе легально полученных технологий вводится понятие экспортного контроля. Экспортный контроль - это комплекс мер, который контролирует передачу товаров, технологий и результатов интеллектуальной деятельности, услуги, которые могут быть применены для создания оружия массового уничтожения, средств его доставки и иных видов вооружения. Закон «Об экспортном контроле» вступил в силу в июле 1999 года.

На сегодняшний день ДНЯО представляет собой соглашение, которое ввели и подписали 191 государство – участник. В соглашении не участвуют только Индия, Пакистан, Израиль Южный Судан, и КНДР, которая не выполнила обязательства договора. Главная задача договора состоит в нераспространении ядерного оружия, но в полной мере предотвратить появление новых стран, обладающих ядерным оружием, не удалось. В целом ДНЯО справился со своими обязанностями, согласно оценкам экспертов, если бы не было договора, то ядерное оружие получили бы 40-50 стран. ДНЯО - это эффективная совокупность норм и механизмов, которые входят в режим ядерного нераспространения, опорным элементом которого являются гарантии МАГАТЭ. «Для его эффективности именно в этом - и главным - смысле важно держать его подальше от текущих политических баталий» [1].

1. Договору о нераспространении ядерного оружия исполнилось 50 лет // Интернет-портал «Российской газеты» - URL: <https://rg.ru/2018/07/02/dogovoru-o-nerasprostraneni-iadernogo-oruzhiia-ispolnilos-50-let.html/> (дата обращения 29.01.2019)

УДК 621.039

ИГНАТЬЕВ В.Н., ЧИРКОВ В.А.

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ВОСПРОИЗВОДСТВА ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ НУКЛИДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Атомная энергетика является одним из перспективных направлений в производстве электроэнергии. Количество делящегося материала, на котором работает реактор ограничено. В связи с этим воспроизводство ядерного топлива является важнейшей задачей в развитии современной атомной энергетике, как в России, так и в мире. При сжигании ядерного горючего может воспроизводиться вторичное ядерное топливо, которое в дальнейшем может участвовать в цепной ядерной реакции.

Для оценки воспроизводства топлива вводится понятие коэффициент воспроизводства. Очевидно, что для различных реакторов на различных топливных циклах он разный и может существенно отличаться друг от друга. Сделаем оценку КВ по фундаментальным характеристикам нуклидов для реактора на тепловых нейтронах типа ВВЭРс оксидным топливом и обогащением 4,4%.

$$KB = (\eta_i - 1) + (v_{38} - 1)\epsilon_{38} - \sum_j \frac{\rho_j}{\rho_i} \frac{\sigma_{c,j}}{\sigma_{c,i} + \sigma_{f,i}} [1]$$

Константы для расчета КВ реактора ВВЭР с давлением в АЗ равным 150 бар и средней температурой теплоносителя 300°C приведены далее в таблице 1.

Таблица 1. – Фундаментальные характеристики нуклидов

Фундаментальные характеристики нуклидов	U^{233}	U^{235}	Pu^{239}
η_i – выходная 1 поглощения – гоматериала	2,28	2,07	2,11
v_{38} – количество нейтронов, которые создаются в среднем при акте деления U^{238} быстрыми нейтронами	2,47		
ϵ_{38} – доля делений U^{238} быстрыми нейтронами	3%		
ρ_j – ядерная концентрация материалов, кроме горючего в АЗ, $\frac{\text{ядер} \times 10^{21}}{\text{см}^3}$	H ₂ O = 13,92 Zr = 5,375 Fe = 10,71		
ρ_i – ядерная концентрация горючего, $\text{ядер} \times 10^{21} / \text{см}^3$	6,7	7,4	7,7
$\sigma_{c,j}$ – среднее сечение захвата материалов, бн	$\sigma_{c,j} \text{H}_2\text{O} = 0,333$ $\sigma_{c,j} \text{Zr} = 0,185$ $\sigma_{c,j} \text{Fe} = 2,62$		
$\sigma_{c,i}$ – среднее сечение захвата для горючего, бн	585	687	1065
$\sigma_{f,i}$ – среднее сечение деления для горючего, бн	526	582	750

Найдем КВ для каждого топливного цикла:

$$KB(U^{233}) = 1,266; KB(U^{235}) = 1,053; KB(Pu^{239}) = 1,107.$$

Из расчета видно, что практически в энергетических реакторах на тепловых нейтронах воспроизводство не получается расширенным, за исключением некоторых систем с U^{233} .

1. **Усынин Г.Б., Кусмарцев Е.В.** Реакторы на быстрых нейтронах: Учеб. Пособие для вузов/Под ред. Ф.М. Митенкова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 288с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСЛАБЛЕНИЯ ГАММА ИЗЛУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫМИ ЗАЩИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА БАЗЕ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА НГТУ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проникающая способность излучения и, следовательно, толщина защитных экранов зависит от энергии излучения и материала защиты. В области энергий от 20 кэВ до 10 МэВ, характерной для γ -квантов изотопных и реакторных источников, основными процессами взаимодействия с веществом является фотоэлектрический эффект, комптоновское рассеяние и образование электронно-позитронных пар. В результате этих эффектов либо вся энергия γ -квантов, либо часть ее передается электронам.

Ослабление излучения характеризуется коэффициентами ослабления, которые могут быть рассчитаны теоретически или определены экспериментально. В нашу задачу входит экспериментальное определение коэффициента в «узком» пучке, по которому можно найти энергию γ -квантов. Т.е. конечным результатом эксперимента является получение кривой поглощения и дальнейший ее анализ. В данной работе необходимо экспериментально определить линейный коэффициент ослабления, рассчитать массовый, атомный и электронный коэффициенты ослабления и определить путем анализа кривой поглощения энергетический спектр излучения. Экспериментальная установка разрабатывается с целью определения ослабляющих свойств новых экспериментальных материалов, которые могут использоваться в качестве биологической защиты реакторов и нейтронного конвертера.

Основным оборудованием для проведения эксперимента является: источник γ -квантов, регистрирующая аппаратура, коллиматоры и, в качестве поглотителя, используются плитки из свинца, алюминия и железа. Для выполнения условий узкого пучка используются специальные коллиматоры, изготовленные из свинца. Расположение и размеры коллиматора выбраны так, что исключают возможность попадания на детектор тех γ -квантов, которые рассеялись от окружающей среды и исследуемых материалов.

Библиографический список

1. **Тимкин А.В.** Учебное пособие. Мичуринск: МГПИ, 2007. - 188с.
2. **Кудряшов Ю. Б.** Радиационная биофизика (ионизирующее излучение) / Под ред. В.К. Мичурина, М.Ф. Ломанова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 448 с.

АЛЬБЕДО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ядерной физике и радиационной технике альбедо характеризует отражение ионизирующих излучений от рассеивающих тел.

Определяющую роль в механизме образования рассеянного излучения играет комптоновский процесс, а при энергии гамма-квантов больше 2 МэВ - образование пар. Фотоэлектрическое поглощение влияет, в первую очередь, на абсолютную величину альбедо. В зависимости от условий задачи изменяются соотношения между величинами, характеризующими

процессы взаимодействия гамма-квантов с исследуемым материалом, а вместе с ними изменяются и характеристики альбедо.

1. Спектральное распределение альбедо.

Во всех случаях в спектре рассеянного излучения наблюдаются две компоненты, соответствующие однократному и многократному рассеянию. Энергия высокоэнергетической компоненты определяется однократным комптоновским рассеянием на заданный угол рассеяния[1].

2. Зависимость от энергии источника.

С увеличением жесткости первичного излучения при энергиях $E_0 \geq 0,2$ МэВ для материалов с малым и средним атомным номером Z наблюдается уменьшение величины a . Это объясняется тем, что с возрастанием энергии увеличивается глубина, на которую проникает первичное излучение, т.е. возрастает путь, проходимый в направлении поверхности рассеянным гамма-квантом, и, следовательно, вероятность его поглощения[2].

3. Зависимость от атомного номера материала рассеивателя.

При увеличении Z наблюдается уменьшение величины альбедо, что объясняется возрастанием фотоэлектрического поглощения рассеянных гамма-квантов.

4. Зависимость от толщины отражателя.

Большая часть обратно рассеянных гамма-квантов отражается в тонком поверхностном слое вещества.

5. Зависимость от угла падения.

С увеличением угла падения происходит возрастание как дифференциального, так и интегрального альбедо. Это объясняется тем, что с увеличением угла падения уменьшается расстояние от места рассеяния до отражающей поверхности, т.е. уменьшается путь, проходимый рассеянным гамма-квантом до выхода из рассеивателя.

На базе НГТУ им Р.Е. Алексеева имеется исследовательский стенд, который позволит:

- подробно ознакомиться с понятием физического процесса альбедо излучения и основными закономерностями формирования поля обратно рассеянных гамма-квантов;
- рассчитать величину альбедо по полуэмпирическим выражениям;
- экспериментально определить интегральное, угловое и дифференциальное альбедо гамма-квантов с энергией 60 кэВ, нормально падающих на рассеиватели из алюминия и оргстекла различной толщины.

- проанализировать полученные результаты для оргстекла и алюминия, что позволит учитывать отраженное от среды излучение при решении многих задач физики защиты, дозиметрии, радиационной техники.

Информация по обратному рассеянию необходима при прогнозировании поля излучения в защитах с неоднородностями, расчетах теневых защит, при определении вклада в поле излучения, отраженного от оборудования, стен, пола и потолка помещений (например, реакторного зала), проектировании радиоизотопных приборов и установок, основанных на принципе отражения излучений и т.п.[3].

Библиографический список

1. Булатов Б.П., Ефименко Б.А., Золотухин В.Г. и др. Альбедо гамма-излучения М.: Атомиздат, 1968. – 424с.
2. Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П. Защита от ионизирующих излучений. Т. I. Физические основы защиты / Под общей ред. Н.Г.Гусева. 2-е изд. М.: Атомиздат, 1960. – 351 с.
3. Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений: Справочник. 3-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1982. – 512 с.

РЕАКТОР МАЛОЙ МОЩНОСТИ БЕЗ АКТИВНОГО ТЕПЛОТВОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день отмечается повышение интереса к проектам реакторов малой и сверхмалой мощности (до 300 МВт (э) и до 15 МВт(э) соответственно, согласно классификации МАГАТЭ). Это обусловлено, во-первых, специфическими свойствами реакторов данного типа (малые габариты, высокий уровень самозащищенности, эффективность строительства и т.д.), и, во-вторых, их широкой применимостью в большом числе отраслей: от медицины до электро- и теплоснабжения [1]. Тем не менее, маломощные и сверхмаломощные реакторы относятся к малоизученной области использования ядерной энергии.

Согласно отмеченному выше, представляет интерес разработка маломощного реактора по типу высокотемпературного газоохлаждаемого реактора, но без активного теплоотвода в первом контуре. Активная зона данного реактора цилиндрическая, сформирована из призматических топливных блоков, в которых предусмотрены каналы для размещения топливных компактов. Теплосъем осуществляется через боковую поверхность реактора на систему поверхностного охлаждения за счет теплопроводности и излучения.

Данный реактор имеет существенные ограничения по уровню мощности, обусловленные условиями теплосъема – верхняя граница данного уровня находится в пределах 1,5-2 МВт и зависит, в частности, от материального состава активной зоны реактора.

В связи с этим, авторами рассмотрены два возможных варианта материального состава активной зоны реактора. Конструкция топливных компактов совпадает в обоих вариантах и представляет собой матрицу из карбида кремния с топливными частицами на основе сферических ядер оксида обогащенного урана с покрытием типа ТРИСО. Различием в двух исследуемых конструкциях служит материал топливного блока: в первом варианте используется карбид молибдена, во втором – графит.

Для описанных материальных составов активной зоны проведены тепло- и нейтронно-физические расчеты [2], с целью определения основных параметров предлагаемого реактора: тепловой мощности, распределения и коэффициентов неравномерности энерговыделения, загрузки топлива, обогащения по основному делящемуся изотопу, коэффициентов размножения, кампании реактора, температурных эффектов реактивности, распределение плотности нейтронного потока, флюенса нейтронов, эффективности системы управления.

Библиографический список

1. **Кайнова А.В.** Реакторные установки сверхмалой мощности / А.В. Кайнова, Ю.П. Сухарев, Г.Н. Власичев // Труды НГТУ. – 2018.– №1(120). – с.108-116.
2. **Кайнова А.В.** Расчетное обоснование нейтронно-физических характеристик реактора малой мощности без активного теплоотвода / А.В. Кайнова, Ю.П.Сухарев, Г.Н. Власичев // ТрудыНГТУ. – 2019.– №1(124). –с.100-108.

ОТРАБОТКА ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ГИДРОДИНАМИКИ СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ ПОТОКОВ В ЯЭУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ядерной энергетике широко распространены проблемы, связанные с неизотермическим смешением потоков. Прогнозирование термической усталости металла в зоне смешения является одной из актуальных задач, относящихся к данной проблематике. Уточненный расчет температурных полей и их пульсаций в потоке является неотъемлемой частью обоснования ресурса термоциклируемых элементов.

В работе проведена серия экспериментов направленных на отработку метода исследования гидродинамики стратифицированного потока применительно к расчетам смешения. Эксперименты проводились на основе кондуктометрического метода с применением сетчатого датчика повышенного пространственного разрешения. Экспериментальная модель



Рис. 1. Визуализация турбулентного перемешивания потоков при $Re=3000$

представляет собой квадратный канал, в котором происходит смешение двух спутных потоков с разными удельными проводимостями, создаваемыми гидродинамически пассивной примесью. В экспериментальные данные входят режимные параметры, профиль относительных концентраций в зоне смешения, длительные нестационарные реализации кондук-

тометрического датчика. Обработка экспериментальных данных позволила получить динамические оценки реализаций сигналов, позволяющие судить о характерных масштабах вихрей в области интенсивного перемешивания для

диапазона чисел Рейнольдса от 10^3 до $15 \cdot 10^3$. Результаты замеров для ламинарного режима использованы для оценки разрешающей способности и точности сетчатого датчика при измерении неравномерных полей удельной электропроводности в потоке жидкости.

Библиографический список

1. Prasser, H.M. A new electrode-mesh tomograph for gas-liquid flows/H.M.Prasser, A. Bottger, J. Zschau // Flow Meas. Instrum. – 1998. – No. 9. – P. 111-119.
2. **Баринов, А.А.** Особенности применения пространственных кондуктометрических датчиков при моделировании смешения потоков теплоносителя в элементах оборудования ядерных энергетических установок / А.А. Баринов [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2016. – Т. 7. – №3.
3. Fluid mixing and flow distribution in the reactor circuit, measurement data base / U.Rohde [at al.] / Nuclear Engineering and Design – Vol.235 – 2005.
4. **Снегирев А.Ю.** Высокопроизводительные вычисления в технической физике. Численное моделирование турбулентных течений: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. - 143 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ОСЛАБЛЕНИЯ ГАММА – ИЗЛУЧЕНИЯ В «УЗКОМ» ПУЧКЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ИСТОЧНИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В области энергий от 20 кэВ до 10 МэВ, характерной для γ – квантовизотопных и реакторных источников, основными процессами взаимодействия с веществом являются фотоэлектрический эффект, комптоновское рассеяние и образование электронно-позитронных пар. В результате этих эффектов либо вся энергия γ – квантов, либо часть ее передается электронам. Вопросы взаимодействия гамма-излучений с веществом подробно освещены в литературе [1,2,4,5]. Ниже приводятся основные параметры, характеризующие перечисленные виды взаимодействия.

Произведение полного микроскопического сечения σ (см²/атом) на концентрацию атомов среды n (атом/см³) называется линейным коэффициентом ослабления гамма-излучения.

Для каждого элемента область изменения линейного коэффициента ослабления в зависимости от энергии можно разбить на три части, в каждой из которых наиболее вероятен один из трех рассмотренных процессов. Характерной особенностью этих кривых является наличие минимума. Минимум связан с убыванием вероятности фотоэффекта и Комптон-эффекта на средних энергиях и ростом вероятности образования электрон-позитронных пар на больших энергиях.

Наряду с линейным коэффициентом ослабления используют так называемый массовый коэффициент ослабления, а также атомный и электронный коэффициенты ослабления. Коэффициенты ослабления могут быть рассчитаны теоретически и определены экспериментально. В нашу задачу входит экспериментальное определение коэффициента в "узком" пучке. Под "узким" пучком или "хорошей" геометрией, понимают такой пучок, который состоит только из первичного излучения, т.е. из гамма-квантов, прошедших через вещество без взаимодействия.

Для выполнения условия "узкого" пучка используются специальные коллиматоры, изготовленные из свинца. Расположение и размеры коллиматора выбраны так, что исключают возможность попадания на детектор тех гамма-квантов, которые рассеялись от окружающей среды и исследуемых материалов (Рис.1).

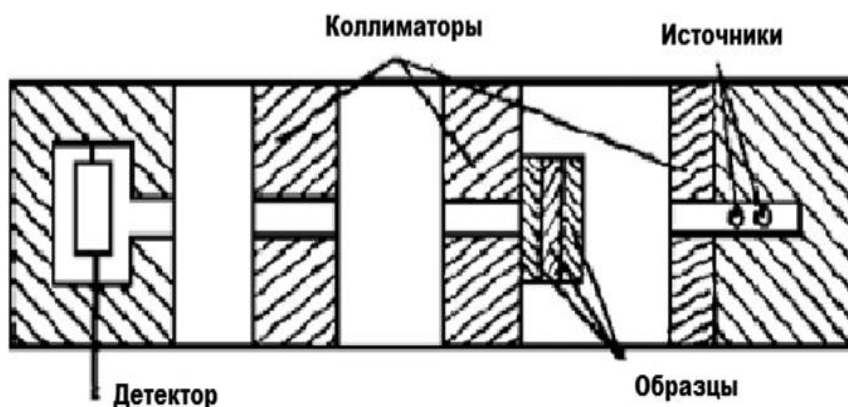


Рис.1 - Принципиальная схема установки

В качестве детектора используется универсальный измерительный комплекс UIM-3D с блоками детектирования, обеспечивающий дозиметрический контроль по гамма- и нейтронному излучению, контроль альфа-, бета-, гамма-загрязненности радиоактивными веществами поверхностей, одежды и тела персонала. Также применяется для измерения

плотности потока альфа-, бета-, гамма-излучений. Сигнализирует о превышении установленных пороговых значений. Включает внешние сигнальные или исполнительные устройства при превышении пороговых значений (Рис.2)[3,6,7,8].



Рис.2. Универсальный измерительный комплекс UIM-3D с дозиметрами

Библиографический список

1. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. Атомиздат, 1976, С. 502.
2. Гусев Н.Г. и др. Защита от ионизирующих излучений. Атомиздат, 1980, С. 352.
3. Кимель Л.Р., Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. Атомиздат, 1966, С. 311.
4. Машкович В.П. «Защита от ионизирующих излучений»: Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1982, С. 496.
5. Кирюшин А.И., Шлокин Е.А. «Основы проектирования защиты реакторных установок». - М: Энергоатомиздат, 1991, С. 264.
6. Козлов В.Ф. «Справочник по радиационной безопасности». - М: Энергоатомиздат, 1991, С. 352.
7. Мухин К.Н. Введение в ядерную физику. Атомиздат, 1965, С.726.
8. Егорова Ю.А. «Справочник по биологической защите ядерных реакторов». Атомиздат, 1965, С.328.

УДК 539.1

ЛОБАЗОВ А.С., БАСОВ А.А., ЯШИНА А.Н.

НАТУРНЫЙ И ВИРТУАЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Физический практикум наряду с усвоением фундаментальных знаний и законов, подкрепленных натурным экспериментом, ставит также цель привить студентам навыки и умение моделировать физические процессы и явления. Поэтому комплексный подход в использовании виртуального и натурального лабораторных практикумов по атомной и ядерной физике является методически обоснованным.

Суть виртуального компьютерного практикума заключается в замене реального лабораторного исследования на математическое моделирование изучаемых физических процессов, но с элементами виртуального взаимодействия учащегося с лабораторным оборудованием [1]. В зависимости от используемой программной инструментальной среды можно создать адекватную иллюзию работы с реальными объектами. Безусловно, компьютерная лаборатория не может заменить настоящую физическую лабораторию. Однако проведение виртуальной работы оказывается единственным выходом при отсутствии необходимого оборудования.

С помощью программы MacromediaFlash 8.0 был разработан лабораторный комплекс [2], который может быть использован в процессе изучения атомной и ядерной физики.

Примером указанного подхода является выполнение работы «Определение энергии α -частиц по величине их пробега в веществе».

Заряженная частица проходит в веществе некоторое расстояние, прежде чем она потеряет всю свою кинетическую энергию. Доминирующую роль в процессе потери энергии играет взаимодействие α -частиц с электронами, когда энергия α -частицы передается электронам в веществе, расходуясь на ионизацию и возбуждение атомов среды, через которую она проходит. Численное значение проникающей способности α -излучения характеризуется пробегом α -частицы. Измеряя пробег α -частицы в веществе, например, в воздухе, можно определить ее энергию.

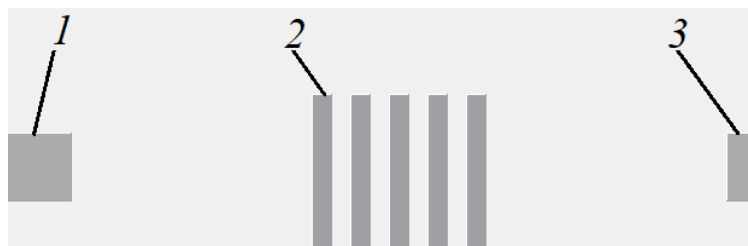


Рис 1. Блок-схема установки

1 – источник α -частиц; 2 – пластины поглотителя; 3 - детектор излучения

Блок-схема установки, используемой в данной работе, состоит из источника α -частиц, пластин исследуемого поглотителя и детектора излучения (рис. 1). Проводится измерение количества импульсов N , зарегистрированных детектором, которое равно числу α -частиц, достигших детектора. Построив график зависимости N от расстояния x , пройденного частицей в веществе, определяют их пробег, а затем по найденному значению пробега энергию испускаемых α -частиц и радиоактивный изотоп-источник.

Библиографический список

1. **Абдрахманова А.Х.** Лабораторный практикум по дисциплине «Физика» с компьютерными моделями/ А.Х. Абдрахманова, Е.С. Нефедьев - М.: Книжный дом университет (КДУ), 2012 – 128 с.
2. **Толстик А.М.** Компьютерный лабораторный практикум по физике/ А.М. Толстик, Л.В. Горчаков, Томский гос. университет, 2007.

УДК 539.1

ЛОБАЗОВ А.С., РУБЦОВА Е.В.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА ИЗОТОПОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большую роль в усвоении законов природы играет физический практикум, целью которого является стремление научить студентов навыкам моделирования физических процессов. Однако, часто при отсутствии необходимого оборудования на помощь приходит возможность компьютерного моделирования тех или иных процессов.

Примером указанного подхода является выполнение работы «Радиоактивный распад короткоживущих изотопов».

В настоящее время известно большое количество изотопов всех химических элементов, ядра которых могут самопроизвольно превращаться друг в друга. В процессе превращения ядро испускает один или несколько видов так называемых ионизирующих частиц - альфа-(α), бета-(β) и других, а также гамма-квантов (γ). Такое явление называется радиоактивным распадом ядра.

Самопроизвольный распад радиоактивных ядер происходит в соответствии с законом кинетики радиоактивного распада, согласно которому число ядер $dN(t)$, распадающихся за бесконечно малый промежуток времени dt , пропорционально числу нестабильных ядер, имеющих в момент времени t в данном источнике излучения (мерном образце):

$$N = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где N_0 – число нестабильных ядер в начальный момент времени, N – среднее количество нестабильных ядер в любой момент времени t , λ – постоянная радиоактивного распада, характеризующая скорость распада [3]. В данной работе исследуется β -распад.

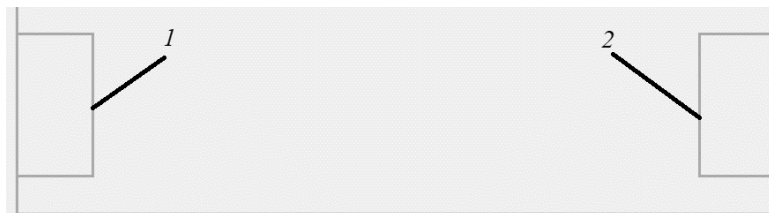


Рис.1 Блок-схема виртуальной установки,
где 1 – радиоактивный источник; 2 – детектор излучения

Блок-схема виртуальной установки (рис. 1), используемой в данной работе, состоит из радиоактивного источника (1), и детектора излучения (2). Проводится измерение количества импульсов N , зарегистрированных детектором, которое соответствует числу регистрируемых β -частиц, достигших детектора. Построив график зависимости N от времени t , прошедшего с начала измерений, определяют период полураспада, а затем по найденному значению тип радиоактивного изотопа-источника.

Библиографический список

1. **Абдрахманова А.Х.** Лабораторный практикум по дисциплине «Физика» с компьютерными моделями/ А.Х. Абдрахманова, Е.С. Нефедьев - М.: Книжный дом университет (КДУ), 2012 – 128 с.
2. **Толстик А.М.** Компьютерный лабораторный практикум по физике/ А.М. Толстик, Л.В. Горчаков, Томский гос. университет, 2007.
3. **Бабенко А.Г.**, Определение периода полураспада долгоживущего изотопа калия: лабораторный практикум по ядерной физике/А.Г. Бабенко, В.Б. Бруданин, В.М. Вахтель, В.А. Работкин – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015.

УДК 621.039

МАКАРОВ М.А., БАРИНОВ А.А.,
КОНОВАЛОВ И.А., ЧЕСНОКОВ А.А.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ЖИДКОСТИ ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫМИ РАСХОДОМЕРАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большая часть расходомеров, используемых в различных отраслях промышленности, имеют выходной сигнал в виде последовательности импульсов или синусоидального напряжения, частота которого пропорциональна измеряемому расходу. В результате несоответствия частоты счета импульсов и частоты опроса вторичного преобразователя со стороны АСУ наблюдаются колебания регистрируемого параметра на величину цены одного импульса, что в итоге проявляется в «дискретности» показаний расхода и ограничения достижимой точности измерения.

В работе предложен метод, позволяющий устранить данное ограничение путем перевода вторичного преобразователя в режим определения периода сигнала расходомера, что

дает возможность снизить погрешность относительно недорогих общепромышленных расходомеров. В рамках данного метода значение расхода рассчитывается как:

$$Q = c \cdot \tau^{-a},$$

где τ – период сигнала расходомера; c , a – коэффициенты, определяемые в ходе тарировки расходомера.

Предложенная методика была апробирована на имеющихся недорогих общепромышленных расходомерах, входящих в состав экспериментального стенда. Проведенная тарировка и тестирование алгоритма показали существенное увеличение точности измерения расхода (от минимальной паспортной 97.5% до достигнутой более 99%). Еще одним преимуществом метода является меньшая чувствительность точности измерения к периоду опроса вторичного преобразователя, снижение «дискретности» показаний и, как следствие, возможность измерения малых расходов при помощи имеющихся расходомеров.

-
1. **Соловцов В. К.** Контрольно-измерительные приборы:уч.пособ. – 3-е изд., перераб, и доп. – М.: Высшая школа. 1969, - 272 с.

УДК 621.039

МАРОВ А.Р., БОКОВА Т.А.,
БЕЗНОСОВ А.В., ЛУКИЧЕВ Н.С.

ОБОСНОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА, В УСЛОВИЯХ РЕАКТОРНЫХ КОНТУРОВ СО СВИНЦОВО-ВИСМУТОВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 200-350°C

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Цель работы: обоснование работоспособности гидростатического подшипника, в РУ со свинцово-висмутовым теплоносителем при температурах 200-350°C.

Задачи:

1. Провести анализ опыта работ подшипников скольжения в условиях тяжелого жидкометаллического теплоносителя [1, 2, 3, 4].
2. Обосновать выбор типа подшипника скольжения для условий свинцово-висмутового теплоносителя при температурах 200-350°C [3, 5].
3. Провести расчетно-теоретическое и экспериментальное исследование выбранного типа подшипника скольжения:
 - 3.1 Провести расчетно-теоретическое исследование характеристик подшипников скольжения [1, 2, 4];
 - 3.2 Разработать программу-методику испытаний;
 - 3.3 Разработать чертежно-техническую документацию на узлы экспериментального стенда, опираясь на результаты расчетно-теоретического исследования и проведенного анализа опыта работы с подшипниками скольжения;
 - 3.4 Подготовить экспериментальный участок и циркуляционный контур исследовательского стенда со свинцово-висмутовым теплоносителем, провести испытания, получить результаты испытаний: тормозящий момент силы на валу, распределение поля температур в стенке подшипника, перепад давления на подшипнике, анализ шлифов и измерение изменения шероховатости трущихся поверхностей.
4. Сопоставить расчетно-теоретическое исследование и экспериментальные данные испытаний, провести анализ, полученных результатов, на основе которого разработать рекомендации по конструированию, производству и эксплуатации подшипника скольжения.

Библиографический список

1. **Синев Н.М.** Бессальниковые водяные насосы / Н.М. Синев, П.М. Удовиченко. – М.:Атомиздат,1972 – 494 с. : ил.
2. **Будов В.М.** Насосы АЭС / В.М. Будов. – М.: Энергоатомиздат. 1986 – 408 с. : ил.
3. **Безносков, А.В.** Технологии и основное оборудование контуров реакторных установок, промышленных и исследовательских стендов со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями: учеб.пособие / А.В. Безносков, Т.А. Бокова, П.А. Боков; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, Литера, 2016. – 488 с.
4. **Антоненков, М.А.** Обоснование проектных решений гидростатических подшипников главных циркуляционных насосов реакторов на быстрых нейтронах, охлаждаемых свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями: дис. на соис. уч. ст. канд. техн. н. : 05.04.11 / Антоненков Максим Александрович; [Место защиты: ОАО ОКБ "Гидропресс"].- Нижний Новгород, 2013.- 260 с.
5. **Безносков, А.В.** Обоснование возможности создания подшипников скольжения, работоспособных в реакторных контурах со свинцово-висмутовым и свинцовым теплоносителями при температурах 200-350°С ("новая технология ТЖМТ") / А.В. Безносков, А.Р.Маров, Т.А. Бокова, Н.С. Волков // 21-я Международная Конференция молодых специалистов по ядерным энергетическим установкам: сборник докладов конференции (10-11 апреля 2019; Подольск) / ОКБ «ГИДРОПРЕСС». – Подольск, 2019.

УДК 621.039

МЕНСКАЯ К.В., БЕЗНОСОВ А.В.,
БОКОВА Т.А., БОКОВ П.А., ЛЬВОВ А.В.

СОЗДАНИЕ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ МГД-КОНТУРОВ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАКОПИТЕЛЯМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Циркуляционные лопастные насосы в МГД-контурах с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями работают в специфических условиях физических параметров свинцового и свинец-висмутового теплоносителей.

Используемые в расчетных методиках насосов эмпирические и полуэмпирические зависимости, полученные при испытаниях на воде, делают неприменимыми эти методики для расчетов и оптимального проектирования насосов, перекачивающих ТЖМТ.

Испытания моделей насосов, перекачивающих свинцовый теплоноситель на стенде ФТ -4 в НГТУ показали, что при рабочих условиях проведения экспериментов, свойственных для систем с ТЖМТ, существенное различие фактических подачи и напора насоса и ожидаемых расчетных значений при проектировании насоса по традиционным методикам.

В докладе представлены результаты исследований зависимостей характеристик осевых насосов (напора, подачи, КПД), перекачивающих свинцовый теплоноситель при $T = 440 - 500^{\circ}\text{C}$ с максимальным расходом до 2000 т/ч, от параметров решеток конструкций 27 рабочих колес, перекачивающих свинцовый теплоноситель при $T = 440 - 500^{\circ}\text{C}$ с максимальным расходом до 1650 т/час от параметров выправляющих аппаратов насоса, устанавливаемых после рабочего колеса насоса с числом лопаток 5 и 8 штук, углом входа потока в выправляющий аппарат $22^{\circ}, 24^{\circ}, 28^{\circ}, 32^{\circ}$, лопатками при варьируемом числе лопаток ($Z = 3 - 8$), угле установки лопаток ($\alpha = 9 - 43^{\circ}$), густоте решеток профилей лопаток ($l/t = 0,8 - 1,2$) в диапазоне скоростей вращения вала $n = 600 - 1100$ об/мин; результаты экспериментальных исследований зависимостей характеристик осевых насосов в диапазоне скоростей вращения вала 600-1100 об/мин.; результаты экспериментальных исследований характеристик осевых насосов (напора, подачи, КПД), перекачивающих свинцовый теплоноситель при $T = 400 - 500^{\circ}\text{C}$ с максимальным расходом до 174,9 т/час с углом лопаток 5 штук, закручивающих поток свинца перед входом в рабочее колесо, устанавливаемых под углом $-18^{\circ}; 0^{\circ}; +18^{\circ}$ относительно направления вращения вала в диапазоне скоростей его вращения 600-1100 об/мин.

Библиографический список

1. Экспериментальные исследования зависимостей характеристик осевых насосов, перекачивающих свинцовый теплоноситель, от параметров решеток профилей рабочих колес, Безносков А.В., Львов А.В., Боков П.А., Бокова Т.А., Разин В.А., Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2017. № 1. С. 138-146.
2. **Безносков А.В.**, Оборудование энергетических контуров с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями в атомной энергетике: учебное пособие/ А.В. Безносков, Т.А. Бокова: Нижегород. гос. тех. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород. 2012 – 536с.
3. **Безносков, А.В., Бокова Т.А., Боков П.А.**, Технологии и основное оборудование контуров реакторных установок, промышленных и исследовательских стендов со свинцовым и свинцово-висмутовым теплоносителями / НГТУ. – Н.Новгород: Литера, 20

УДК 621.039

НЕЙЛЫК И.О., АРХИПОВА А.В.

ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОРУЖЕЙНОГО ПЛУТОНИЯ

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

В настоящее время достаточно остро стоят вопросы, связанные с исследованием инновационного потенциала предприятий оборонно-промышленного комплекса России и эффективности его использования при производстве высокотехнологичной продукции гражданского и двойного назначения.

Несмотря на активную государственную политику диверсификации производств оборонно-промышленного комплекса, доля экологических инноваций в ОПК до сих пор незначительна. Сегодня вопросы экологической безопасности являются как национальными, так и международными. И один из них - утилизация оружейного плутония, его безопасное хранение и использование.

Сокращение ядерных вооружений, в том числе в рамках таких международных договоров, как СНВ-1 (вступил в силу в 1994 г.), привело к извлечению в США и России значительных объемов оружейных расщепляющихся материалов из демонтируемых ядерных зарядов. С 1993 г. действовала программа «ВОУ-НОУ» по утилизации получаемого высокообогащенного урана путем разубоживания (разбавления) до низкообогащенного с последующим использованием в качестве ядерного топлива на обычных АЭС. Однако утилизация оружейного плутония является более сложной задачей. Плутоний хранился в США и России под контролем МАГАТЭ; по некоторым оценкам, объемы хранения оружейного плутония в России могли составить до 50 тонн [1].

Таким образом перед мировым сообществом встала сложная комплексная проблема, которая в силу своей специфики является не только научно – технической, но и серьезной политической: как утилизировать огромное количество оружейного плутония-239, период полураспада которого 24 тысячи лет.

Исходя из этого в 2000 г. Россия и США подписали двухстороннее соглашение о сокращении запасов оружейного плутония, согласно которому каждая сторона обязалась сжечь 34 тонны оружейного плутония в атомных реакторах. С этого момента между нашей страной и США началась гонка по разоружению, которую Россия выиграла, обогнав американцев технологически на несколько десятков лет [2].

Благодаря тому, что изучение плутония в качестве ядерного топлива в нашей стране началось в 50-х годах, еще тогда нами было получено безопасное ядерное топливо с невероятной эффективностью. И уже к 70-м годам в СССР начал работать первый в мире завод по переработке отработанного ядерного топлива, который показывал неплохие результаты (400 тонн в год) [3].

В 2016 г. Москва, в соответствии с законопроектом президента РФ Путина В.В, приостановила соглашение с США об утилизации оружейного плутония. Решение было вызвано видимым отставанием и неспособностью США выполнять свои обязательства согласно договору. Официально было зафиксировано, что излишки оружейного плутония американцы мешали с технологическим мусором и закапывали в специальных емкостях или контейнерах на глубину 500 м, что не является переработкой, а лишь захоронением плутония. Это все говорит о том, что в дальнейшем имеется возможность его изъятия и повторного использования, что тем самым не удовлетворяет условия соглашения, принятого в 2000 г [4].

Затем, в 2015 г. на территории РФ был запущен единственный в мире завод по производству МОКС-топлива из плутония в смеси с ураном. Это реактор на быстрых нейтронах БР-800, который полностью работает на МОКС-топливе из оружейного плутония. Причем весь его технологический цикл замкнут внутри страны.

Таким образом в СССР, а сегодня в Российской Федерации действовала и действует комплексная программа по утилизации оружейного плутония, которая включает в себя следующие аспекты.

1. Разборка боезарядов и разрушение активной части зарядов.

При разборке боеприпаса из него в первую очередь извлекается отделение ядерного зарядного устройства. В ходе разборки боезаряда с него снимаются внешний кожух, системы поддержания микроклимата, блоки и детали подсистем детонации заряда. Детали из расщепляющихся материалов снимаются с заряда и незамедлительно помещаются в контейнер для хранения. Размещение деталей из делящихся материалов, высвобожденных при разборке одного боезаряда требует в среднем трех-четырех контейнеров. Делящиеся материалы хранятся в виде деталей боезарядов. В дальнейшем возможен их перевод в более удобную для хранения форму металлических шайб.

После того, как процесс разборки боеприпаса на компоненты полностью завершен, подписывается акт об утилизации боеприпаса, который, передается на хранение в Минатом и 12-е Главное управление МО. На этом жизненный цикл ядерного боеприпаса полностью завершается. Возникающие в процессе демонтажа химические и радиоактивные отходы стабилизируются, переводятся в компактную форму и направляются на захоронение. Снятые в процессе разборки боеприпаса блоки, узлы и детали направляются для разборки, утилизации и/или хранения на заводы, поставившие их на сборочный завод [5].

2. Сооружение хранилищ.

Было построено уникальное хранилище для избыточного оружейного плутония с автоматизированным контролем и охраной

3. Ядерный реактор четвертого поколения «Брест», действующий по замкнутому циклу: отличительной особенностью проекта является концепция «Естественной безопасности» — термина, введенного в широкий обиход в научно-технических кругах В. В. Орловым и Е. О. Адамовым, разработчиками и популяризаторами проекта «БРЕСТ». Под этим понятием подразумевается ядерная иррадиационная безопасность за счет последовательного отказа от любых технических решений, потенциально опасных проектными и запроектными авариями, и организации безопасности за счет использования природных законов и свойств используемых материалов, что позволит достичь убедительно прогнозируемой безопасности. Другими словами, в проекте «БРЕСТ» предполагается, что сам реактор и его топливо будут настолько безопасными, что не потребуют большого количества громоздких технических средств, систем и автоматики для обеспечения безопасности, что повлечет упрощение устройства и удешевление АЭС [6].

4. Переработка отходов, содержащих плутоний: изобретение относится к области охраны окружающей среды и предназначено для включения в керамику «Sunroc» радиоактивных отходов, содержащих преимущественно актиноидные и редкоземельные элементы.

Сущность изобретения - способ включает термическое концентрирование радиоактивных отходов, смешение концентрата с окислами титана, кальция, циркония, алюминия и бария до образования шихты, смешение шихты с углеродсодержащим материалом до полу-

чения углеродсодержащей шихты с заданной степенью влажности, подачу увлажненной углеродсодержащей шихты на поверхность расплава керамического материала, выдержку и охлаждение до получения керамики «Супрос», с включенными в нее радиоактивными отходами, пригодной для долгосрочного хранения. Технический эффект - повышение качества получаемого продукта, упрощение, ускорение, повышение безопасности реализации способа, а также расширение области его применения [7,9].

5. Технология захоронения оружейного плутония на длительный сроки, защита плутония для его длительного хранения [8].

Тем самым наша страна монополист в сфере утилизации оружейного плутония и теоретически способна утилизировать ядерные отходы всех стран, имеющие АЭС.

Библиографический список

1. О международном сотрудничестве России в области утилизации избыточного оружейного плутония / МИД РФ, Департамент по вопросам безопасности и разоружения МИД Российской Федерации, 11-03-2001
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июля 2000 г. N 534 «О подписании Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Соединенных Штатов Америки об утилизации плутония, заявленного как плутоний, не являющийся более необходимым для целей обороны, обращении с ним и сотрудничестве в этой области и Совместного заявления о неизвлечении оружейного плутония»: проекты, приложения
3. Андрюшин И.А. Укрошение ядра. Страницы истории ядерной инфраструктуры. -Самара. 2003. –254 с.
4. Патент США N 4274976, МКИ³: G 21 F 9/34, НКИ: 252/301.1W; 252/301.1R; 264/0.5, оп. 23.06.81
5. Атомная энергетика. Ее отрицательные аспекты. – Электронный ресурс //URL:<http://www/coolreferat.com/>
6. Лавров Н. П., Омеляненко Б. И., Юдинцев С. В., Никонов Б. С., Соболев И. А., Стефановский С. В., "Минералогия и геохимия консервирующих матриц высокоактивных отходов", "Геология рудных месторождений", т. 39, N 3, 1997, стр. 216 - 218.
7. Матюнин Ю. И., Демин А. В., Федорова М. И. "Исследование включения урана, трансурановых и редкоземельных элементов в стеклоподъемные матрицы при отверждении жидких высокоактивных отходов", "Атомная энергия", т. 81, вып. 4, 1996, стр. 266 - 270.
8. Лавров Н. П., Омеляненко Б. И., Юдинцев С. В., Никонов Б. С., Соболев И. А., Стефановский С. В., " Минералогия и геохимия консервирующих матриц высокоактивных отходов", "Геология рудных месторождений ", "Геология рудных месторождений", т. 39, N 3, 1997, стр. 212 - 216.
9. Маргулова Т.Х., Порущко Л.А. Атомные электрические станции. – Учебник для техникумов. – М.:Энергоиздат, 1982. – 264с.

УДК 621.039

НОВИКОВ Д.И., ХВОЙНОВ О.В.,
БЕРЕЗИН А.А., ИГОНИН М.А., ДУНЦЕВ А.В.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОНТУРА ЦИКЛУЛЯЦИИ ОДНОПЕТЛЕВОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На современном этапе развития ядерных энергетических установок важнейшими и определяющими параметрами являются безопасность и надежность. Непосредственное влияние на эти качества оказывают теплогидравлические процессы, происходящие во всем облучении ядерной энергетической установки, а в особенности в ядерном реакторе.

В целях повышения и обоснования безопасности, необходимо моделировать нейтронно-физические и теплогидравлические процессы, оценивая надежность установки в целом, прибегая к математическому и масштабному моделированию. Для моделирования теплофизических процессов была создана однопетлевая модель реакторной установки, позволяющая дать оценку процесса смешения изотермических потоков.[1]

При рассмотрении теплофизических процессов возникает интерес к решению сопряженных задач для получения дополнительных данных. Одна из таких - гидравлический расчет контура циркуляции однопетлевой модели реакторной установки.

Гидравлический расчет позволяет определить скорости потока и профили распределения теплоносителя, участки с затрудненной проходимостью потока, а также получение чисел Рейнольдса на интересующих участках. Для перспективных исследований поставлена цель - оставаться в диапазоне чисел Рейнольдса подходящих для естественной циркуляции теплоносителя.

Для обоснования правильности гидравлического расчета использовался дифференциальный манометр в виде пьезометра.

Итогом расчета, помимо профилей скорости потока, является гидравлическая характеристика, полученная математическими и численными расчетами (рис.1).

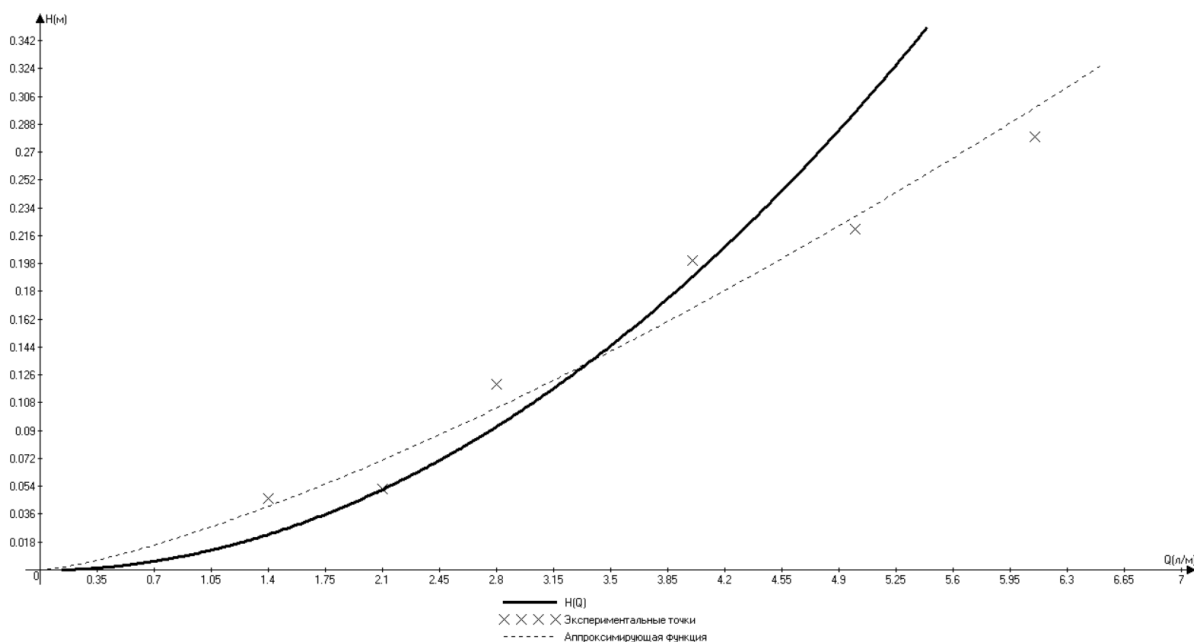


Рис 1. Гидравлическая характеристика однопетлевой модели РУ

1. Сатаев А.А., Березин А.А., Дунцев А.В., Новиков Д.И., Хвойнов О.В. Однопетлевая модель исследования смешения неизотермических потоков // Будущее атомной энергетики – AtomFuture 2018. XIV Международная научно-практическая конференция Тезисы докладов ч.2 (Обнинск: 29-30 ноября 2018) – 150 с.

УДК 681.587.72

ОХРИМЧУК Д.С., РЯЗАПОВ Р.Р.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ШАГОВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ В ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ЯЭУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день автоматизация технологических процессов есть неотъемлемая часть развития всех отраслей промышленности. Атомная энергетика, как высокотехнологичное производство, не является исключением.

Одним из важных элементов управления технологическим процессом на атомной станции является трубопроводная арматура. Управление задвижками и клапанами на АЭС осуществляется с помощью исполнительных механизмов, представляющих собой пневмати-

ческие, электрические и электромагнитные приводы[1]. Однако данные механизмы имеют ряд недостатков. В ходе проведения аналитического исследования были выявлены следующие недостатки используемых приводов арматуры: неудовлетворительные массогабаритные характеристики; большое энергопотребление; низкая точность управления регулирующими задвижками; наличие дополнительного оборудования для удержания положения арматуры.

В качестве перспективной конструкции привода трубопроводной арматуры предлагается шаговый исполнительный механизм с планетарным редуктором. Исполнительный механизм представляет собой шаговый электродвигатель (1), вал которого соединен шпоночным соединением с планетарным редуктором (3). На валу электродвигателя располагается цилиндрическая шестерня (2), служащая для передачи крутящего момента от ручного дублера (7). Выходной вал (4) редуктора соединен с валом арматуры (6) посредством жесткой муфты (5). Схема исполнительного механизма представлена на рисунке 1.

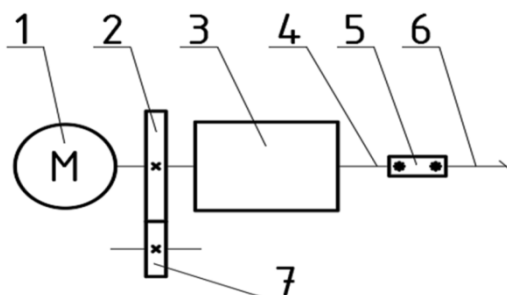


Рис. 1. Схема шагового исполнительного механизма

Данная конструкция обладает рядом преимуществ относительно существующих приводов:

- повышенная точность управления валом арматуры;
- меньшие габариты за счет использования планетарного редуктора;
- система удержания заданного положения есть внутреннее свойство шагового двигателя [2].

Таким образом, шаговые исполнительные механизмы являются перспективной альтернативой существующим приводам арматуры. Однако полноценное внедрение данной конструкции в промышленность требует дополнительных исследований.

Библиографический список

1. Гуревич Д.Ф., Ширяев В.В., Панкин И.Х. Арматура атомных электростанций: Справочное пособие. – М.: Энергоиздат, 1982
2. Карпенко Б.К. Шаговые электродвигатели. – Киев: Техника, 1972. - 216 с
3. Шегал Г.Л., Коротков Г.С. Электрические исполнительные механизмы в системах управления. – М.: Энергия, 1968.

УДК 621.039

ПЕРМОВСКИЙ А.С., САТАЕВ А.А., АНДРЕЕВ В.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ВИХРЕВОЙ ТРУБКИ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Концепция безопасности атомных станций предусматривает использование в большом объеме систем пассивного принципа действия. Такие системы могут обеспечивать теплоотвод от активной зоны при нормальном и аварийном расхолаживании, а также при возможных тяжелых запроектных авариях. В качестве таких систем безопасности можно ис-

пользовать вихревые трубки. Вихревой трубкой называется устройство, в котором сжатый газ, проходя через улитку, при расширении разделяется на два потока – горячий и холодный. Основное преимущество трубок заключается в отсутствии движущихся частей и простоте конструкции. В устройство вихревой трубки входит два участка трубы, улитка, сопло, регулирующий вентиль, оборудование для подвода сжатого газа.

Наше исследование по оптимизации конструкции вихревой трубки заключалось в варьировании площади входного отверстия улитки.

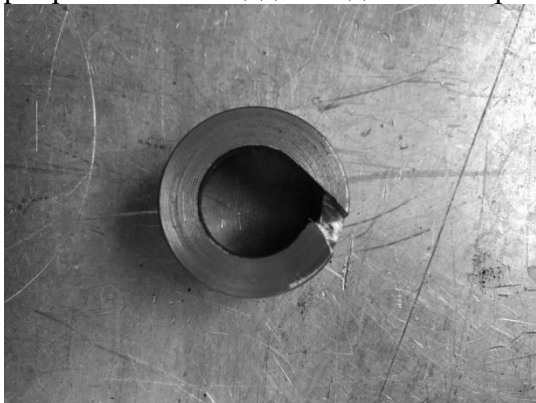


Рис. 1. Одна из конфигураций улитки

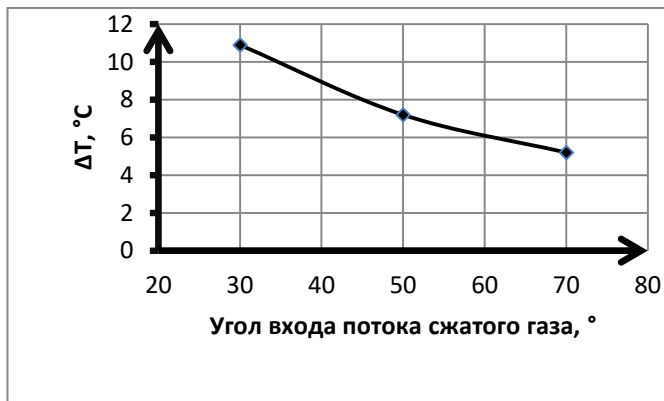


Рис. 2. График зависимости температуры от угла входа

Нами была измерена температура и скорость воздуха на выходах из вихревой трубы при постоянном давлении $P=6$ бар. Были рассмотрены три случая. Мы изменяли конфигурацию входного сечения улитки, изменяя площадь и угол входа потока сжатого газа. С помощью датчиков температуры и скорости были измерены параметры на выходах из вихревой трубки для того, чтобы построить график, показывающий наибольшую эффективность при рассматриваемых случаях.

По графику и проведенному эксперименту можно сказать, что при изменении проходного сечения улитки увеличивалась разница температур между “горячим” и “холодным” концами трубки, соответственно улучшалась эффективность работы устройства.

Можно сделать вывод о том, что форма сопла и геометрия площади входного отверстия улитки во многом определяют ее эффективность. Исследование показало, что наиболее эффективен плавный спиральный ввод газа в вихревую трубку.

-
1. А.П. Меркулов. Вихревой эффект и его применение в технике. -М.: Машиностроение. 1969

УДК 621.039

РУБЦОВАЕ.В., ГЕРАСИМОВА.В., ДОРОНКОВД.В.,
РЯЗАНОВА.В., ХРОБОСТОВА.Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ЗА РЕШЕТКАМИ-ИНТЕНСИФИКАТОРАМИ ТВС-КВАДРАТ

Нижегородский государственный технический университет. Р.Е. Алексеева

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований влияния перемешивающих дистанционирующих решеток с различными типами дефлекторов на течение теплоносителя в ТВС–Квадрат реактора РWR. Исследования проводились на аэродинамическом стенде с применением многоканального пневмометрического зонда[2]. Анализ пространственного распределения проекций абсолютной скорости потока позволил детализиро-

вать картину течения теплоносителя за перемешивающей дистанционирующей решеткой с различными типами дефлекторов перемешивающих решеток.

1. Было рассмотрено три варианта дефлектора для возможного использования в проекте, которые имеют одинаковую высоту и угол отгиба относительно осевого направления движения теплоносителя, но отличаются профилем и площадями перекрытия проходного сечения.



2. Экспериментальные исследования локальной гидродинамики потока показали, что за любым из исследуемых дефлекторов наблюдается область нестабилизированного турбулентного течения с ярко выраженной вихревой структурой потока. Расположение и ориентация дефлекторов приводит к возникновению вихревых течений в регулярных ячейках, а также к интенсивным направленным движениям теплоносителя между соседними ячейками кассеты. При этом отмечается, что с увеличением площади дефлектора уменьшается длина затухания вихревых течений и увеличивается длина стабилизации поперечных скоростей потока в межъячейных зазорах.

3. Отсутствие одного из пары дефлекторов в области направляющего канала и геометрические отличия от регулярных ячеек в значительной степени уменьшают интенсивность направленных поперечных течений в ячейках, прилежащих к направляющему каналу, тем самым нивелируя положительные эффекты от увеличения площади дефлектора.

Библиографический список

1. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах / С.М. Дмитриев [и.т.д.] –М.: Машиностроение. – 2013.
2. Применение многоканального пневмометрического зонда для исследования профиля скорости теплоносителя в моделях топливных кассет ядерных реакторов / С.М. Дмитриев [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2015 – Т. 6. – Вып. 2. – С. 1

УДК 621.039

САТАЕВ А.А., НОВИКОВ Д.И., ХВОЙНОВ О.В.,
ШАРАФЕТДИНОВА К.В., АНДРЕЕВ В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ СИЛ НА ПРОЦЕССЫ СМЕШЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К СУДОВОЙ ЯЭУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из основополагающих факторов, который следует учитывать при проведении анализа безопасности ядерных реакторов, являются механизмы смешения и распределения потоков.

Проблема исследования процессов смешения потоков неоспоримо является актуальной. Ее решение дает возможность оптимизировать существующие проекты реакторных установок, обосновывать параметры безопасности.

Процессы смешения применительно к судовым ЯЭУ имеют определенную специфику. Это обусловлено воздействием на судно внешних динамических сил (качка). Под качкой

понимают переменное периодическое движение судна под воздействием волнения или других внешних сил. Основная причина качки – одновременное действие на судно волн, сил устойчивости и плавучести. Различают отдельно вертикальные, бортовые, а также килевые колебания судна. Для описания качки, как и любого колебательного периодического движения судна, используют понятия амплитуды, размаха и периода качки. Качка оказывает вредное воздействие на эксплуатационные и мореходные качества [1]. Она ограничивает возможность применения кипящих ядерных реакторов и реакторов с ЕЦ, а также заставляет учитывать дополнительные коэффициенты запаса, при проектировании ЯЭУ.

Для моделирования воздействия внешних динамических сил на процессы смешения, применительно к нашей модели был предложен модернизированный стенд смешения неизотермических потоков.

При анализе температурного фронта на входе в имитатор активной зоны было выявлено размытие турбулентного вихря от центра к периферии (качка с периодом 4 секунды, амплитуда -30° , режим – впрыск горячего потока 60°C) в отличие от стационарного режима.

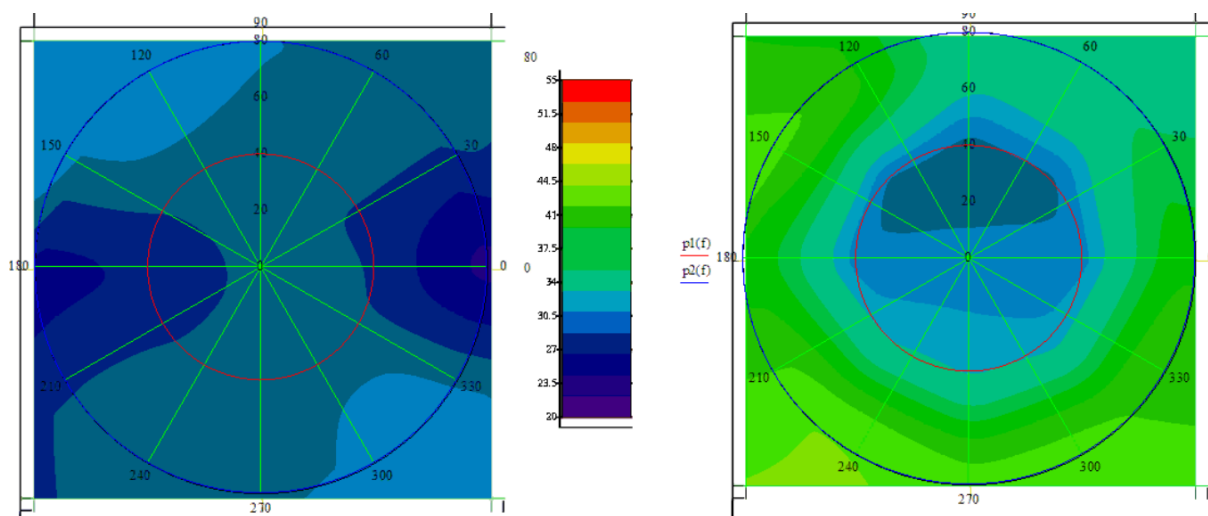


Рис. 1. График распространения температурного фронта на уровне входа в имитатор активной зоны (слева – с воздействием качки, справа – в стационарном режиме)

В ходе получения экспериментальных данных и сравнения их с наработанной базой по стационарным условиям работы стенда можно заметить корреляцию между воздействием этих колебаний на процессы смешения.

1. Чайников К.Н. Общее устройство судов / К.Н. Чайников. - Судостроение, Ленинград, 1971.

УДК 681.518.3

СМОЛИН С.А., РЯЗАПОВ Р.Р., СОБОРНОВ А.Е., МАМАЕВ А.В.

**РАЗРАБОТКА ЛОКАЛЬНОГО ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
СТЕНДА-ИМИТАТОРА ДВУХКОНТУРНОЙ ЯЭУ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева.

Развитие вычислительной техники позволяет решать множество задач различных отраслей промышленности и народного хозяйства с помощью ИТ-технологий. В последние годы во все сферы производства активно внедряются виртуальные тренажеры (ВТ). ВТ нашли применение при моделировании различных физических и технологических процес-

сов, протекающих в исследовательском и промышленном оборудовании, при создании виртуальных лабораторий и пр. Настоящий этап развития информационных технологий позволяет утверждать о необходимости внедрения ВТ в процесс обучения персонала для высокотехнологичных производств, таких как атомная энергетика. Применение новых информационных технологий и интерфейсов способствует автоматизации и индивидуализации процесса обучения [1] и, как следствие, подготовке компетентных кадров для атомной отрасли. Таким образом, актуально применение ВТ для повышения эффективности и снижения трудоемкости в процессе подготовки специалистов для высокотехнологичных и инновационных производств.

Настоящая работа посвящена созданию виртуального тренажера высокотемпературного стенда-имитатора двухконтурной ядерной энергетической установки (ЯЭУ). Целью работы является повышения качества подготовки студентов выпускающей кафедры и обслуживающего персонала исследовательского стенда.

В качестве прототипа (стенда-имитатора) принят теплофизический стенд ФТ-80 [2] кафедры «Атомные и тепловые станции» («АТС») НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Разработка ВТ способствует решению следующих задач:

- изучение гидравлической и электрической схем стенда;
- изучение отдельных узлов и оборудования стенда;
- моделирование и изучение различных эксплуатационных режимов работы стенда.

ВТ позволяет моделировать следующие режимы работы исследовательского стенда:

- подготовка к нормальной эксплуатации гидравлических частей контуров рабочих сред;
- порядок подготовки электрооборудования стенда;
- организация циркуляции рабочих сред через экспериментальные участки и исследуемые модели;
- аварийные режимы эксплуатации стенда.

Разработка тренажера осуществлена в программной среде LabView [3].

Применение в процессе обучения ВТ способствует снижению трудовых и временных затрат при подготовке студентов и обслуживающего персонала стенда, что в свою очередь позволит снизить вероятность возникновения внештатных и аварийных ситуаций.

Таким образом, ВТ является перспективной разработкой для подготовки высококвалифицированных специалистов-исследователей кафедры «АТС».

Библиографический список

- 1 **Лысенко И.А.** Обучающая виртуальная система –Уфимск: УГАТУ, 2013. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20285582>
- 2 **С.М. Дмитриев, Р.Р. Рязанов, А.Е. Соборнов, А.В. Мамаев, А.В. Котин, М.А. Легчанов, А.В. Львов** Измерение температурного и напряжено-деформированного состояний трубного образца при воздействии локальных стохастических температурных пульсаций/ С.М. Дмитриев // Приборы и методы измерений. -2019. -Т.10,№1-С. 53-60
- 3 LabView Help 8.0

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СОВРЕМЕННОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА ДЛЯ АЭС С ВОДО-ВОДЯНЫМИ РЕАКТОРАМИ И АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ФАЗ К УГРОЗЕ ЯДЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) в большей степени подвержен опасности распространения радиоактивных веществ. В ходе работы мы подробно опишем все стадии ЯТЦ, разберем наиболее чувствительные фазы.

Основные этапы ЯТЦ:

1. Добыча сырья.

Сырьем для ядерного топлива является урановая руда. Уран - самый тяжелый металл на планете. Процентное соотношение изотопов урана в руде таково, что 99,4% U^{238} и 0,6% U^{235} , который в свою очередь является топливом для ядерных реакторов, так как обладает способностью поддерживать цепную ядерную реакцию.

Добыча урана может производиться тремя разными способами:

а) открытый – этот способ применяется в тех случаях, когда руда находится не глубоко от поверхности земли. Для добычи руды бульдозерами выкапывается карьер, из которого руду с примесями транспортируют на перерабатывающие комплексы;

б) закрытый – этот способ применяется, когда руда находится на большой глубине от поверхности земли. Для добычи руды бурятся шахты глубиной до 2000 м, и породу путем сверления добывают в горизонтальных штреках. Руду перемещают наверх с помощью грузовых лифтов;

в) сквозное подземное выщелачивание – при этом методе разработки месторождений территория остается безопасной для персонала, а радиационный фон соответствует фону в крупных городах. Чтобы добыть уран с помощью выщелачивания, необходимо пробурить 6 скважин по углам шестиугольника. Через эти скважины в залежи урана закачивают серную кислоту, она смешивается с его солями. Этот раствор добывают, а именно выкачивают через скважину в центре шестиугольника. Чтобы добиться нужной концентрации солей урана, смесь по несколько раз пропускают через сорбционные колонны.

Руда, полученная первыми двумя способами, далее идет на химическую переработку. Породу измельчают, разбавляют водой и удаляют примеси. Чтобы произвести процесс выщелачивания, в смесь добавляют серную кислоту, в результате получается осадок солей урана желтого цвета. Далее уран с примесями очищается на аффинажном производстве.

2. Обогащение урана.

Обогащение - это увеличение доли изотопа U^{235} в U^{238} . Существует несколько методов обогащения урана. Основные из них: электромагнитное разделение, газодиффузионный, газоцентрифужный. Для стационарных реакторов типа РБМК и ВВЭР используют слабо обогащенный уран 2%-5%. После обогащения получается диоксид урана с нужной концентрацией U^{235} для определенного типа реактора.

3. Производство ядерного топлива.

Полученный диоксид урана нужной концентрации прессуется в урановые таблетки, которые упаковываются в трубчатые оболочки, входящие в конструкцию тепловыделяющего элемента. Для каждого конкретного типа реактора составляется определенная топливная сборка (ТВС). Для европейских реакторов ТВС используются в форме квадрата, а для российских реакторов ТВС в форме шестигранника.

4. Транспортировка топлива.

Готовые ТВС перевозят в специальных металлических контейнерах повышенной прочности. Для транспортировки используется железнодорожный, автомобильный и водный транспорт. В контейнере находится две сборки. Перевозка не облученного топлива не опасна, т.к. радиоактивность не выходит за пределы циркониевых оболочек ТВС. Для транспортировки создается специальный маршрут с сопровождением охраны, что связано с опасностью распространения ядерных материалов.

5.Использование ядерного топлива.

По прибытию топлива на атомную электростанцию (АЭС) свежее топливо помещается на склад ТВС. В процессе эксплуатации ядерное топливо выгорает, и ТВС меняют. Отработанные ТВС помещают в бассейн выдержки для отвода тепла и защиты от ионизирующего излучения.

6.Переработка топлива и захоронение.

При переработке отработанного топлива, его разделяют на радиоактивные отходы и элементы, которые в дальнейшем могут быть использованы повторно, такие как невыгоревший уран и трансурановые радионуклиды. Отходы разделяют на низкоактивные (НАО), среднеактивные (САО) и высокоактивные (ВАО).

Существует два вида топливных циклов: открытый (разомкнутый) и закрытый (замкнутый). В открытом топливном цикле отработанное ядерное топливо является высокоактивными ядерными отходами, и поэтому их отправляют на хранение или захоронение.

В ОЯТЦ эффективность использования природного урана не превышает 1%. Широкое применение его обусловлено низкими ценами на уран.

Наиболее чувствительными фазами ЯТЦ являются обогащение, переработка и захоронение ядерного топлива. На этих этапах из-за открытого доступа к радиоактивным веществам увеличиваются риски их хищения с целью изготовления ядерного взрывного устройства.

В 2010 году Российская Федерация совместно с МАГАТЭ сформировали банк ядерного топлива при АО «МЦОУ». Созданный банк ядерного топлива является гарантийным запасом низкообогащенного урана, целью которого являются гарантийные поставки топлива в страны, выполняющие требования режима нераспространения ядерного оружия, поставки в которые прекращены не по техническим причинам, а по политическим. С 28 ноября 2010 года на склад гарантийного запаса было загружено более 120 тонн урана. Механизм передачи топлива осуществляется следующим образом: Российская Федерация поставляет уран из гарантийного запаса по запросу МАГАТЭ, а Агентство в свою очередь передает топливо в страны, которые испытывают перебои в поставках урана.

УДК 621.039

ТЕРГАНОВА А.А., БЕЗНОСОВ А.В., БОКОВА Т.А.,
БОКОВ П.А., ВОЛКОВ Н.С., ЛЬВОВ А.В., МАРОВ А.Р.,

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ОСЕВЫХ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ЛОПАСТНЫХ НАСОСОВ, ПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СВИНЦОВЫЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ, ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ВЫХОДНОГО УЧАСТКА ЛОПАСТЕЙ РАБОЧЕГО КОЛЕСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время отсутствует опыт создания и эксплуатации осевых насосов для проектируемых реакторных установок со свинцовым и свинцово-висмутовым теплоносителями. Целесообразно проведение экспериментов, позволяющих обоснованно выполнять проектирование главных циркуляционных насосов реакторных контуров с ТЖМТ (тяжелый

жидкометаллический теплоноситель). Данная работа отражает результаты продолжающихся в НГТУ экспериментальных исследований, направленных на разработку рекомендаций по оптимальной конструкции осевых насосов, перекачивающих ТЖМТ [1, 2].

Цель данного этапа исследований - определение и поиск оптимальных характеристик осевых насосов (подача, напор, КПД), перекачивающих тяжелый жидкометаллический теплоноситель в зависимости от геометрии выходного участка лопаток решетки профилей рабочего колеса.

Исследования проводились на стенде НГТУ при температуре перекачиваемого свинцового теплоносителя 440-500 °С. Скорость вращения вала насоса изменялась ступенями по 100 об/мин от 600 об/мин до 1100 об/мин. Диаметр рабочего колеса Ø212 мм. Диаметр втулки Ø92 мм, втулочное отношение 0,44. Исходное состояние лопаток - плоское, толщина 6 мм. Число сменяемых лопаток на рабочем колесе - 4 шт. Все элементы конструкции проточной части насоса, контактирующие с ТЖМТ, изготавливались из стали 08X18H10T и имели сформированные оксидные защитные покрытия. Углы установки лопаток на рабочем колесе варьировались последовательной заменой рабочих колес с углами: 16, 20, 24, 28°. Углы отгиба 1/3 выходного участка лопаток составляли: -8°, -4°, 0, +4°, +8° относительно оси прямой плоской лопатки.

Результаты экспериментальных исследований зависимостей характеристик осевых насосов, перекачивающих свинцовый теплоноситель, от угла установки четырех лопаток в решетке профилей рабочего колеса при углах отгиба одной трети выходного участка плоских лопаток -8°, -4°, 0°, +4°, +8° рекомендуется использовать при проектировании насосов, перекачивающих ТЖМТ.

Библиографический список

1. **Безносков, А.В.** Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике / А.В. Безносков, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков. – М.: ИздАт, 2007. - 434 с.
2. **Безносков, А.В.** Оборудование энергетических контуров с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями в атомной энергетике / А.В. Безносков, Т.А. Бокова. – Н. Новгород, 2012. – 536 с.

УДК 621.039.8+621.039.526

ТУМАНОВ В.В.

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАРАБОТКИ РАДИОИЗОТОПНОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕАКТОРАХ БН

АО «ОКБМ Африкантов»

Атомная энергетика берет свое начало с середины XX века, тогда темпы ее развития были исключительно высокими (от открытия деления ядра урана-235 до запуска первого реактора прошло 3 года, а до первых испытаний атомной бомбы – 6 лет), а новые сферы использования открывались с каждым днем. От самых истоков была установлена и экспериментально подтверждена возможность наработки новых изотопов путем облучения потоком нейтронов материнских образцов – мишеней. Первые наработки полезных изотопов были связаны с необходимостью получения изотопа плутония с массовым числом 239 для создания атомных бомб.

С точки зрения наработки изотопов реакторы на быстрых нейтронах имеют преимущество перед реакторами на тепловых нейтронах, обусловленное более высоким нейтронным потоком, а также обусловленное большим диапазоном энергий нейтронного поля: от 0,025 эВ до 10,5 МэВ.

За более полувековой период развития ядерной энергетике на быстрых нейтронах, на реакторах типа БН (быстрый натриевый) были успешно выполнены масштабные проекты по наработке радиоизотопной продукции.

1. Высокоинтенсивный источник нейтрино на основе хрома-51, наработка которого требовала размещение мишени из хрома-50 в мягком нейтронном спектре. Для этого ОКБМ и МЗП были разработаны специальные замедляющие элементы на основе гидрида циркония.
2. Высокоинтенсивный источник нейтрино на основе аргона-37, для наработки которого мишень из кальция-40 размещалась в жестком нейтронном спектре. Источники нейтрино были применены для калибровки нейтринных детекторов в Баксанской нейтринной обсерватории на Северном Кавказе в 2004 году[1].
3. Источники гамма-излучения на основе кобальта-60 для промышленных и медицинских целей: стерилизация пищевых продуктов, медицинских инструментов и материалов, модификация свойств полимеров, радиохirurgия («кобальтовая пушка» и «гамма-нож») [2, 3].

В настоящее время в ОКБМ ведутся работы по дальнейшему изучению и оптимизации наработки в реакторах БН-600 и БН-800 кобальта-60 с высокой суммарной активностью.

Имеющийся опыт позволяет ставить амбициозные задачи по наработке радиоизотопной продукции в реакторах БН. Конфигурация активных зон действующих реакторов БН-600, БН-800 и в перспективе БН-1200 позволяет размещать облучаемые мишени как в боковых экранах (порядка 100 ячеек в каждом реакторе), так и в органах регулирования критического состояния активной зоны.

Библиографический список

1. Андреев Б.М., Арефьев Д.Г., Баранов В.Ю., Бежняков В.А. и др. Изотопы: свойства, получение, применение. Том 2 // Москва ФИЗМАТЛИТ, 2005. 728 с.
2. Варивцев А.В., Жемков И.Ю., Романов Е.Г. и др. Физическая оптимизация облучательного устройства для накопления кобальта-60 высокой удельной активности в реакторе БН-600 // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 16, №6, 2014, с. 112-118.
3. Мальцев В.В., Карпенко А.И., Чернов И.А., Головин В.В. Опыт наработки ^{60}Co в БН-600 // Атомная энергия. т. 86., вып. 3, 1999, с. 216-219.

УДК 621.039

ХВОЙНОВ О.В., БЕРЕЗИН А.А., ДУНЦЕВ А.В.,
НОВИКОВ Д.И., САТАЕВ А.А.

СТЕНД ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ ПОТОКОВ В МОДЕЛИ СУДОВОЙ ЯЭУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На эффективность, надежность и безопасность ядерной энергетической установки ключевое влияние оказывают термодинамические процессы, протекающие в активной зоне реактора.

Реализация знаний о процессах смешения и распределения потоков помогает выявлению потенциально опасных ситуаций, своевременному их решению и минимизации последствий. При штатной работе установки важность проявляется в формировании температурных полей, влияющих на изменение нейтронной физики, распределении жидкого поглотителя при изменении его концентрации.

Для исследования этих процессов был создан однопетлевой стенд смешения (рис. 1), представляющий собой модель реактора КЛТ-40(масштаб 1:5)[1]. Вход в активную зону моделируется дырчатым листом. Рабочая среда – вода с диапазоном температур 10-90 °С. Метод исследования – получение распределения температурных полей. Построение общей картины происходит при пошаговом перемещении матрицы температурных датчиков (Т1-Т17) по вертикали в имитаторе АЗ. Для исследования влияния потока в кольцевом зазоре установлены 4 дополнительных датчика (Т18-Т21).

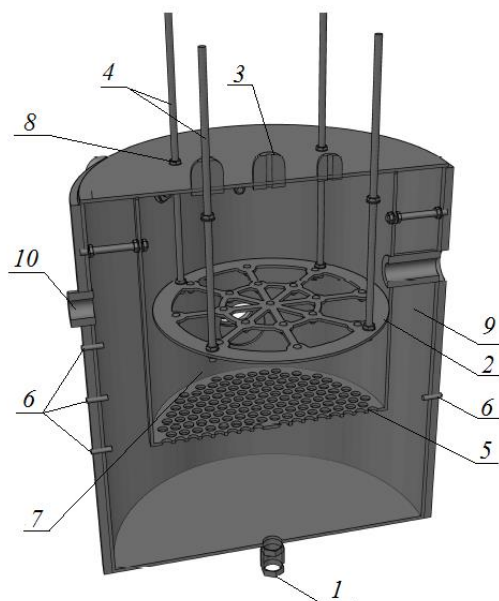


Рис. 1 - Внешний вид модели:

1 – слив; 2 – матрица датчиков; 3 – гермоввод линии связи датчиков; 4 – кронштейны крепления матрицы датчиков; 5 – дырчатый лист; 6 – датчики температуры кольцевого зазора; 7 – имитация активной зоны; 8 – контргайка; 9 – кольцевой зазор; 10 – вход основной петли циркуляции

В результате анализа проведенных экспериментов были получены данные о застойных зонах, областях неоднородности потока и о влиянии внешних сил на картину смешения.

1. Сатаев А.А., Дунцев А.В., Воробьев Д.А., Красавин Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ НА ОДНОПЕТЛЕВОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 3. – С. 96-101

УДК 621.039

ХВОЙНОВ О.В., БЕРЕЗИН А.А.,
ДУНЦЕВ А.В., НОВИКОВ Д.И., САТАЕВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ИМИТАТОРА ШАРОВОГО МИКРОТВЭЛА В ПОТОКЕ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из путей развития атомной промышленности является модернизация уже имеющих серийных моделей реакторов. Так, например, наиболее перспективным усовершенствованием активной зоны является замена традиционных ТВЭЛов на шаровые микротвэлы. Более подробно об этой модификации, применительно реактору ВВЭР-1000, описано в работе [1].

Реактор на шаровых микротвэлах получает возможность использования маневрового режим, не опасаясь ни кризиса кипения, ни перегрева топлива. Перегрев исключен по двум причинам: во-первых, большая суммарная поверхность микротвэлов; во-вторых, из-за большого запаса перепада температур между центром твэла и его оболочкой. Загрузка и выгрузка таких твэлов возможна во время работы реактора. Такие реакторы менее восприимчивы к качеству теплоносителя. Также при некоторых конструктивных решениях, у микротвэлов появляется способность к самоочищению вследствие избыточной подвижности. преимуще-

ство использования шаровых микротвэлов проявляется и при серьезных авариях с утечкой теплоносителя, обесточивании АЭС без срабатывания поглощающих стержней.

На эффективный теплоъем с поверхности шарового микротвэла, влияют такие параметры, как диаметр канала, укладка шаров в объеме, гидравлические свойства среды. В свободной засыпке при определенном параметрах потока и отношении диаметра трубы к диаметру шара возникает вероятность зависания микротвэла, что приводит к увеличению площади теплосяема по сравнению с плотной компоновкой.

В связи с недостаточными исследованиями микротвэла в потоке вязкой жидкости, была изготовлена модель для исследования гидродинамических свойств микротвэла-шара. Целью исследования являлось определение гидродинамической силы, при которой происходит всплытие, зависание микротвэла, а также сравнение полученных данных с результатами математического расчета. Стенд состоит из прозрачного вертикального канала, в который помещаются шары, насоса постоянного давления, пьезометрической доски, расходомера и резервуара воды постоянной температуры. В ходе эксперимента в канал помещались шары из различных материалов (сталь, графит), из резервуара с помощью насоса подавалась вода в модель, и подбирался расход, при котором происходило движение шара или его «зависание» на выбранной высоте, далее снимали показания с расходомера и пьезометрической доски. По результатам экспериментальных данных строилась зависимость гидродинамической силы от расхода.

Также был произведен математический расчет данной экспериментальной модели и построена теоретическая зависимость гидродинамической силы от расхода, как в момент зависания шара, так и при плавном увеличении скорости потока.

По результатам проделанной работы была найдена гидродинамическая характеристика экспериментальной модели и проведена ее верификация.

-
1. **Сорокин В. В.** Гидравлика и теплообмен шаровых засыпок в условиях активной зоны водо-водяных ядерных реакторов с микротвэлами/ В. В. Сорокин.–Минск: Беларус. наука,2010.

УДК 621.039

**ЧЕШОКОВ А.А., КОНОВАЛОВ И.А.,
БАРИНОВ А.А., МАКАРОВ М.А.**

РАСЧЕТНОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВНОМ ОБОРУДОВАНИИ АЭС С РЕАКТОРОМ ТИПА ВВЭР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для конструирования современного энергетического оборудования, применяемого на АЭС, зачастую требуется проведения как статических, так и динамических расчетов теплогидравлики. На динамику теплогидравлических процессов большое влияние оказывают различные механизмы теплообмена, а также «характерное время» установки, которое определяется, в том числе, кратностью циркуляции теплоносителя по контурам теплообмена.

Для практического изучения отдельных аспектов моделирования динамики теплообменного оборудования был создан экспериментальный стенд, представляющий собой два контура теплообмена, связанных при помощи змеевикового теплообменника. Установка оснащена откалиброванной системой управления мощностью (на ШИМ-регуляторах), расходом 2-го контура, интенсивностью обдува воздушного теплообменника, а также несколькими приборами контроля параметров (температуры, расхода, уровня в парогенераторе 1 контура). В установке реализованы несколько механизмов теплообмена: объемное кипение и конденсация на змеевике в первом контуре, конвективный теплообмен при принудительной цирку-

ляции воды во втором контуре и смешанно-конвективный теплообмен с воздухом (конечным приемником тепла).

В ходе выполнения работ, была проведена серия экспериментов при различных уровнях мощности испарителя первого контура до достижения теплового баланса, с целью отработки методики математического моделирования процессов разогрева, расхолаживания и изменения мощности. Математическая модель, упрощенно описывающая динамику установки, основана на численном решении уравнений контурной теплогидравлики в точечном приближении с учетом всех задействованных механизмов теплообмена. Установка имеет преимущественно учебное назначение, однако система измерения и возможности установки по работе при разных режимах мощности и кратности циркуляции по 2-му контуру позволяют разработать методику упрощенного моделирования контурных задач при помощи аналитических моделей, что важно, например, при выполнении быстрых оценочных расчетов, наладке ПИД-регуляторов, а также создании алгоритмов оперативного управления системами АСУ ТП. Дальнейшая модернизация стенда позволит изучать процессы конденсации в присутствии газа, конденсации с переохлаждением, а также проводить оценки оптимального режима работы оребренной поверхности с принудительным обдувом атмосферным воздухом.

Библиографический список

1. **Михеев М.А.** Основы теплопередачи: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. – М. Государственное энергетическое издательство, 1949 – 396с.
2. **Дмитриев С.М., Хробостов А.Е.** Краткий курс тепломассобмена: учеб. пособие / С.М. Дмитриев, А.Е. Хробостов; НГТУ. – 2-е изд., испр. – Н. Новгород, 2012. – 144 с.
3. Справочник машиностроителя : В 6 т. / Ред. совет: Н. С. Ачеркан [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Машгиз, 1960-1964. - 6 т.; 23 см..

УДК 681.7.08

БОЛОНИНА² А. А., МАТЮШЕЧКИН¹ Н. А., БЕЛОВ² Ю.Г.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЛЕЙНОГО ТИПА НА ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ

¹АО НПП «Полет» (Н. Новгород)

²Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для решения задачи аварийного отключения аппаратуры в условиях действия мощных электромагнитных полей разработан волоконно-оптический датчик температуры с амплитудной модуляцией, обладающий преобразовательной характеристикой релейного типа: ступень с явно выраженным высоким и низким уровнем выходного сигнала. Функциональная схема такого датчика представлена на рисунке 1.

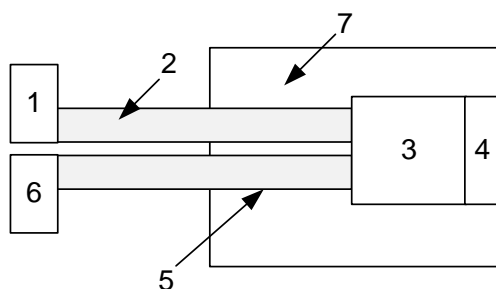


Рис. 1. Функциональная схема волоконно-оптического датчика температуры,

где 1 – источник излучения; 2 – оптическое волокно, подводящее излучение; 3 – рабочее вещество; 4 – зеркало; 5 – оптическое волокно, отводящее излучение; 6 – приемник излучения; 7 – корпус датчика

Принцип работы устройства заключается в следующем. Корпус датчика помещается в среду, температуру которой требуется контролировать. Световой поток от источника излучения (1) распространяется по оптическому волокну (2) и направляется на рабочее вещество (3). Затем излучение отражается от зеркала (4) и направляется в оптическое волокно (5), которое подводит этот световой поток к приемнику излучения (6). В корпусе датчика (7) между оптическим волокном и зеркалом образуется зазор, который заполняется поликристаллическим рабочим веществом (3), изменяющим фазовое состояние при температуре, равной необходимой пороговой температуре срабатывания датчика. При температуре среды ниже пороговой температуры срабатывания датчика рабочее вещество (3) находится в твердом со-

стоянии и интенсивно рассеивает излучение. Приемник излучения (6) регистрирует минимальный уровень входного сигнала. При температуре среды больше или равной пороговой температуре срабатывания датчика у рабочего вещества (3) происходит фазовый переход первого рода [1], в результате чего его светопропускная способность возрастает и уровень входного сигнала, регистрируемого приемником излучения (6), увеличивается.

Фазовый переход рабочего вещества происходит в узком диапазоне температур, около 1°C , благодаря чему преобразовательная характеристика датчика имеет релейный вид: ступень с явно выраженным высоким и низким уровнем выходного сигнала. Применение рабочих веществ с различными значениями температуры плавления позволяет создать датчик с требуемой температурой срабатывания.

-
1. **Глаголев, К.В.** Физическая термодинамика / К.В.Глаголев, А.Н.Морозов. – М.: МГТУ, 2004. – 272 с.

УДК 681.586.5; 681.518.3

**БУКАШОВА Е.С.,
ГРАЧЕВ В.А., МАЛАХОВ В.А.**

РАЗРАБОТКА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ВИБРАЦИИ ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ТИПА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работа большинства датчиков вибрации основана на пьезоэлектрическом, индуктивном, емкостном и др. эффектах. Однако их применение ограничено допустимыми условиями эксплуатации. Поэтому на практике все большее применение находят волоконно-оптические датчики (ВОД). Большинство ВОД с внешним первичным преобразователем строятся по схеме, когда измеряемая физическая величина (температура, давление, вибрация) вызывает механическое перемещение некоторого чувствительного элемента (мембраны, зеркала, инерционной массы), которое приводит к модуляции интенсивности света. Такие датчики имеют высокую чувствительность, достаточно простую техническую реализацию.

На рисунке 1 представлена структурная схема волоконно-оптического датчика вибрации отражательного типа. Принцип действия датчика основан на модуляции амплитуды (мощности) отраженной световой волны. Передающее и приемное волокна находятся под углом относительно друг друга.

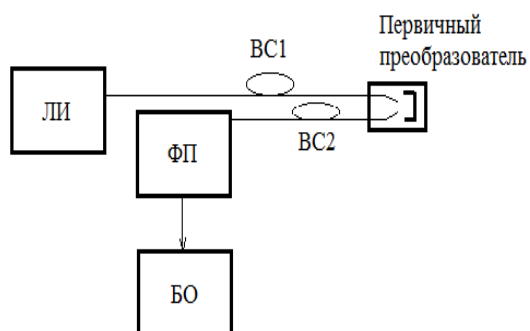


Рис. 1 Структурная схема волоконно-оптического датчика отражательного типа, где ЛИ - лазерный источник, ВС₁, ВС₂- оптические волокна, БО- блок обработки, ФП- фотоприемник

Излучение с лазера поступает в передающее оптическое волокно. Через выходной торец волокна излучение подается на металлическую мембрану. Под действием вибрации мембрана смещается относительно своего начального положения. При этом происходит изменение мощности световой волны, регистрируемой фотоприемником.

Для исследования характеристик ВОД вибрации отражательного типа была рассмотрена структура светового пучка, излучаемая торцом оптического волокна (ОВ). В результате множества отражений внутри ОВ происходит симметризация пучка лучей относительно оптической оси волокна и усреднение освещенности по его выходному торцу. Т.к. приемное и передающее волокна находятся под углом к мембране, то на ее поверхности образуется освещенная цилиндрическая зона, площадь которой будет изменяться в зависимости от перемещения чувствительного элемента. На основании геометрической оптики были рассчитаны площадь освещенной зоны и коэффициент передачи.

Были получены зависимость распределения интенсивности света от смещения мембраны и зависимость оптической мощности на выходе приемного световода от угла наклона мембраны.

УДК 517.927.4; 536.46; 614.841.1

ИКОТНИКОВ В.В.

О ПРОБЛЕМЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ CFD СИСТЕМ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пожары являются самыми разрушительным явлением, как для человека, так и для природы. Задача прогнозирования его развития, способов и методов его тушения актуальна и необходима. Важным инструментом для решения перечисленных задач являются методы численного моделирования. Современные CFD системы, адаптированные для универсальных алгоритмов, которые могут плохо работать для задач, осложненных уравнениями, моделирующими процессы, протекающие со скоростями разных порядков. Поэтому возникает необходимость комплексного использования CFD систем с элементами программирования.

В целях повышения качества компьютерных моделей используют CFD системы для решения множества задач. Возможность CFD системы подходит для моделирования горения, так как для описания используют уравнения Навье-Стокса.

Существует проблема моделирования лесных пожаров и их тушения в CFD системах [1-3]. При описании процесса горения используют непрерывные функции, а при тушении появляются разрывные решения. Существует задача для создания таких систем, программ, которые могли решить данную проблему наиболее с приемлемой точностью.

Для моделирования инженеры используют комплекс программ COMSOL Multiphysics [4]. Данная программа построена так, чтобы была возможность включать в свой код созданные решения в других программах. COMSOL – основана на различных численных методах расчета, имеется универсальная программная платформа для компьютерного моделирования различных физических задач. Несколько десятков продуктов расширяют платформу для моделирования, используются реальные физико-химические законы и инструменты для химических, механических и электрических систем. Наравне с COMSOL стоит пакет ANSYS, но отличие заключается в том, что программа MATLAB является инструментом и работает под его управлением. Модули интеграции дают возможность полную свободу при

Построение новых моделей необходимо проверять ее адекватность. Для численных методов.

Библиографический список

1. Катаева Л.Ю. Постановка и проведение вычислительного эксперимента по исследованию аэро- и гидродинамических процессов в аварийных ситуациях природного и техногенного характера / Российский государственный открытый технический университет путей сообщения. Москва, 2007.
2. Катаева Л.Ю., Карпухин В.Б. О методе гира численного моделирования динамических систем, описываемых жесткими обыкновенными дифференциальными уравнениями // Наука и техника транспорта. 2008. № 1. С. 57-66.

3. Катаева Л.Ю., Романов А.В. Метод патанкара и возможности его оптимизации // Наука и техника транспорта. 2009. № 3. С. 88-97.
4. Ковтун В.А., Короткевич С.Г. Обзор современных прикладных программных комплексов для проведения исследований композитных изделий // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 1 (65). С. 258-266.

УДК 517.927.4; 536.46; 614.841.1

ИЛЬИЧЕВА М.Н., ЛОЩИЛОВ А.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ С ПРИМЕНЕНИЕМ СХЕМЫ WENO

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нелинейность уравнений гидро-газодинамики усложняет получение их аналитического решения. Использование численных методов позволяют решать подобные уравнения. Для задач с кусочно-гладкими решениями, содержащими разрывы разработаны схемы ENO (essentially non-oscillatory) and WENO (weighted essentially non-oscillatory), являющиеся конечно-разностными схемами высокого порядка. Основное отличие схем заключается в аппроксимации, использующую нелинейную адаптивную процедуру для автоматического выбора локально наиболее гладкого шаблона. Это позволяет сглаживать резкие перепады, сохраняя высокий порядок точности в их отсутствии. Метод конечных объемов на основе схемы WENO для приближения гиперболических законов сохранения на адаптивно уточненных декартовых сетках рассмотрен в работе [0]. Выявлено, что метод расщепления по направлениям в сочетании с одномерной версией схемы WENO понижает порядок точности до второго, однако использование двумерной полиномиальной реконструкции представляет сложность. Данная погрешность связана с нелинейностью уравнений, которая не приводит к существенному искажению решения при числах Маха ниже 0.2. Это позволяет применять рассмотренный подход для моделирования лесных пожаров. Построение решателя для одномерной системы уравнений Эйлера было осуществлено на основе подхода, описанного в работах [2,3]. Для моделирования распространения волны от импульсного воздействия в результате мгновенного окисления стержня заданной линейной плотности и удельной теплотой сгорания используется двумерная система нелинейных уравнений Эйлера с расщеплением по направлениям. Продукты окисления стержня и энергии были учтены в начальных условиях согласно распределению Гаусса. Числу Куранта присваивается значение 0.3. На границах скорость была равна 0 м/с, давление $P = 10^5$ Па, плотность $\rho = 1.2$ кг/м³. Дискретизация по времени реализовывалась на основе метода Рунге-Кутты 3 порядка [4,5]. Шаг по времени выбирался на основе числа Куранта с учетом максимума собственных чисел, пространственной и временной дискретизации расчетной области и определяется как произведение числа Куранта на шаг по координате соотнесенного к максимальному собственному значению Якобиана.

Библиографический список

1. Pawel Buchmueller High-Order WENO Finite Volume Methods on Cartesian Grids with Adaptive Mesh Refinement // zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 2016
2. Shu, Chi-Wang Essentially non-oscillatory and weighted essentially non-oscillatory schemes for hyperbolic conservation laws // Advanced numerical approximation of nonlinear hyperbolic equations. Springer, Berlin, Heidelberg, 1998. P.325-432.
3. Jiang, Guang-Shan, and Cheng-chin Wu. // A high-order WENO finite difference scheme for the equations of ideal magnetohydrodynamics. // Journal of Computational Physics 150.2 (1999). P.561-594.
4. Катаева Л.Ю., Карпунин В.Б. О методе Гира численного моделирования динамических систем, описываемых жесткими обыкновенными дифференциальными уравнениями // Наука и техника транспорта. 2008. № 1. С. 57-66.
5. Катаева Л.Ю. Особенности дискретизации многомерных нелинейных задач // Наука и техника транспорта. 2008. № 4. С. 13-16.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДОЛЬНО-РЕГУЛЯРНОЙ КРУГЛОЙ ЭКРАНИРОВАННОЙ СТРУКТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В докладе рассматривается круглый экранированный волновод с диэлектрическими включениями. Диэлектрические цилиндрические включения имеют несколько воздушных отверстий, которые понижают эффективную диэлектрическую проницаемость [1], [2].

Подобные модели могут быть использованы в качестве элементов полосковых фильтров или чувствительных элементов датчиков состава веществ (например - нефти или газа).

Спроектированная модель представляет собой круглый экранированный волновод с набором цилиндрических диэлектрических вставок с различной эффективной диэлектрической проницаемостью. Через структуру пропускается жидкое или газообразное вещество, меняющее эффективную диэлектрическую проницаемость, а, следовательно, меняются коэффициенты прохождения и отражения для электромагнитной волны.

Диэлектрические вставки имеют одинаковые размеры, но разную диэлектрическую проницаемость. Диэлектрическая проницаемость вставок изменяется по Гауссовому распределению:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} e^{-z^2/c^2} \quad (1)$$

Моделирование исследуемой структуры производилось в САПР ANSYS HFSS [3]. При моделировании диэлектрические вставки с отверстиями заменялись сплошными цилиндрами с эффективной диэлектрической проницаемостью, которая рассчитывалась по формуле Максвелла-Гарнетта [4].

Были рассчитаны параметры S_{11} , S_{12} и оценено влияние на них пропускаемых через структуру жидких и газообразных веществ с разной диэлектрической проницаемостью. Исследования передаточных характеристик показали, что при пропускании того или иного вещества наблюдались заметные изменения характеристик в диапазоне 12-15 ГГц, которые влияют на уровень выходного сигнала.

Библиографический список

1. **Силин, Р.А.** Периодические волноводы / Р.А. Силин. — М.: ФАЗИС, 2002.
2. **Yablonovitch, E.** Inhibited Spontaneous Emission in Solid-State Physics and Electronics / E. Yablonovitch // Phys. Rev. Lett. 1987. — V. 58. — No. 20. — P. 2059.
3. **Буторов, Е.** Обзор возможностей ANSYS HFSS для трехмерного моделирования СВЧ-устройств произвольной геометрии / Е. Буторов, А. Ларионов. — САПР и графика, 2012. — №1. — С. 62-65.
4. **Garnett, J.C.M.** Colours in Metal Glasses and in Metallic Films / J. C. Maxwell Garnett // Philosophical transactions of the Royal society of London, Series A, Vol. 203. — London, 1904. — P. 385–420.

РЕЗОНАНСНАЯ ЯЧЕЙКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТОВЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Листовые диэлектрические материалы активно используются в производстве различных узлов радиоэлектронной аппаратуры, в том числе СВЧ-диапазона. При этом необходимо

точное определение параметров этих материалов. Основными величинами, которые требуют определения, являются относительная диэлектрическая проницаемость ϵ и тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$. Для этих целей широко используются резонансные методы, так как они являются наиболее точными среди известных методов измерения указанных параметров диэлектриков. Резонансные методы применимы в широком диапазоне длин волн: от метровых, где используются коаксиальные резонаторы с торцевым зазором, до сантиметровых, где, в основном, эффективны цилиндрические волноводные резонаторы, полностью или частично заполненные исследуемым диэлектриком. Особый интерес представляют цилиндрические резонаторы, работающие на колебаниях типа H_{01n} .

Использование в работе цилиндрического волноводного резонатора с кольцевым зазором, работающего на колебаниях H_{01n} , дает возможность определять свойства листовых диэлектриков без изготовления образцов специальной формы. Используемая диэлектрическая пластина помещается между металлическим основанием и торцом резонатора и плотно зажимается. У торца имеется достаточно протяженный фланец, между которым и металлическим основанием образуется зазор – заполненная диэлектриком кольцевая щель, которая на рабочей частоте представляет собой запертый радиальный волновод.

В докладе представлены результаты электродинамического расчета резонансной частоты и добротности резонансной ячейки. Для этой цели использовалась приближенная модель ячейки, – без кольцевого зазора, – в предположении, что этот зазор не оказывает существенного влияния на характеристики резонатора. Для приближенной модели получены расчетные соотношения, проведены численные исследования зависимости резонансной частоты и добротности от толщины диэлектрической пластины.

Для практического применения ячейки необходима оценка степени влияния кольцевого зазора на характеристики резонатора и допустимости использования формул, полученных для приближенной модели, при определении параметров диэлектрика по данным измерений. С этой целью было произведено математическое моделирование колебания H_{01n} в резонансной ячейке с помощью САПР AnsysHFSS. Как показало моделирование, при малой толщине d пластины $d/a \leq 0,2$ (a – радиус резонатора) расхождения расположения значений резонансной частоты, измеренных математическим моделированием и в приближенной модели, не превышают 1%, что свидетельствует о допустимости применения в работе расчетного алгоритма при обработке результатов измерений.

УДК 621.372

ЛОБИН С.Г., БИРЮКОВ В.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ПАРЦИАЛЬНЫХ ВОЛН БРИЛЛЮЭНА ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ С НЕИДЕАЛЬНЫМИ ЭКРАНИРУЮЩИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интенсивное освоение различными отраслями современной техники все более высокочастотных диапазонов предъявляет повышенные требования к направляющим электродинамическим структурам. В процессе распространения электромагнитной волны по волноводу происходит затухание передаваемого сигнала, связанное с неидеальностью стенок направляющей структуры. Неидеальность проявляется в конечной удельной проводимости материала стенок волновода и в шероховатости их поверхности. В литературе различными методами получены выражения для затухания электромагнитной волны в волновод, связанного с конечной проводимостью стенок. К выражению, описывающему затухание волн в волновод, можно прийти, используя концепцию парциальных волн Бриллюэна. В этом случае затухание в волновод зависит от коэффициента отражения электромагнитной

волны от стенки волновода и количества переотражений. Полученная таким образом в данной работе частотная зависимость коэффициента затухания и качественно, и количественно совпадает с известной в литературе [1].

Но кроме потерь, связанных с конечной удельной проводимостью стенок волновода, существенное влияние могут оказывать и потери связанные с качеством обработки экранирующих поверхностей, особенно при повышении частоты исследуемого сигнала. Посвященные рассмотрению такого рода потерь работы преимущественно используют эмпирические поправочные коэффициенты или посвящены чисто технологическим вопросам обеспечения предельно малых шероховатостей экранирующих поверхностей или рассматривают упрощенную модель шероховатой поверхности [2,3]. В настоящей работе предлагается использовать подход, основанный на концепции парциальных волн Бриллюэна для учета шероховатости поверхности произвольной формы, в том числе случайной. В этом случае задача нахождения затухания собственных волн направляющих электродинамических структур с шероховатыми экранирующими поверхностями сводится к хорошо изученному случаю структур с идеально гладкими поверхностями. Эквивалентность реальной шероховатой поверхности и гладкой поверхности достигается внесением поправки в удельную проводимость материала последней, обеспечивающей равенство коэффициентов отражения электромагнитной волны от рассматриваемых поверхностей.

Приводятся результаты расчетов погонного затухания основной волны в волноводе с шероховатостями различного профиля и размеров. Результаты расчетов сравниваются с результатами моделирования в программном пакете CST STUDIO SUITE.

Библиографический список

1. **Ефимов, И. Е.** Волновые линии передачи/ И.Е. Ефимов// М.: Связь, - 1979. – 232 с.
2. **Бирюков, В.В.** Возможности использования экранированных волноводов в КВЧ диапазоне / В.В. Бирюков, С.Б. Раевский // Антенны. – 2005. – № 5. С. 29 - 32.
3. **Бирюков, В.В.** Резонаторы СВЧ-, КВЧ-диапазонов с шероховатыми проводящими внутренними поверхностями / В.В. Бирюков, С.Б. Раевский // Антенны. – 2006. – № 5. С. 35 - 38

УДК 621.372

МАЛАХОВА И.В., РАЕВСКИЙ А.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТРАЖЕНИЯ И ПРОХОЖДЕНИЯ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ ЧЕРЕЗ МНОГОСЛОЙНУЮ СТРУКТУРУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Защита объектов, узлов радиоаппаратуры и человека от электромагнитного излучения одна из актуальных задач современных научных исследований в мире [1-3]. Для защиты от электромагнитного излучения, в частности рентгеновского диапазона, используются плоско-параллельные многослойные структуры.

Основным принципом создания многослойных структур, используемых для отражения рентгеновского излучения, является подбор пар материалов, из которых формируется многослойная структура. Пары материалов, из которых формируется многослойная структура, должны быть не подвержены взаимному влиянию друг на друга и обеспечивать минимальный коэффициент прохождения в рентгеновском диапазоне.

Расчет коэффициентов прохождения и отражения волн в многослойных структурах осуществляется на основе строгого метода двусторонних граничных условий [4], когда диэлектрический слой рассматривается как слой конечной толщины с комплексной диэлектрической проницаемостью.

В работе рассматриваются плоскопараллельные диэлектрические слои, характеризуемые параметрами ϵ_i , μ_i и ϵ_{i+1} , μ_{i+1} . На границах этих слоев записываются граничные условия для тангенциальных составляющих напряженностей электрического и магнитного полей. Уравнения, полученные из граничных условий, образуют систему алгебраических уравнений относительно неизвестных амплитудных коэффициентов: $A_1, B_1, A_2, B_2, \dots, A_N, B_N$, где N – число слоев структуры. Амплитудные коэффициенты падающей волны A_1 и B_1 полагаем заданными. Решая систему уравнений, находим неизвестные амплитудные коэффициенты и выражаем напряженности электрических полей в слоях. Используя модули напряженности электрических полей, рассчитываем коэффициенты отражения и прохождения.

Библиографический список

1. **Sonsilphong, A.** Light-weight radiation protection by non-lead materials in X-ray regimes / A. Sonsilphong, N. Wongkasem // 2014 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA). – 2014. 480 с.
2. **McCaffrey, J.P.** Radiation attenuation by lead and nonlead materials used in radiation shielding garments / J.P. McCaffrey, H. Shen, B. Downton, and E. Mainegra-Hing // Med. Phys. – 2007. -Vol. 34. – № 2. –P. 530.
3. **Nambiar, S.** Polymer-Composite Materials for Radiation Protection / S. Nambiar and J. T. W. Yeow // ACS Appl. Mater. Interfaces. – 2012. – Vol. 4. – № 11. – P. 5717-5726.
4. **Веселов, Г.И.** Слоистые металло-диэлектрические волноводы / Г.И. Веселов, С.Б. Раевский М.: «Радио и связь». – 1988. – 248 с.

УДК 530.3

МОЗОЛИН И.А., БАСОВ А.А., ЯШИНА А.Н.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЗЕЕМАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее время в лабораториях физического практикума широко используется компьютерное моделирование физического эксперимента. Суть виртуального компьютерного практикума заключается в замене реального лабораторного исследования на математическое моделирование изучаемых физических процессов, но с элементами виртуального взаимодействия учащегося с лабораторным оборудованием. Такой подход к исследованию физических явлений оказывается единственным выходом при отсутствии необходимого оборудования.

Примером такого подхода является компьютерное моделирование эффекта Зеемана. Питер Зееман обнаружил, что при помещении источника света в магнитное поле спектральные линии испытывают расщепление на несколько компонент. Однако, чтобы наблюдать такое явление необходимо создать сильное магнитное поле с индукцией порядка 10^4 Гс и использовать спектральные приборы с высокой разрешающей способностью, так как изменение длины волны составляет сотые доли нанометра [1]. Отсутствие необходимых условий в учебной лаборатории вынуждает воспользоваться вышеуказанным методом, заменив реальный эксперимент виртуальным, который позволит создать адекватную иллюзию работы с реальными объектами.

Установка для изучения эффекта Зеемана (рис. 1) состоит из магнита (1), между полюсами которого находится источник света, идеального спектрометра (2), системы линз (3), пластинки $\lambda/4$ (4), поляроида (5), фотоприемника (6) и окуляра спектрометра (7). Установка позволяет исследовать не только величину расщепления спектральных линий, но и их поляризацию.

Регулируя силу тока, протекающего через обмотку магнита, меняют индукцию магнитного поля, действующего на источник излучения. С помощью спектрометра определяют длину волны выбранной линии в спектре излучения в отсутствие поля и при его

воздействии на атомы. Положение магнита можно менять так, чтобы в спектрометр попадало излучение, направленное вдоль силовых линий магнитного поля и поперек них. Использование пластинки в четверть длины волны и поляроида позволяет определить поляризацию компонент зеемановского расщепления.



Рис. 1 – Установка для изучения эффекта Зеемана

Таким образом, приведенная модель позволяет детально изучить все аспекты явления весьма важного для понимания структуры энергетических спектров атомов.

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики в 5 томах, том 5, часть 1 - Атомная физика. – Москва: М."Наука", главная редакция физико-математической литературы, 1986г - 416 с.

УДК 621.372

НЕЧАЕВ А.С., МАЛАХОВ В.А.

РЕШЕНИЕ ПРИСОЕДИНЕННОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ КРУГЛОГО ОТКРЫТОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование спектров волн направляющих структур сводится к решению краевых задач на однородном уравнении Гельмгольца относительно продольных компонент векторов Герца. Кроме этого, для направляющих структур могут быть сформулированы присоединенные краевые задачи, состоящие из дифференциальных уравнений и систем граничных условий, которые образуются [1] дифференцированием по собственному значению исходного дифференциального уравнения и системы граничных условий соответственно. Решения присоединенных краевых задач соответствуют так называемым присоединенным волнам [2], характерной особенностью которых является наличие линейной зависимости их амплитуд от продольной координаты.

В работах [3, 4] был сделан вывод о возможности существования присоединенной волны в круглых многослойных экранированных волноводах в точках жордановой кратности волновых чисел. В случае круглого открытого диэлектрического волновода (ДВ) в неограниченной однородной среде присоединенные волны описываются решениями краевой задачи на однородном уравнении Гельмгольца:

$$\frac{\partial^2 \Pi_z^{e,m}}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \Pi_z^{e,m}}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 \Pi_z^{e,m}}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 \Pi_z^{e,m}}{\partial z^2} + \epsilon \mu \omega^2 \Pi_z^{e,m} = 0 \quad (1)$$

Решение уравнения (1), может быть найдено в виде [3]:

$$\Pi_z^{e,m} = [R(r)f(z) + \bar{R}(r)\bar{f}(z)] \begin{cases} \cos n\phi \\ \sin n\phi \end{cases}. \quad (2)$$

Дисперсионная задача для присоединенных волн круглого открытого ДВ образуется совокупностью трех трансцендентных уравнений, получаемых по методике, описанной в [3].

Для нахождения их совместных решений был использован комбинированный численный метод поиска комплексных корней трансцендентных уравнений [5], объединяющий в себе метод Мюллера и метод вариации фазы.

Численные исследования показали, что общее решение данных уравнений, соответствующее решению дисперсионной задачи для присоединенных волн, существует в одной точке. Исследования особенностей поля, соответствующего полученному решению, показали, что данная точка является точкой перехода поверхностной волны EH_{11} в вытекающую волну. В этой точке найденная присоединенная волна обеспечивает полноту системы волн круглого ДВ.

Библиографический список

1. **Наймарк, М.А.** Линейные дифференциальные операторы / М.А. Наймарк. – М.: Наука, 1969. – 526 с.
2. **Ильинский, А.С.** Колебания и волны в электродинамических системах с потерями / А.С. Ильинский, Г.Я. Слепян. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 231 с.
3. **Малахов, В.А.** Присоединенные волны в круглом двухслойном экранированном волноводе / В.А. Малахов, А.С. Раевский, С.Б. Раевский // Письма в журнал технической физики. – 2011. – Т. 37. – № 2. – С. 71-79.
4. **Раевский, А.С.** Колебания и волны, присоединенные к источнику / А.С. Раевский, С.Б. Раевский // Радиотехника и электроника. – 2018. – Т. 63. – № 1. – С. 14-20.
5. **Малахов, В.А.** О решении дисперсионных уравнений волн направляющих электродинамических структур на комплексных плоскостях волновых чисел / В.А. Малахов, А.С. Раевский, С.Б. Раевский // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2015. – Т. 55. – № 6. – С. 1028–1038.

УДК 621.372.823

НОВИКОВ Д. Д.

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ В КРУГЛОМ ЭКРАНИРОВАННОМ ВОЛНОВОДЕ РЕЛЯТИВИСТСКИМ МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент в радиолокации и телекоммуникациях достаточно подробно изучен диапазон частот до 60 ГГц. Однако, в связи с развитием таких отраслей, как радиолокация, радиосвязь и т.д. в настоящее время имеется остро встала потребность в освоении коротковолновой части миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн.

Для использования любого радиотехнического устройства в определенном диапазоне частот, наряду со всем прочим необходимо точно задавать характеристики не только источников излучения, но и базовых узлов устройства. В сверхвысокочастотных системах такими узлами являются пассивные направляющие структуры, которые представляют собой, в самом простейшем случае, экранированные волноводы с каноническими формами поперечных сечений (прямоугольные, круглые, эллиптические). В рассматриваемом нами КВЧ диапазоне базовые узлы имеют существенные потери, связанные с не идеальностью их механической обработки и конечной проводимостью материала стенок. Однако в существующих на сегодняшний день методах расчета не учитывают данные виды потерь либо учитывают лишь в некотором приближении, либо не являются узконаправленными и не подходят для расчета требуемых направляющих структур. Погрешности, вызванных данными факторами, могут привести к тому, что реальные потери в базовых узлах СВЧ устройств окажутся гораздо существенно выше расчетных. Поэтому одной из самых востребованных задач на сегодняшний

день является существенное снижение погрешностей для широкого класса волноведущих структур с конечной проводимостью материала стенок.

В большинстве случаев, решение выше обозначенной задачи ведется с помощью метода, основанного на решение краевой задачи с импедансными граничными условиями. Недостатком данного метода является то, что сами граничные условия выполняются строго только при нормальном падении электромагнитной волны на стенку волноведущей структуры, то есть на одной частоте, которая является критической для рассматриваемого типа волны при заданных параметрах поперечного сечения волновода.

Целью данного доклада является рассмотрение строгого метода расчета направляющих структур с неидеально проводящими стенками, основанного на инвариантности уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца (далее релятивистский метод), определение границ его применимости, сравнение с существующими методами.

В ходе доклада проведен расчет коэффициентов затухания круглого экранированного волновода с неидеально проводящими стенками с помощью релятивистского метода. Представлены зависимости коэффициентов затухания и поверхностного импеданса материал стенки от частоты электромагнитных волн и проводимости материала стенки. Даны границы применимости рассматриваемого метода. Проведено сравнение результатов расчета потерь в круглом экранированном волноводе миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн рассматриваемым методом с результатами расчета классическим методом (методом комплексных параметров).

УДК 681.7.08

СТАНКОВ² Д. Е., МАТЮШЕЧКИН¹ Н. А., БЕЛОВ² Ю.Г.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ С ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМ ЭЛЕМЕНТОМ В ВИДЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЫ

¹АО НПП «Полет» (Н. Новгород),

²Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение электрических датчиков в условиях сильных электромагнитных полей вызывает трудности из-за появления в них переменных помех. Использование волоконно-оптических датчиков позволяет вынести электрический интерфейс управления за пределы воздействия внешнего электромагнитного поля. Рассматриваемый волоконно-оптический датчик может быть использован для контроля температуры наиболее теплонагруженных элементов радиоаппаратуры. Функциональная схема датчика представлена на рисунке 1.

Принцип действия датчика состоит в следующем. Световой поток от источника излучения (1) по оптическому волокну (2) и гексагональной упаковке (3) поступает на зеркальную поверхность (4) биметаллической пластины (5). Отраженный световой поток распределяется по волокнам (7), (8) и поступает на вход фотоприемников (9), (10). В корпусе датчика (11) между гексагональной упаковкой и зеркальной поверхностью биметаллической пластины устанавливается зазор, при котором мощность на фотоприемниках будет одинаковой.

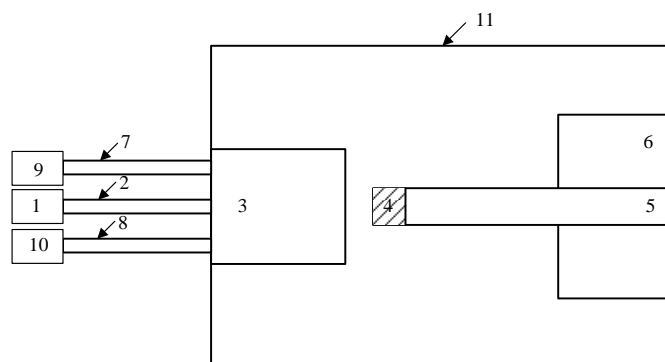


Рис. 1. Функциональная схема волоконно-оптического датчика температуры,
 где 1 – источник излучения; 2 – оптическое волокно, подводящее излучение; 3 – гексагональная упаковка; 4 – зеркало; 5 – биметаллическая пластина; 6 – подложка; 7,8 – оптические волокна, отводящие излучение; 9,10- фотоприемники; 11 - корпус датчика

При изменении температуры биметаллическая пластина будет изгибаться и в зависимости от характера изменения температуры, мощность на одном из фотоприемников уменьшится. По результатам измерения можно построить преобразовательную характеристику.

1. Бусурин, В.И. Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения / В.И. Бусурин, Ю.Р. Носов, - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 256с.

УДК 621.396.67

ТЯПКОВ Е.В.¹, БИРЮКОВ В.В.¹, МИГАЧЕВ М.И.²

УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ МНОГОЛУЧЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева¹
 ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ²

В представленной работе рассматривается устройство, формирующее сигналы для отдельных элементов фазированной антенной решетки [1] посредством разделения первоначального сигнала на 4 равноамплитудных сигнала с заданным распределением фаз (рисунок 1). Данное устройство реализовано в микрополосковом исполнении, что обусловлено достаточно малыми потерями, небольшими габаритами и технологичностью.

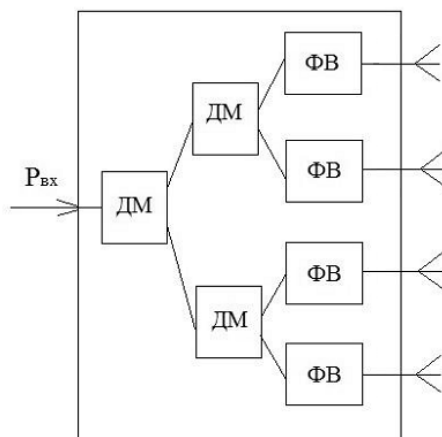


Рис 1. Структурная схема устройства
 ДМ – делитель мощности, ФВ - фазовращатель

Проведен расчет кольцевого делителя мощности в приближении теории длинных линий [2]. Полученная в результате расчетов топология служит основой для дальнейшего моделирования в САПР AnsysHFSS. В результате моделирования получены характеристики основных элементов устройства – кольцевого делителя мощности, фазовращателя, управляемого с помощью рpn-диодов и проведена их параметрическая оптимизация.

Таким образом, на базе микрополосковых кольцевых делителей мощности и управляемых рpn-диодами фазовращателей разработан формирователь сигналов для четырехэлементной фазированной антенной решетки. Проведено компьютерное моделирование данного устройства. Характеристики, полученные в результате компьютерного моделирования, удовлетворяют предъявляемым техническим требованиям.

Библиографический список

1. Вендик, О.Г. Антенны с немеханическим движением луча/ О.Г. Вендик. – М.: «Советское радио», 1965.
2. Малорацкий, Л.Г., Явич, Л.Р. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях/ Л.Г. Малорацкий, Л.Р. Явич. – М.: «Советское радио», 1972.

УДК 530.3

ЧЕШОКОВ С.А., ЯШИНА А.Н., ХОРЬКОВ С.В., КОТ А.В.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МУЛЬТИПЛЕТНОСТИ АТОМНЫХ СПЕКТРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Расчет спектра энергий атома щелочного металла, представляющего собой систему многих электронов в кулоновском поле ядра, является сложной задачей. Поэтому прибегают к следующему методу. Предполагают, что ядро и электроны внутренних оболочек образуют атомный остаток, а внешний (валентный), слабо связанный с ядром электрон, находится в поле атомного остатка. Тогда атом щелочного металла можно рассматривать как некоторую "водородоподобную" систему. Такое рассмотрение, учитывающее взаимодействие внешнего электрона с атомным остатком как небольшое возмущение кулоновского поля, приводит к выражению для энергии, аналогичному выражению для энергии атома водорода. Возмущение же учитывается введением поправки Ридберга, зависящей от орбитального квантового числа.

Спин – орбитальное взаимодействие, за счет которого изменяется энергия состояния, приводит фактически к зависимости поправки от квантового числа полного момента j , принимающего для щелочных металлов два значения.

Окончательно с учетом всех поправок энергию атома щелочного металла для всех состояний кроме S - состояния можно рассчитывать по формуле

$$E_{n,j} = chR \left\{ \frac{1}{(n - \sigma_l)^2} \pm \frac{1}{2} \frac{\alpha^2 (Z - a_1)^4}{n^3 l(l+1)} \right\}.$$

Здесь R - постоянная Ридберга, n , l - главное и орбитальное квантовые числа, Z - зарядовое число, σ_l – поправка Ридберга, α – постоянная тонкой структуры, a_1 – поправка внутреннего экранирования, зависящая от распределения электронной плотности вблизи ядра.

Приведенное соотношение позволило, сравнивая длины волн излучений, обусловленных переходами $5S \rightarrow 3P$ и $3P \rightarrow 3S$ для натрия [1-3], рассчитать поправку Ридберга для $5S$ состояния. Ее значение 1,352. Аналогично, с учетом значения поправки внутреннего экранирования для $3S$ состояния [2], найдены энергии и поправки экранирования состояний $4D$ и $5D$ атома натрия.

Полученные результаты приведены в таблице:

Терм	Энергия, эВ	Поправка экранирования, a_1
$4D_{3/2}$	-0,8563	7,546
$4D_{5/2}$	-0,8561	7,959
$5D_{3/2}$	-0,5474	2,540
$5D_{5/2}$	-0,5473	2,656

Библиографический список

1. **Фриш С.Э.** Оптические спектры атомов/ С.Э.Фриш-М.:Физмалит.1963.
2. **Ельяшевич М.А.** Атомная и молекулярная спектроскопия. М; Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1962.
3. **Раутиан С.Г., Яценко А.С.,** Диаграммы Гротриана УФН, т.169, №2, с.217, 1999.

УДК 621.371

ШУЛАЕВ С.Э., БИРЮКОВ В.В.

МОДЕЛЬ ШЕРОХОВОЙ ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В ВИДЕ СЛОЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДИПОЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Неидеальность экранирующей поверхности является основным фактором, определяющим погонные потери направляющей электродинамической структуры. Неидеальность проявляется в конечности удельной проводимости материала и шероховатости экранирующей поверхности, определяемой качеством ее обработки.

Шероховатостью поверхности можно пренебречь, если размеры неровностей много меньше глубины проникновения электромагнитного поля в стенки экрана. Это условие обычно выполняется на частотах ниже и порядка сотен мегагерц. Однако по мере повышения частоты требования к качеству обработки экранирующих поверхностей возрастают и становятся соизмеримыми с технологическими возможностями. В связи с этим в терагерцовом диапазоне частот (ТГц) шероховатость экранирующих поверхностей становится основным фактором, определяющим погонные потери направляющей структуры.

В представленной работе рассматривается модель проводящей отражающей поверхности в виде слоя электрических диполей, возбуждаемых полем падающей электромагнитной волны. Используются известные выражения для поля излучения элементарного электрического вибратора [1]. Поле отраженной волны представляется как результат суперпозиции полей, излучаемых всеми возбужденными падающим полем зарядами поверхности. Суммарное поле излучения слоя электрических диполей зависит от их распределения по отражающей поверхности и глубины проникновения поля падающей волны вглубь среды.

При решении учитывается, что каждый излучающий диполь возбуждается как полем падающей волны, так и суммарным полем всех остальных диполей. Таким образом, решается самосогласованная задача. Сначала рассматривается равномерное распределение диполей по отражающей поверхности. Найденное поле сравнивается с полем волны, отраженной от гладкой проводящей поверхности. Полученная в результате зависимость поверхностной плотности электрического момента от длины волны и удельной проводимости материала используется в дальнейшем при расчете излучения шероховатой поверхности.

Размеры и профиль шероховатости поверхности определяются способом ее обработки [2]. Влияние шероховатости на коэффициент отражения в рамках данной модели связано с неравномерным и различным распределением излучающих диполей по слоям отражающей

среды. Проведены результаты расчетов для шероховатостей различных профилей. Представлены зависимости коэффициента отражения от размеров и формы шероховатостей.

Библиографический список

1. Неганов, В.А. Электродинамика и распространение радиоволн/ В.А. Неганов, О.В. Осипов, С.Б. Раевский, Г.П. Яровой. – М.: «Радио и связь», 2005.
2. Уайтхауз, Дэвид. Метрология поверхностей. Принципы, промышленные методы и приборы. Дэвид Уайтхауз – М.: «ИД Интеллект», 2009.

УДК 621.396

ШУСТОВ Д.М., БУКАШОВА Е.С., ГРАЧЕВ В.А.,
МАЛЫШЕВ К.А., КАПУСТИН С.А.

ФОРМИРОВАНИЕ РАДИОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ОПТИЧЕСКОГО ГЕТЕРОДИНИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оптическое гетеродинамирование является способом извлечения информации, закодированной в виде модуляции по фазе, частоте или амплитуде сигнала. Световой сигнал смешивается с опорным излучением от гетеродина на светочувствительной площадке фотодетектора [1]. На выходе фотодетектора формируется сигнал биений с частотой, соответствующей разности длин оптических волн гетеродина и информационного светового сигнала. Эта частота биений, выделяемая детектором, должна находиться в радиоволновом диапазоне, а значит полученный сигнал может быть обработан электронными средствами.

Метод оптического гетеродинамирования обладает высокой чувствительностью, которая определяется так называемым эффектом усиления принимаемого оптического сигнала. Эффект усиления заключается в том, что амплитуда полезного сигнала на выходе гетеродинного фотодетектора пропорциональна произведению амплитуд гетеродина и информационного сигнала. Таким образом, сколь бы малой ни была амплитуда исследуемого сигнала, увеличивая амплитуду излучения опорного источника, можно сделать амплитуду выходного полезного сигнала достаточно большой для дальнейшей обработки.

Помимо усиления малой амплитуды информационного сигнала при гетеродинамировании, есть и другие преимущества данного метода. Сам по себе сигнал на выходе фотодиода является постоянным током и, таким образом, информация о фазе, связанная с его оптической частотой, не сохраняется, а гетеродинное детектирование позволяет обнаружить эту фазу. Если оптическая фаза информационного сигнала сдвигается на угол φ , то фаза разностной частоты сдвигается на тот же угол φ .

Для генерации радиочастотного колебания с низким уровнем фазовых шумов фазы двух оптических волн, используемых для гетеродинамирования, должны быть когерентны. Когерентность двух лазерных диодов можно получить с помощью синхронизации с захватом частоты от внешнего лазерного источника, модулированного образцовым радиочастотным сигналом. Так как две длины волны синхронизируемых лазеров коррелируют по фазе, на выходе фотодетектора будет генерироваться сигнал биений с низким уровнем фазового шума. Более того, в зависимости от требований к генератору частота сигнала биений может быть выбрана кратной частоте радиочастотного образцового сигнала [2].

Исходя из этих условий была собрана экспериментальная установка, состоящая из двух лазерных диодов, имеющих длину волны 1550,27 нм и 1550,28 нм для получения на выходе разностной частоты равной 10 ГГц. Выходные сигналы от двух лазеров объединяются в ответвителе и смешиваются на р-і-п-фотодиоде. Для контроля и стабилизации частоты одного лазера менялось напряжение, подаваемое на излучатель. В докладе представлены спектры радиочастотных сигналов, полученные путем оптического гетеродинамирования. Продемон-

стрирована возможность усиления информационного сигнала путем увеличения мощности гетеродина.

Библиографический список

1. **Протопопов В.В.**, Устинов Н.Д. Лазерное гетеродинирование // М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – с. 5 – 20.
2. **М.Ю. Застела.** Радиотехнические системы : учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / М. Ю. Застела [и др.] ; под общ. ред. М. Ю. Застела. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — с. 454 - 455.

СЕКЦИЯ 8

МЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Подсекция 8.1

Медицинская инженерия

УДК 340

ГОРБАТОВ Р.О.¹, РОМАНОВ И.Д.², МАКАРОВ В.С.²

РАЗРАБОТКА МАКЕТОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПОДРЫВОМ БРОНЕТЕХНИКИ

¹ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава РФ

²Нижегородский государственный технический университет

В последнее время военные действия в конфликтах низкой интенсивности все чаще носят партизанский характер, характеризующийся широким применением мин и самодельных взрывных устройств. Особенностью минно-взрывных повреждений является то, что, не имея прямых аналогов среди традиционных механических повреждений, они представляют собой сложный, специфический вид политравмы, характеризующийся одновременным воздействием на пострадавшего совокупности механических и в ряде случаев термических и химических поражающих факторов[1]. Поэтому в ряде случаев широкое распространение получили защищенные от мин автомобили (Mine Resistant Ambush Protected).

Применительно к подрывам техники имеют место две тенденции: санитарные потери при взрывах значительно превышают безвозвратные и среди минно-взрывных повреждений преобладают тяжелые и крайне тяжелые политравмы и комбинированные поражения, для которых характерны длительные сроки лечения, которые нередко заканчиваются инвалидностью.

Для расчетного определения тяжести повреждений экипажа при подрыве техники оценки наибольшее распространение получил программный комплекс LS DYNA. Однако расчетные модели в ряде случаев не корректно оценивают возможные последствия для организма человека. Кроме того известно, что вероятность повреждения сильно зависит от выбора обуви, как для спортсменов, так и в случае подрыва на мин. В частности, в [2-3] приведен сравнение результатов испытаний моделей голени различных систем (НП (N) THOR-Lx (N) MiL-Lx (N)) в обуви.

Модель Frangible Surrogate Leg (FSL), показанная в рисунке 2, начала разрабатываться Australia's Defence Science and Technology Organisation (DSTO) в начале 90х как часть его программы «Human Surrogate Program».



Рис. 1. SA surrogate НШ THOR-Lx legs



Рис. 2. Макет костной системы применяемого при анализе повреждения

Методики определения тяжести повреждений экипажа при подрыве техники значительно отличаются. Для ее оценки наибольшее распространение получил программный комплекс LS DYNA. Однако расчетные модели в ряде случаев не корректно оценивают возможные последствия для организма человека, в частности повреждение нижних конечностей.

Библиографический список

1. Чернышов Е.А., Абросимов А.А., Романов И.Д., Романов А.Д., Романова Е.А. Современная боевая травма и развитие средств индивидуальной бронезащиты // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 9-1. С. 42-46.
2. ThanyaniPandelani An investigation of the forces within the tibiae at typical blast loading rates – with different boots // Thesis presented for the Degree of MASTER OF SCIENCE in the Department of Mechanical Engineering in the special field of Impact Biomechanics University of Cape Town June 2014
Bergeron, D. M. et al., 2001. Assessment of foot protection against anti-personnel landmine blast using a frangible surrogate leg. NewOrleans, CanadianCentreforMineActionTechnologies

УДК 66.023

ЗАТРАВКИНА Е.И.

ОЗОНОТЕРАПИЯ И НЕОБХОДИМОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ДОЗИРОВАНИЯ ОЗОНАТОРОВ

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

В настоящее время возобновляется интерес к методам лечения, использование которых позволит существенным образом сократить или полностью заменить потребность в применении лекарственных средств. Один из подобных методов базируется на лечебном применении озона. При этом озон способен благоприятно воздействовать на патологические процессы с разных сторон. Применение озона способствует регуляции нарушенного гомеостаза, улучшает функциональное состояние органов и систем организма, активизирует защитные силы [1].

Использование озона является качественно новой возможностью решения актуальных и сложных проблем в медицине. Озонотерапия получила значительное распространение как в нашей стране, так и за рубежом. Согласно мировой статистике, ежегодно тысячи пациентов в таких странах как Италия, Германия, Швейцария, США, Бразилия, Канада, Испания, Куба, в странах Азии – проходят лечение различных заболеваний методами озонотерапии [2].

Озонотерапия – это немедикаментозная технология применения смеси кислорода и озона в лечебных целях, при которой смесь газов попадает в организм без участия легких.

Озон вступает в реакцию со многими неорганическими и органическими веществами, окисляет их до образования высших оксидов металлов, оксидов углерода и воды. Что касается биологических объектов, например белков, аминокислот, ненасыщенных жирных кислот, которые входят в состав липопротеидов плазмы, липидного шара клеточных мембран, то здесь установлен селективный характер влияния озона на эти соединения, что и составляет основу патогенного эффекта озонотерапии при различных патологических состояниях [3].

Озон в природной среде образуется из кислорода под действием электрических разрядов и ультрафиолетового света, например, во время грозы. В медицинской технике озон генерируется с помощью озонаторов из чистого кислорода. Терапевтический эффект озона, являющегося ядовитым газом (по ГОСТ 12.1.007-76 озон относится к веществам I класса опасности: чрезвычайно опасные), достигается лишь в строго определенных микродозах, превышение которых может нанести вред здоровью человека. Грань между вредными и полезными свойствами озона очень тонка, поэтому одним из основных требований, предъявляемых к озонаторам, является высокая точность дозирования.

В докладе изложены принципы работы и возможные пути увеличения точности дозирования приборов озонотерапии. Описываются способы, позволяющие вводить озон в терапевтических дозах в ткани человека, что имеет особую важность в развитии технологии лечения, как безопасного и эффективного метода воздействия на патологические очаги.

Библиографический список

1. Основные принципы и тактика озонотерапии: Пособие для врачей / А.А. Миненков, Р.М. Филимонов, В.И. Покровский, А.В. Змызгова и др. – М.: ПАИМС, 2001. – 37 с.
2. Озонотерапия. Креативный подход в лечении соматических заболеваний /М.А. Чичкова, И.А. Брынцева, Н.В. Коваленко и др. //Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 10-1. – С. 102-103.
3. Озон и озонирование: Монография /И.С. Чекман, А.О.Сыровая, В.А Макаров и др. – Харьков: Цифрова друкарня №1, 2013. – 144 с.

УДК 617-7

КНЯЗЕВ А. Ю., МЕЛУЗОВ А. Г., НОВОЖИЛОВА О. О.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ КОНТУРА ИВЛ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При проведении ИВЛ существует проблема повреждения и разгерметизации контура аппарата ИВЛ – человек. Это приводит к утечки дыхательной или наркозной смеси, что недопустимо. В настоящее время существуют устройства сигнализации, состоящие из датчиков давления и потока, которые находятся внутри аппарата ИВЛ (рис. 1). Из-за особенности расположения датчиков может быть упущен факт повреждения воздухопровода от аппарата ИВЛ до человека. Особенно опасна утечка наркозной смеси, если вовремя не будет обнаружен и устранен пробой воздухопровода, то весь персонал будет вдыхать наркозную смесь, а пациенту будет недостаточно наркоза.

Для решения этой проблемы необходимо оптимизировать систему сигнализации аварийных режимов аппарата ИВЛ путем переноса, либо добавления дополнительных датчиков непосредственно у тройника дыхательной маски или эндотрахеальной трубки.

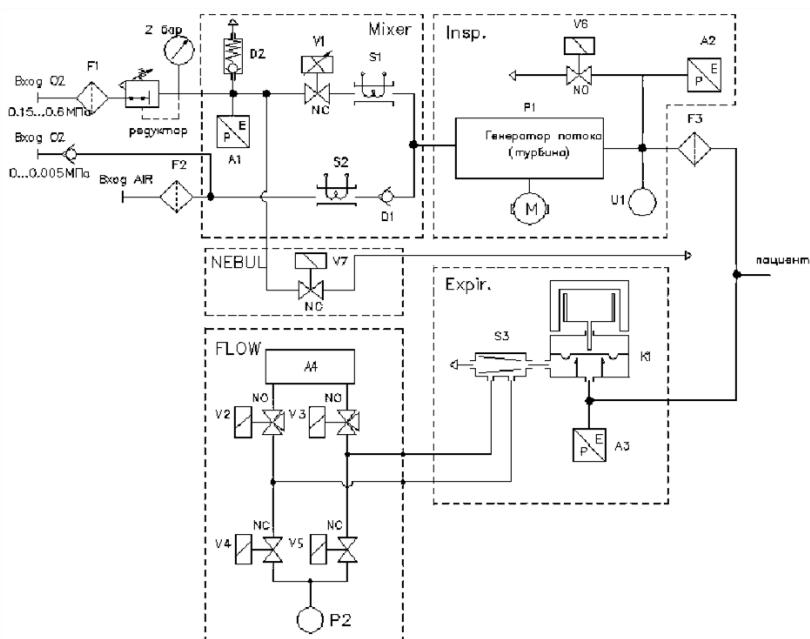


Рис. 1 – Пневматическая схема аппарата ИВЛ,

где Мiхег – смеситель газов: А1 – датчик давления, D1 – обратный клапан, D2 – предохранительный клапан, S1, S2 – датчики потока, V1 – пропорциональный клапан подачи кислорода, Insp. – магистраль вдоха: А2 – датчик давления, P1 – генератор потока (воздуходувка), V6 – клапан аварийный, U1 – датчик кислорода, Expir. – магистраль выдоха: А3 – датчик давления, K1 – клапан выдоха, S3 – датчик потока, NEBUL – линия небулайзера: V7 – клапан, FLOW – блок калибровки «нуля» датчиков давления и потока: А4 – датчик давления, V2...V5 – клапан, P2 – компрессор, F1 – фильтр-регулятор, F2 – фильтр сменный, F3 – бактерицидный фильтр

Библиографический список

1. Бурлаков Р.И., Гальперин Ю.Ш., Юревич В.М. Искусственная вентиляция легких (Принципы, методы, аппаратура). – М.: Медицина, 1986.
2. Царенко С.В. Практический курс ИВЛ. – М.: Издательство «Медиздат», 2006

УДК 340

РОМАНОВ И.Д.¹, ГОРБАТОВ Р.О.²,
КУЛИНЧЕНКО Н.А.¹, ЧЕРНЫШОВ Е.А.¹

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ИСПЫТАНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ШЛЕМОВ

¹ Нижегородский государственный технический университет

² ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава РФ

В зависимости от интенсивности боевых действий распределения средств поражения на поле боя меняется, в том числе в разные периоды одного конфликта [1]. При этом в достаточно длительных военных конфликтах с массовым применением артиллерии и авиации осколочные ранения преобладают. При этом среди раненых основные потери составляют ранения в конечности, а пулевые ранения в голову вносят основной «вклад» в строку «убитые», причем с учетом действия снайперов вероятность таких ранений увеличивается.

В настоящее время баллистические шлемы могут остановить осколки и пули пистолета, но повреждения и черепа, и мозга происходят. С точки зрения механики, голова человека представляет собой деформируемую упругую оболочку, заполненную вязкоупругой

средой. Причем имеются зоны пониженной прочности, при травмировании которых увеличивается риск повреждения головного мозга. На рис. 1 и 2 видны два варианта характера разрушения костей черепа [2].

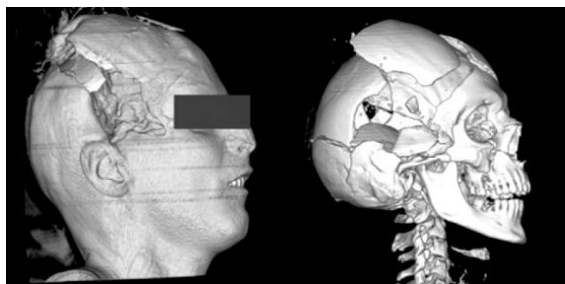


Рис. 1. Пример множественного разрушения костей черепа

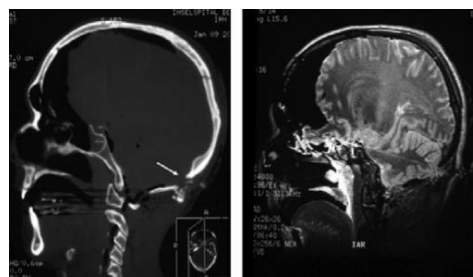


Рис. 2. Пример локального разрушения костей черепа и повреждений головного мозга

Методика оценки запреградной травмы по уровню давления в центре имитатора головы разработана достаточно давно. На сегодня она является одним из способов оценки качества армейских шлемов по запреградной травме.

В статье [3] показано, что уровни напряжений и деформаций для головы в ряде случаев могут быть выше, если пуля попадет под углом. Вращательная кинематика не входит в существующие стандарты. В работе показано моделирование непроникающих травматических повреждений головного мозга, вызванных в основном силами инерции. В этих воздействиях есть комбинации поступательного и вращательного движений, которые делают травмы трудно предсказуемыми.

Аддитивные технологии 3D-печати анатомических структур человека с использованием данных компьютерно-томографического обследования позволяют создавать прецизионные макеты с учетом внешнего и внутреннего строения биологического объекта. Создание испытательного стенда на основе аддитивных технологий с учетом строения костей черепа позволит повысить достоверность проведения испытаний баллистической защиты.

Библиографический список

1. **Чернышов Е.А.**, Абросимов А.А., Романов И.Д., Романов А.Д., Романова Е.А. Современная боевая травма и развитие средств индивидуальной бронезащиты // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. № 9-1. С. 42-46.
2. **Kneubuehl, B. P.** Wound Ballistics: Basics and Applications Translation of the revised third German edition (2008) / B. P. Kneubuehl. – 2008. – 520 p.
3. **Kleiven, S.** Evaluation of head response to ballistic helmet impacts using the finite element method Magnus Aare / S. Kleiven // *International Journal of Impact Engineering*. – 2007. – V. 34. – P. 596-608.

УДК 621

САЛАХЕТДИНОВА А.Х., НОВОЖИЛОВА О.О., МЕЛУЗОВ А. Г.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЙТРОННОГО ФОНА, СОПРОВОЖДАЮЩЕГО ПРОЦЕДУРУ ПРОТОННОЙ ТЕРАПИИ, НА НЕЙТРОННОМ КОНВЕРТЕРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ядерная медицина широко использует радиоактивное излучение в целях диагностирования и лечения. Сегодня уже большинство признает, что применение радиации в данной сфере – это очень действенный способ предупреждения, диагностирования и борьбы со многими тяжелыми болезнями.

Одним из передовых видов лучевой терапии является протонная терапия, преимущество которой состоит в том, что протоны выделяют основную часть своей энергии точно в месте локализации раковой опухоли. Благодаря сравнительно большой массе указанные частицы испытывают лишь небольшое поперечное рассеяние в ткани, а разброс длины их пробега очень мал; пучок можно сфокусировать на опухоль, не внося неприемлемых повреждений в окружающие здоровые ткани. Проблемой является сопутствующее облучение здоровых тканей, в особенности окружающих опухоль [1]. Моделирование дозы в протонных пучках, требует создания нейтронного потока, поскольку нейтронный фон является основной модой радиационного поражения здоровых тканей, находящихся глубже злокачественного новообразования. Энергетический спектр нейтронного фона относится к тепловому.

Особенностью биологического воздействия нейтронов является их способность повреждать большое число биомолекул. В результате их действия на химические элементы (например, углерод, кислород, азот), которыми богаты ткани организма, возникает мощный поток тяжелых заряженных частиц (протонов отдачи и др.), что и вызывает последующее массовое повреждение биомолекул.

При проведении и планировании протонной терапии, желательно учитывать дозу, получаемую и от нейтронного фона. Для изучения этого вопроса в НГТУ создан лабораторный комплекс «Нейтронный конвертор». Данная установка позволяет моделировать нейтронный фон, сходный с нейтронным фоном, возникающим при протонной терапии.

Комплекс представляет собой сборную конструкцию, состоящую из конверторного устройства, биологической защиты, корпусных устройств и исполнительных механизмов и предназначен для преобразования потока быстрых нейтронов, излучаемых изотопными источниками, в поток тепловых нейтронов с заданными параметрами.

-
1. **SL, Parney IF**, Garces YI, Foote RL. The Risk of Radiation-Induced Tumors or Malignant Transformation after Single-Fraction Intracranial Radiosurgery: Results based on a 25-Year Experience. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2017 Apr 1;97(5):919-923.

УДК 576.385

СИЛАНТЬЕВА А.Ю., ПЛЕСКОВА С.Н.

ОЦЕНКА СПОНТАННОГО ГЕМОЛИЗА ЭРИТРОЦИТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НАНОЧАСТИЦ

Нижегородский государственный технически университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время токсичность наноматериалов (НМ) изучена недостаточно, но фактически они уже нашли свое применение в пищевой промышленности, косметологии и медицине. Полученные результаты дают возможность оценить воздействие, оказываемое квантовыми точками (КТ) и магнитными наночастицами (МНЧ) на организм человека.

В исследовании использовалась кровь 12 доноров в возрасте от 20 до 40 лет, на которой проводилась оценка спонтанного гемолиза эритроцитов под воздействием НМ по методу Ягера.

В результате спонтанного лизиса мембран эритроцитов, вызванного перекисным окислением липидов кислородом воздуха, происходит поступление в среду внеэритроцитарного гемоглобина, который определялся спектрофотометрическим методом («СПЕКС ССП-705», Россия, $\lambda=540$ нм) до и после инкубации с НМ. Инкубация с МНЧ (60 мин, 0.0018 мг/мл) обнаруживает лишь тенденцию к увеличению гемолиза ($p>0.05$). Изменения в составе липидного бислоя мембран эритроцитов, обработанных НЧ, начинаются задолго до морфологических изменений клеток. Однако КТ CdSe/ZnS-MPA и CdSe/CdZnS/ZnS-PTVP не стимулируют спонтанного гемолиза эритроцитов, тогда как для

CdSe/CdZnS/ZnS-APS, как и для частиц магнетита, характерна тенденция к росту спонтанного гемолиза.

После инкубации МНЧ с сывороткой крови на их поверхности образуется «белковая корона», которая обладает способностью влиять на токсичность наночастиц. По результатам эксперимента гемолиз эритроцитов остается практически на уровне контроля, что говорит о способности «белковой короны» нейтрализовать токсическое действие наночастиц.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ (№ проекта 16_14-10179).

Промышленная биотехнология и биоинженерия

УДК: 617.7-089.28

БАХТИНА В.А., КОМОВА Е.П.

ОЦЕНКА ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Возрастные изменения хрусталика глаза влияют на остроту зрения человека и вызывают различные заболевания, такие как факосклероз, пресбиопия и катаракта. При снижении остроты зрения обычно производят замену хрусталика глаза на интраокулярную линзу. Поэтому для повышения эффективности лечения данных заболеваний, для предотвращения развития вторичных катаракт важно изучить динамику и причины изменений свойств интраокулярных линз, имплантированных в глаз человека, со временем.

Целью данной работы является изучение динамики и причин изменений материала, использованного для изготовления интраокулярных линз, а именно полиуретана, со временем методом его ускоренного старения при повышенной температуре и оценка результата данного исследования методом спектрофотометрии.

В связи с этим, задачами данного исследования являются:

1) Изучить варианты структурных изменений интраокулярных линз, имплантированных в глаз человека, со временем, а именно различные течения процесса деградации полиуретана, приводящих к изменению ее цвета, механических и химических свойств, нарушению ее прозрачности, т. е. возникновению вторичной катаракты.

2) Осуществить исследование интраокулярных линз, взятых из разных партий, на предмет изменения их цвета и прозрачности. Оценить эти показатели методом спектрофотометрии, и произвести пересчет для реальной температуры тела человека, чтобы определить через какой период времени данные изменения произойдут в реальных условиях организма.

Процесс деградации полиуретана может происходить путем гидролиза, окисления кислородом воздуха, инициированного температурой и светом, а также под влиянием микробных ферментов [1]. Другими вариантами помутнений интраокулярной линзы являются появление блесков и адсорбция иммунных белков.

Исследование динамики изменения цвета интраокулярных линз проводили путем их ускоренного старения в лабораторных условиях при повышенных температурах (70°C, 80°C и 95°C) и моделировании внутренней среды глаза с помощью изотонического физиологического раствора.

Оценивали результат исследования по коэффициентам пропускания интраокулярных линз, которые определяли с помощью спектрофотометра. Произвели пересчет для проекции данных изменений на реальную температуру тела человека и реальное время.

Выводы:

1) Развитие структурных изменений интраокулярных линз, имплантированных в глаз человека, может происходить по разным механизмам, на возникновение которых влияет процесс их производства, состояние организма человека, а также окружающая его среда.

2) При полном соблюдении технологического процесса изготовления линз, при его правильной организации, в течение 5 лет после имплантации гидрофобных интраокулярных линз на основе полиуретана в глаз человека наблюдается небольшое пожелтение материала.

3) Коэффициент пропускания линз в течение 5 лет после их имплантации в глаз уменьшается, по сравнению с исходным, но все равно значительно превышает среднее значение коэффициента пропускания хрусталика глаза человека пожилого возраста, старше 60 лет [2].

Библиографический список

1. **Szycher M.** Szycher's handbook of polyurethanes/ M. Szycher // CRC Press.- 1999.- 602 p.
2. **Artigas J. M.** Spectral Transmission of the Human Crystalline Lens in Adult and Elderly Persons: Color and Total Transmission of Visible Light/ J. M. Artigas, A. Felipe // IOVS. - 2012. - Vol. 53, P. 4076-4084.

УДК 576

БОБЫК С.З., ПЛЕСКОВА С.Н.

СТРУКТУРНО-МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПЕРЕСТРОЙКИ ЛИМФОЦИТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК С БЕЛКОВОЙ КОРОНОЙ И БЕЗ НЕЕ

«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наиболее перспективной и быстро развивающейся областью применения квантовых точек (КТ) является их использование в качестве флуоресцентных меток при изучении опухолевых клеток *in vitro*. Высокая устойчивость КТ к фотовыцветанию и высокая яркость позволяют использовать их для визуализации процессов, происходящих в клетках [1].

В настоящее время в большинстве биологических исследований применяют КТ третьего поколения – CdSe/ZnS-частицы, окруженные полимерной или силиконовой оболочкой. Эти коллоидные системы гораздо более стабильны по сравнению с их аналогами, покрытыми небольшими лигандами [2].

КТ, как ксенобиотики, инициируют иммунную реакцию. Лимфоциты периферической крови являются одним из основных компонентов иммунной системы и участвуют практически во всех этапах реализации клеточного иммунного ответа.

Целью данной работы являлась оценка морфологических и структурных изменений в лимфоцитах при взаимодействии с КТ и сравнение их с изменениями вызванными воздействием КТ, покрытых белковой короной.

Материалом служили лимфоциты, выделенные из цельной крови здоровых доноров, стабилизированной ЭДТА. Применялись КТ трех видов: 1) CdSe/ZnS-MPA (MPA), т.е. КТ с кором CdSe, покрытые ZnS, функционализированные меркапто-пропионой кислотой, средним диаметром – 10 нм; 2) CdSe/CdZnS/ZnS-PTVP (PTVP), т.е. КТ с кором CdSe/CdZnS, покрытые ZnS, функционализированные поливинилпирролидоном гетеробифункциональным полимером с янтарным ангидридом и тиоловыми группами, средним диаметром – 18 нм; 3) CdSe/CdZnS/ZnS-APS (APS), т.е. КТ с кором CdSe/CdZnS, покрытые ZnS, функционализированные поливинилпирролидоном гетеробифункциональным полимером с янтарным ангидридом и тиоловыми группами и с остатками Si-(CH₂)₃-NH₂, средним диаметром – 25 нм. Изображения лимфоцитов получали на атомно-силовом микроскопе NT-MDT. Полученные изображения обрабатывали программой SPMLab, параметры клеток измеряли в программе Gwyddion. Статистическая обработка результатов проводилась в программе ORIGIN 8.0.

Было установлено, что КТ вызывают гибель клеток (некроз, апоптоз, ЕТоз) и оказывают влияние на такие параметры клеток как максимальная и средняя высота, площадь проекции, площадь поверхности и объем лимфоцитов.

Таким образом воздействие КТ с белковой короной и без нее приводит к значительным структурно-морфологическим изменениям лимфоцитов. Применение КТ *in vivo* на данном этапе не возможно и требует дальнейшего и более комплексного исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда, № проекта 16-14-10179.

Библиографический список

1. **Здобнова, Т.А.** Квантовые точки для молекулярной диагностики опухолей / Т.А. Здобнова, Е.Н. Лебедеенко, С.М. Деев // Acta Naturae. – 2011. – № 1(8). – С. 30-50
2. **Романова, К.А.** Теоретическое исследование особенностей свойств квантовых точек «ядро/оболочка/оболочка» CdSe/CdS/ZNS и CdSe/ZnSe/ZnS / К.А. Романова, Ю.Г. Галяметдинов, // Вестник технологического университета. – 2017. – № 18. – С. 9-11

УДК 663.35

ИОНОВА А.А., ЛИТОВА Т.В., ПЕРЕТРУТОВ А.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРБАРИСОВОГО СОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ВИНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЫКВЫ И ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексева

В настоящее время активно разрабатываются технологии переработки тыквы в спиртовой продукт (например, пиво [1], водку [2]). Одной из таких технологий является переработка тыквы в виноматериал. Тыквенный сок имеет $pH \approx 6.5$, а для спиртового брожения необходимо $pH = 4.5 \div 5.5$, поэтому целесообразно подкислять среду. Для этой цели традиционно в бродильных производствах используют хлорид аммония, но, так как в дальнейшем виноматериал планируется использовать для получения уксуса, то накопление хлорид-аниона в сусле и виноматериале нецелесообразно. Барбарисовый сок имеет кислую среду ($pH \approx 2.6$), что позволяет использовать его для подкисления среды, добавляя в небольшом количестве в сусло, и, поддерживая $pH = 4.5 \div 5.5$, сохранять направление спиртового брожения. При этом барбарисовый сок обладает множеством полезных свойств: общеукрепляющего, мочегонного, желчегонного действия [3].

Барбарисовый сок получали из отобранных ягод урожая 2018 года Волго-Вятского района с помощью соковыжималки «POLARIS». Выход барбарисового сока на данном виде отжимного агрегата составил 14,5-15% по массе. Жмых содержит значительное количество остаточного сока и питательных веществ. Физико-химические показатели сока и водного экстракта сведены в таблицу 1.

При получении виноматериалов следует использовать не только барбарисовый сок, но и экстракт, что повысит экономичность метода. Например, тыквенный и барбарисовый соки и экстракт смешивали для получения сусла с $pH = 4.5$, после этого добавляли глюкозу из расчета 20г и Белорусские винные дрожжи 0,025г на 150 мл сусла. Затем разводку в сосуде с гидрозатвором выдерживали 30 минут при $30^\circ C$ на водяной бане и помещали в воздушный термостат на 7 суток, где поддерживали температуру, равную $30^\circ C$. Анализ бродящего сусла осуществляли ежедневно, определяя число дрожжевых клеток в миллилитре суспензии с помощью камеры Горяева и микроскопа МИКМЕД-5С с увеличением 15×40 .

Таблица 1. Физико-химические свойства барбарисового сока и экстракта

Наименование показателя	Плотность При 20°С, г/см ³	Вязкость, мПа×с	рН	Выход, %	Влажность, %	Содержание сухих веществ, %	Содержание сахара, %	Содержание аскорбиновой кислоты, г/л	Содержание дубильных веществ, %
Барбарисовый сок	1,085	2,32	2,62	14,46	82,57	17,43	0,778	0,312	0,025
Барбарисовый экстракт	1,027	1,42	2,86	70,47	89,365	10,635	0,33	0,065	0,0449

В результате было установлено, что наиболее эффективно дрожжевые клетки размножаются в сусле, купажированном из тыквенного и барбарисового экстрактов, а расход тыквенных сахаров происходит полнее при составлении суслу из тыквенного сока при регулировании рН суслу как барбарисовым соком, так и экстрактом. Концентрация спирта при этом достигает 11% об., что превышает на 1,5-2% концентрацию спирта в виноматериале при производстве пищевого уксуса из яблочного или виноградного концентратов.

Библиографический список

1. Информационный портал pivo.by [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pivo.by/свободный> – Как сварить самый лучший тыквенный эль. – (21.09.2016).
2. ВОДКА пат. 2597968 Рос. Федерация МПК С12G3/06 / А.В. Соколов; заявитель и правообладатель А.В. Соколов– № 2015145226; заявл. 21.10.2015, опуб. 20.09.2016, Бюл. №26.
3. Информационный портал helpiks.org [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://helpiks.org/свободный> – Спиртовое брожение. – (15.12.2014).

УДК 637.344.8

КАРАБАНОВА Ю.И., СОКОЛОВА Т.Н.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛИЗАТА СУХОГО КОНЦЕНТРАТА СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Нижегородский государственный технический университет Р.Е. Алексеева

Сывороточные белки представляют собой группу различных глобулярных белков, отличающихся друг от друга по структуре и свойствам. Главными представителями сывороточных белков являются β-лактоглобулин и α-лактальбумин, доля которых составляет 70-80% от содержания сывороточных белков. В связи с тем, что сывороточные белки обладают высокой биологической ценностью, в последнее время значительно вырос интерес к использованию молочной сыворотки [1].

Полная переработка молочной сыворотки позволяет создать дополнительные сферы использования сывороточного белка, лактозы, уменьшить загрязнение сточных вод, сбрасываемых сыродельными предприятиями. Однако сдерживающим фактором применения сывороточных белков в пищевых технологиях является их аллергенность [2].

В результате встает проблема рациональной переработки молочной сыворотки в целях снижения аллергенности сывороточных белков. Для снижения остаточной антигенности и увеличения усвоения белковых компонентов одним из перспективных направлений является гидролиз. Гидролиз сывороточных белков может быть осуществлен при действии химических агентов (щелочь, кислота) или ферментных препаратов. Однако наибольший инте-

рес вызывает именно ферментативный гидролиз, позволяющий получить гидролизаты с заданными свойствами. Преимуществом ферментативного гидролиза сывороточных белков является высокая скорость при относительно мягких условиях: атмосферном давлении и температуре не выше 50°C, поэтому он практически не сопровождается повреждением аминокислот и снижением биологической ценности. Наиболее широким и перспективным источником протеиназ для ферментативного гидролиза являются микроорганизмы, относящиеся к родам *Bacillus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Streptomyces*, *Pseudomonas*, и ферменты животного происхождения, такие как панкреатин, проторизин, куриный пепсин и т.д. Ферментативный гидролиз сывороточных белков осуществляют специально подобранной композицией ферментов при оптимальных режимах [3].

В данной работе предлагается технологическая линия получения гидролизата сухого концентрата сывороточных белков с использованием энзиматической системы, включающей в себя 1,5-2,0 % ферментного препарата панкреатина с активностью 45 ед./г, 0,5-1,0% ферментного препарата Protamex и 2,0-2,5% ферментного препарата Flavourzyme 1000 L. Применение такой композиции ферментов позволяет получить белковый гидролизат с повышенной биологической ценностью, улучшенными органолептическими свойствами, сниженной потенциальной аллергенностью, что дает возможность его использования при производстве широкого ассортимента гипоаллергенных продуктов питания, а так же в медицинской и ветеринарной практиках.

Библиографический список

1. **Белов, А.С.** Тренды молочного рынка: вчера и сегодня // Переработка молока. – 2015. № 12. – С. 32–35.
2. Биоконверсия сывороточных белков для снижения их остаточной антигенности / Н.В. Пономарева, В.Д. Харитонов, Е.И. Мельникова [и др.] // Переработка молока. – 2014. № 2. – С. 28–29.
3. **Бабич, О.О.** Биологически активные ферментативные гидролизаты / О.О. Бабич, О.В.Козлова // Молочная промышленность. – 2011. – № 12. – С. 71.

УДК 634.1.054

КОСТРОВА Н.А., КОМОВА Е.П.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛОНАЛЬНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЕЖЕВИКИ

Нижегородский государственный технический университет Р.Е. Алексеева

Клеточная инженерия – одно из наиболее важных направлений в биотехнологии, в том числе и биотехнология растений. Она основана на использовании принципиально нового объекта – изолированной культуры клеток или тканей эукариотических организмов, а также на тотипотентности – уникальном свойстве растительных клеток [2]

В последние десятилетия метод клонального микроразмножения растений получил широкое распространение в России и за рубежом. В основе метода лежит уникальная способность растительной клетки реализовывать присущую ей тотипотентность, то есть давать начало целому растительному организму под влиянием экзогенных воздействий.

Целью работы является анализировать культивирование сортов ежевики с различной формой роста на 3-х питательных средах: Мурасиге-Скуга, Гамборга и Ли и де Фоссарда. По полученным результатам сделать вывод влияет ли состав питательной среды и срок введения в культуру на размножение ежевики.

Актуальность обоснована на выращивании оздоровленных безвирусных растений и их клональное размножение.

Культивирование сортов ежевики с различной формой роста показало, что наиболее подходящей средой для микрклонального размножения большинства испытанных сортов

является среда Ли и де Фоссарда, а среды Мурасиге-Скуга и Гамборга лучше применять для элонгации. Наибольший коэффициент размножения отмечен у пряморослого сорта Эри – 7,4, наименьший – у сорта Агавам – 3,8. На степень размножения ежевики оказывают влияние состав питательных сред и сроки введения в культуру, а также сортовые особенности.

Библиографический список

1. **Егорова, Т.А.** Основы биотехнологии: Учебное пособие для высш. пед. Учеб. Заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.:Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.
2. **Бутенко Р.Г.** Культура клеток растений и биотехнология. – М.: «Наука», 1986.
3. **Катаева Н.В.,** Бутенко Р. Г. Клональное микроразмножение растений. – М.: «Наука», 1983. – 96 с.
4. Биотехнология: генная инженерия, промышленная биотехнология, клеточная инженерия [Электронный ресурс]/. – Электрон. текстовые данные – Режим доступа: <http://www.biotechnolog.ru>, свободный. (Дата обращения: 03.04.2019 г.).

УДК 663.35

ЛИТОВА Т.В., ИОНОВА А.А., ПЕРЕТРУТОВ А.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРБАРИСОВОГО СОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ВИНОМАТЕРИАЛА ИЗ ЯБЛОЧНО-ТЫКВЕННОГО СОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В основе получения винного уксуса лежит брожение – процесс превращения сахаров сусла в спирт под действием винных дрожжей и вырабатываемых ими ферментов. Виноматериалы в производстве уксуса традиционно получают из виноградного или яблочного соков. С целью расширения ассортимента используемого сырья были разработаны методы получения виноматериала из тыквенно-яблочного и барбарисового сока с массовой долей этилового спирта не менее 8% как полупродукта при производстве уксуса.

Недостатком уксусов из тыквы является наличие специфического запаха. Кроме того, кислотность тыквенного сока (рН=6,06) не обеспечивает оптимальных условий для размножения винных дрожжей и брожения, поэтому для получения однородного сусла, с определенной кислотностью, было предложено купажировать его с яблочным соком, гармонирующим по вкусу и аромату и содержащим больше кислоты (рН=3,92). Однако во время сбраживания яблочного сока ароматические вещества яблок могут подвергаться окислению кислородом воздуха при каталитическом действии окислительных ферментов яблок, из-за чего образуется больше побочных продуктов брожения.

С целью совершенствования технологии получения виноматериала из тыквенно-яблочного купажа были проведены исследования по его приготовлению с использованием барбарисового сока. Барбарис является источником витаминов, минеральных и биологически активных веществ, необходимых для функционального питания человека. В барбарисе содержатся углеводы (от 3 до 7 %), кислоты (до 14,25 %, из них яблочной 6-7%), витамины (витамин С от 11,6 до 53,5 мг/100 г), алкалоиды (1,3-2 % берберина $C_{20}H_{17}NO_4$), пектиновые вещества (0,4-1,15%), минеральные вещества и пищевые волокна [1]. Барбарисовый сок отличается противоопухолевой активностью, кровоостанавливающими, желчегонными, бактерицидными, сосудосуживающими, спазмолитическими, тонизирующими свойствами. После определения основных характеристик барбарисового сока и экстракта был сделан вывод о возможности использования их с целью увеличения кислотности до рН=4,5 при приготовлении тыквенно-яблочного сусла. Причем выгоднее использовать именно барбарисовый экстракт, поскольку по физико-химическим показателям он не уступает соку, а выход у экстракта больше.

Сусло готовили следующим образом: яблочный концентрат, разбавленный водой 1:5, смешивали с тыквенным соком в соотношении 1:1, 2:1 и 3:1; до необходимой кислотности

pH=4,5 доводили барбарисовым экстрактом и добавляли глюкозу из расчета 20 г на 150 мл сула. Сухие винные дрожжи вносили в количестве 0,025 г на каждую бутылку.

По итогам количественного учета дрожжей было установлено, что максимальное количество дрожжевых клеток достигается на 4 сутки при брожении нормализованного тыквенно-яблочного сула 3:1 и составляет около 75,0 млн. шт. в 1 мл. На седьмые сутки количество клеток существенно снижается, уменьшается скорость брожения, но массовая доля спирта в виноматериале, наоборот, увеличивается. Поэтому целесообразно вести брожение 7 суток, добавляя после 4 дня брожения дополнительные питательные вещества – кукурузный экстракт, фосфат аммония, карбонат калия и др.

-
1. **Кох, Ж.А.** BerberisSibiricaPall. как перспективное сырье для производства ликеров / Ж.А. Кох, Д.А. Кох // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 1. – С. 120-124.

УДК 637.146

НОСОВА А.И., ПЛОХОВ С.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ «ЛЮЦЕВИТА» В ПРОИЗВОДСТВЕ РЯЖЕНКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ряженка – это кисломолочный продукт натурального происхождения, в который не добавляются никакие искусственные ингредиенты.

В различных регионах нашей страны Институтом питания РАНМ неоднократно проводились массовые исследования о несбалансированности питания практически всех групп населения. Проблемы с ЖКТ и недостаток витаминов диагностируется у семи пациентов из десяти.

Современными исследованиями доказано, что люцерна снижает содержание жира в крови, способствует профилактике и лечению атеросклероза, повышает иммунитет и обладает антиоксидантным и антиканцерогенным действием. Вещество, экстрагируемое из люцерны - сапонин люцерны. Исследования подтверждают, что это единственное на сегодняшний день натуральное биологически активное вещество, способное препятствовать впитыванию желудком человека жиров и холестерина, содержащихся в пище [2].

В связи с этим нами предлагается использовать в качестве обогатителя в производстве ряженки биологически активную добавку (БАД) «Люцэвита». Это поливитаминный экстракт люцерны, сбалансированный по микроэлементному составу. «Люцэвита» прошел экспертизу в Институте питания Академии Медицинских наук, имеет регистрационное свидетельство, выданное Министерством здравоохранения России [1].

Экстракт люцерны принят к использованию в производстве продуктов массового потребления с профилактическими свойствами. Люцерна обладает очень широким спектром действия. Она снижает уровень холестерина в крови, поддерживает баланс кишечной флоры, улучшает обмен веществ, способствует повышению иммунитета, нормализует работу пищеварительной системы и щитовидной железы, повышает уровень гемоглобина [2]. Кроме того, экстракт люцерны содержит аскорбиновую кислоту, тиамин, рибофлавин, пантотеновую кислоту, пиридоксин, фолицин, группу водорастворимых соединений, остатки парааминобензойной и глутаминовой кислот, токоферолы, филлохинон, кверцетин, каротин, рутин.

Вносимое нами предложение позволяет улучшить органолептические свойства ряженки, повысить ее биологическую и пищевую ценность, улучшить характер развития микрофлоры, а также сократить процесс сквашивания ряженки [1].

Благодаря уникальной технологии приготовления, количество витаминов в готовой ряженке возрастает. Ряженка имеет лучшие органолептические свойства, так как БАД «Люцевита» позволяет получить продукт с более интенсивным цветом и вязким сгустком. При этом ряженка с БАД «Люцевита» отличается улучшенным аминокислотным составом и развитой микрофлорой. Это позволяет отнести ее к продуктам функционального назначения.

Библиографический список

1. Пат. 2444199 Российская Федерация: МПК А23С 9/13. Способ производства ряженки / Потороко И.Ю., Ботвинникова В.В., Калинина И.В.; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «Южно-Уральский государственный университет». – № 2010145436/10; заяв. 08.11.2010; опубл. 10.03.2012 Бюл. № 7. – 7 с.
2. **Т.А. Назаренко.** Использование люцерны в технологии группы новых продуктов «целебный» для функционального питания // Вестник Инновационного Евразийского университета, № 1, 2013. – 111 – 113 с.

УДК 606

ПАВИНСКАЯ А.А., МЕЛЬНИКОВА Н.Б., СОКОЛОВА Т.Н.

РАЗРАБОТКА АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОГО ПРОТИВООЖОГОВОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА И ПРИРОДНЫХ ТРИТЕРПЕНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Приволжский исследовательский медицинский университет

Основной проблемой при лечении ожогов является способность антибиотиков вызывать множественную лекарственную резистентность патогенных микроорганизмов (MRSA), вследствие чего увеличивается летальность и инвалидация [1]. Использование наночастиц металлов, например, цинка Zn, благодаря мощному бактерицидному действию, генерированию активных форм кислорода и высокой проницаемости ионов, является перспективным направлением в снижении антибиотикорезистентности. Внедрению препаратов с наночастицами металлов препятствует их способность к агрегации с потерей эффективности и отсутствие структурированной стабильной лекарственной формы [2].

Настоящая работа посвящена разработке антибиотикорезистентного структурированного препарата с использованием наночастиц оксида цинка ZnO и производных бетулина.

Синтез наночастиц оксида цинка осуществлялся термолизом оксалата цинка в присутствии оксалата аммония в ступенчатом режиме: 100, 150, 200, 300, 450°C в течение 3-5 часов. Размер наночастиц, определенный УФ-спектральным методом при длине волны 360 нм, соответствовал 10-30 нм.

Образование структурированного тиксотропного геля доказывалось вискозиметрически по зависимости вязкости от концентрации тритерпена. Структурирование системы наблюдалось при концентрации тритерпена 10 (мас.%) и постоянной концентрации наночастиц оксида цинка в интервале 2-10 (мас.%).

Проницаемость ионов цинка через липофильную липидную мембрану моделировали с использованием Ленгмюровских монослоев тритерпенов над субфазой сульфата цинка ZnSO₄. Проникание и проницаемость ионов цинка из олеогеля оценивали с использованием ячейки Франца.

Антибактериальные свойства водных и масляных суспензий наночастиц оксида цинка были доказаны на культурах грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* с использованием «питательного агара для культивирования микроорганизмов (ГРМ-агар)».

Эффективность разработанного олеогеля на основе наночастиц оксида цинка и бетулина была подтверждена в *in vivo* экспериментах на крысах на модели ожогов III степени. Морфологическими исследованиями была показана более эффективная реэпителизация ожоговой раны при лечении разработанным гелем по сравнению с контролем. Хорошие ранозаживляющие свойства предлагаемого олеогеля, вероятно, обусловлены высокой антиоксидантной активностью ферментов – каталазы и глутатионредуктазы под действием компонентов – наночастиц оксида цинка и бетулина, что следует из *in vitro* экспериментов на крови крыс, а также обусловлены высокой проницаемостью ионов цинка.

Библиографический список

1. **Negut I.** Treatment Strategies for Infected Wounds / I. Negut, V. Grumezescu, A.M. Grumezescu // *Molecules*. 2018. 23, 2392. – 1-23 p.
2. **Martínez-Carmona M.** ZnO Nanostructures for Drug Delivery and Theranostic Applications / M. Martínez-Carmona, Y.Gun'ko, M.Vallet-Regí // *Nanomaterials*. 2018. 8, 268. – 1-27 p.

УДК 664.31

ПОЛОЗОВА А.Е. КАЛИНИНА А.А

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «БИЙОДА» ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ МАЙОНЕЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Йододефицитные заболевания являются одними из наиболее распространенных неинфекционных заболеваний человека. Более чем для 1,5 млрд жителей Земли, проживающих практически на всей территории России и континентальной Европы (за исключением стран Скандинавии, Австрии и Швейцарии), в центральных районах Африки и Южной Америки, существует повышенный риск недостаточного потребления йода, примерно у 700 млн человек имеется эндемический зоб, а у 40 млн - выраженная умственная отсталость в результате йодной недостаточности [1].

Йод является одним из незаменимых микроэлементов, необходимых для нормального роста и развития человека. Устранение йодного дефицита является основной задачей многих стран мира. Наиболее перспективным методом устранения является массовая йодная профилактика, которая заключается в употреблении специально обогащенных, т.е. функциональных продуктов питания. Функциональные продукты – продукты питания, содержащие ингредиенты, которые приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, способные улучшить многие физиологические процессы в организме человека. Одним из способов решения проблемы является использование в рационе питания йодированных белков молока. В настоящее время разработан новый перспективный метод с использованием йодированных пищевых белков «Биойод», ферментативного йодирования аминокислотных остатков тирозина и гистидина в сывороточных белках коровьего молока. Данная добавка используется для обогащения молока, хлеба, майонезов [2].

В данной работе рассматривается использование добавки «Биойод» при производстве майонез «Провансаль». При анализе физико-химических показателей, установлено, что наиболее приемлемым является введение 37,5г на 1 тонну майонеза. Данное нововведение не требует установки дополнительного оборудования. При введении добавки позволяют обеспечить 50 % суточную дозу йода, помимо высоких профилактических свойств, повышенной пищевой и биологической ценности, позволяет улучшить важные для майонезного производства реологические свойства - повысить стойкость эмульсии.

Библиографический список

1. **Нотова, С.В.** Современные подходы к профилактике заболеваний, связанных с алиментарным дефицитом йода [Текст] / С.В. Нотова, Е.С. Барышева, В.В. Утенина, С.Г. Губайдулина // Вестник ОГУ. - 2004. - № 4.
2. ГНУВНИИЖ Россельхозакадемии. Провести исследования по определению возможности использования пищевой добавки «Биойод» в производстве растительно-жировых спредов майонеза: Отчет о выполнении работ по теме. – Москва, 2011

УДК 634.233

СОЛДАТОВА Е.С., КУЗИНА О.В.

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ВИШНИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В условиях интенсификации садоводства и ухудшения экологической ситуации все большее значение приобретает разработка эффективных технологий производства, оздоровленного высококачественного посадочного материала и создания адаптивных форм и сортов растений с использованием метода микроклонального размножения. Одним из очень эффективных способов для массового размножения и поддержания коллекций растений является их микроклонирование в культуре *in vitro* [1].

Недостатками указанного способа является частое "заращение" питательной среды микроорганизмами-контаминантами при нарушении условий стерильности. Размножение микроорганизмов приводит к накоплению токсических веществ и вследствие этого гибели части растений и, следовательно, возрастанию затрат для получения необходимого их количества, и(или) для поддержания высокого уровня стерильности [2].

В данной работе рассмотрено производство безвирусного посадочного материала с помощью культуры меристемных тканей для ускоренного микроклонального размножения и оздоровления растений. Посадка микрочеренков в стерильных условиях производится на питательную среду, содержащую минеральные соли, сахарозу, агар-агар и регуляторы роста.

В работе предложено дополнительно вводить в состав питательной среды соединения, обладающие биоцидной активностью против наиболее часто встречающихся в практике микроразмножения растений видов микроорганизмов грибной и бактериальной природы: тетраметилтиурамдисульфид, фундазол, метиленовый синий, бриллиантовый зеленый, или их комбинации. В результате применения данных биоцидов, гибель растений снизится в 2 и более раз [3].

Так же, предложено выращивать посадочный материал в одноразовых двухблочных кассетах, выполненных с клапанами, с индивидуальным видом питательной среды, позволяющих регулировать состав газовой смеси (в том числе и с добавлением этилена), обеспечивать постоянный контроль состояния и ускорять процесс переноса полученного растительного материала в грунт, что приведет к повышению выхода посадочного материала культурных растений при использовании технологии ускоренного микроклонального размножения и оздоровления растений [4].

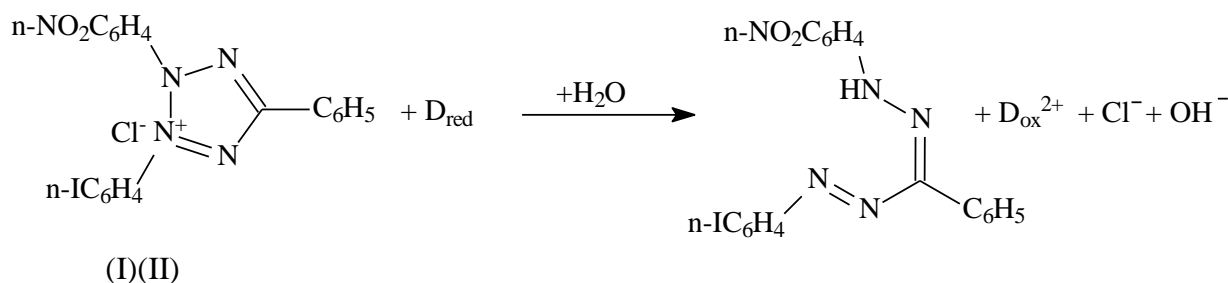
Библиографический список

- 1 **Медведев С.С.** Физиология растений: учебник. / С.С. Медведев – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.
- 2 **Высоцкий В.А.** Клональное микроразмножение плодовых растений и декоративных кустарников / В.А. Высоцкий // Микроразмножение и оздоровление растений в промышленном плодоводстве и цветоводстве. – Мичуринск: ВНИИС им. И. В. Мичурина, 1989. – 734 с.
- 3 Способ выращивания растений *in vitro* // Патент РФ № 2102870 / МПК7: C12N5 A01H4 /Фирсукова С.И., Шнейдер А.Ю., Бабоша А.В. / Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства
- 4 Способ производства безвирусного посадочного материала однолетних и многолетних культур // Патент РФ № 2452172 / МПК: A01G7 / Крупина Г.Д., Сафин Р.И.

КИНЕТИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЙОДНИТРОТЕТРАЗОЛИЯ ХЛОРИДА В ОЦЕНКЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ АЭРОБНЫХ БАКТЕРИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оценка жизнеспособности аэробных микроорганизмов имеет важное практическое значение для решения целого ряда экологических проблем, прежде всего, связанных с мониторингом степени загрязнения окружающей среды. Известно, что жизнедеятельность аэробных микроорганизмов определяется активностью ферментов и промежуточных переносчиков электронов, составляющих дыхательную, или электронно-транспортную цепь. В качестве тест-системы дыхательной активности широко используются соли тетразолия, например, йоднитротетразолий, в виду их способности к неселективному восстановлению с образованием окрашенных продуктов – формазанов:



здесь D – донор электронов биогенной природы соответственно в восстановленной (D_{red}) и окисленной (D_{ox}) формах. Как установлено к настоящему времени, восстановителями (D) ИНТ являются дегидрогеназные комплексы и вещества хиноновой природы, входящие в состав клеточной мембраны бактерий.

Нами установлено, что восстановление ИНТ бактериями может быть описано линейной анаморфозой кинетики первого порядка:

$$\ln \frac{[\text{ИМФ}]_{\infty} - [\text{ИМФ}]}{[\text{ИМФ}]_{\infty}} = -kt$$

На основе химических данных выявлено, что на скорость восстановления ИНТ клеточными компонентами бактерий оказывают влияние строение клеточной стенки, активность фермента сукцинатдегидрогеназы, добавление в реакционную систему глюкозы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01003/18.

НОВЫЕ Mn-СОД-МИМЕТИКИ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА

Приволжский исследовательский медицинский университет,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Супероксиддисмутаза (СОД) занимает особое место среди редокс-ферментов, что объясняется ее способностью участвовать как в окислительных, так и восстановительных реакциях. Кроме того, этот фермент повсеместно присутствует в клетках и участвует во многих сопряженных биохимических процессах.

С точки зрения восстановления баланса антиоксидантной системы организма, перспективным представляется использование Mn-содержащих комплексов, являющихся миметиками важного фермента – марганецсодержащей супероксиддисмутазы. Благодаря широкому спектру действия Mn-СОД используется для лечения ряда патологических процессов, сопровождающихся окислительными реакциями.

Несмотря на изученность структуры, свойств и биологической активности ферментов семейства СОД, их использование в терапии ограничено. Это связано с высокой стоимостью производства, иммуногенностью и низкой биодоступностью из-за неспособности Mn-СОД проникать через клеточные мембраны. В связи с этим актуально создание Mn-СОД-миметиков, отличающихся высокой активностью и стабильностью.

В биогенных условиях важную роль в процессе взаимодействия ионов марганца в ферменте с супероксидом играют фосфат-анионы. Соединения Mn, вступая в быструю реакцию взаимодействия с супероксидом, образуют коротко живущий MnO^{2+} , который затем диспропорционирует до $Mn_3(PO_4)_2$, H_2O_2 и кислорода за счет присутствия в среде фосфатов.

Цель работы – получение миметиков Mn-СОД на основе фосфат-содержащих комплексов марганца как потенциальных лекарственных веществ для терапии заболеваний, в которых оксидативный стресс является пусковым механизмом.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Поиск фосфат-содержащего лиганда для получения комплексов с ионами Mn (II).
2. Разработка методики получения и исследования стабильного фосфат-содержащего комплекса марганца.
3. Изучение антиоксидантной активности полученных комплексов.

В ходе работы была проанализирована методика получения нерастворимого комплекса фитата марганца Mn_5InsP_6 [1]. На основе данной методики был получен комплекс фитата марганца $MnInsP_6$ и меглумина в водном растворе в качестве миметика фермента Mn-СОД и доказана его антиоксидантная активность в крови крыс по воздействию на редокс-ферменты. В качестве методов исследования использовались метод атомно-абсорбционной спектроскопии, метод Фурье-ИК-спектроскопии, биохимические исследования *in vitro*.

В результате проведенного исследования можно сделать выводы, что особенностью комплексов Mn является способность выполнять функции не только СОД, но и активировать другие ферменты – каталаза, глутатионредуктаза, глюкозо-6-фосфат дегидрогеназа, увеличивая активность этих ферментов до 2,5 раз. Таким образом, нами предложено использовать фитаты марганца и их комплексы с меглумином как Mn-СОД-миметики.

-
1. **Quiñone D.** Self-Assembly of Manganese(II)-Phytate Coordination Polymers: Synthesis, Crystal Structure, and Physicochemical Properties / D. Quiñone, N. Veiga, J. Torres, C. Bazzicalupi, A. Bianchi, C. Kremer // ChemPlusChem. – 2017. – 82(5). – P. 721–731.

ВЛИЯНИЕ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Перспектива использования наноматериалов в таргетной терапии, диагностике онкологических заболеваний и биологических исследованиях диктует необходимость изучения их токсичности. Токсичность ряда наноматериалов была подтверждена исследованиями. Это делает невозможным их применение до разработки способов ее снижения. Так как применение наноматериалов (в частности квантовых точек) связано с их введением в кровяное русло они неминуемо взаимодействуют с белками сыворотки, формируя белковую корону. Актуальным является вопрос их влияния на клетки крови.

Целью работы было изучение воздействия квантовых точек с белковой короной на морфологические характеристики нейтрофилов методом атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Материалом исследования служили нейтрофилы, выделенные из крови здоровых доноров, которые инкубировали с квантовыми точками (КТ) в DL₅₀. Использовали КТ трех составов: CdSe/ZnS-МПК, CdSe/CdZnS/ZnS-PTVP, CdSe/CdZnS/ZnS-PTVP-APS. В ходе пробоподготовки предварительно инкубированные клетки фиксировались глутаровым альдегидом (2.5%, 15 мин). Проводили сканирование методом АСМ полученных образцов. Затем в программе «Gwyddion» оценивали 5 параметров клеток: максимальная высота, средняя высота клетки, площадь адгезии, площадь поверхности, объем клетки. Полученные различия обрабатывали статистически.

Исследования показали различия в морфологии между клетками в контроле и клетками, взаимодействующими с КТ имеющими белковую корону на поверхности: была отмечена тенденция к уменьшению площади адгезии клеток и увеличению их максимальной высоты, статистически значимые изменения объема клеток выявлены только при инкубации клеток с CdSe/CdZnS/ZnS-PTVP-APS (в сторону увеличения). Данный факт можно объяснить влиянием белков, представленных в короне CdSe/CdZnS/ZnS-PTVP-APS на осмотическую регуляцию нейтрофилов. Так же можно предположить, что инкубация с наночастицами приводит к изменениям в компонентах цитоскелета и влияет на функцию адгезии.

Работа поддержана грантом РНФ (№ проекта 16-14-10179).

ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.357.74

АНДРИЯНОВА С.А., ДЕВЯТКИНА Т.И.,
ЖЕЛОНКИНА С.И., РОГОЖИН В.В., БЕЛЯЕВ Е.С.

МЕДНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Медные покрытия, осажденные электрохимическим путем, могут применяться как в качестве подслоя при нанесении многослойных покрытий, так и в качестве финишных, функциональных. Однако при нанесении таких покрытий возникают проблемы, связанные с их низкой адгезией на электроотрицательных основах.

В случае стальных основ проблема решается использованием комплексных электролитов меднения. Для алюминиевых основ весьма эффективным является способ предварительного их анодирования, например, в смеси серной и ортофосфорной кислот с добавлением бифторида аммония. В процессе анодирования при плотности тока 3 А/дм^2 в течение 4-5 минут формируется оксидный слой толщиной 1-2 мкм, обладающий высокоразвитой и упорядоченной системой микропор, имеющих равномерную столбчатую структуру. Это позволяет наносить последующее медное гальванопокрытие из стандартного сернокислого электролита меднения с высокой адгезией. А популярность таких электролитов обусловлена тем, что они отличаются простотой состава, легкостью корректировки и устойчивостью в эксплуатации.

Медное покрытие является катодным по отношению ко многим металлическим основам, в том числе и к алюминиевым сплавам. В этом случае покрытие может защитить основу от коррозии только механически, при условии полного отсутствия пористости и неоднородности структуры покрытия. Однако такие дефекты обычно характерны при нанесении медного покрытия из стандартного сернокислого электролита.

Нами показано, что решить эти проблемы можно при введении в стандартный электролит меднения добавки ПАВ- диазосоединения. При исследовании влияния этой ПАВ было установлено, что она способствует выравниванию микрорельефа поверхности (перепад высот между выступом и впадиной в покрытии сокращается с 14,37 до 4,79 мкм) и устраняет внутренние дефекты покрытия. По сравнению со стандартным электролитом, осажденным в присутствии ПАВ покрытиям свойственна однородность структуры и равномерность толщины (рис. 1).

Одновременно повышается и рассеивающая способность электролита с 17,53 до 34,22%, что приближает эту характеристику к комплексным электролитам меднения.

Адгезия полученного покрытия на сплавах В95ПЧУМ, АМцН2, АД1М, Д16АТ, АМг6БМ, АЛ2 и АК9 была оценена качественными и количественными методами. Нагрузка 23 Н/мм^2 не привела к отслоению покрытия от основы.

Данный электролит может быть рекомендован для нанесения медного покрытия на сложно профильные алюминиевые изделия, в том числе и на печатные платы.

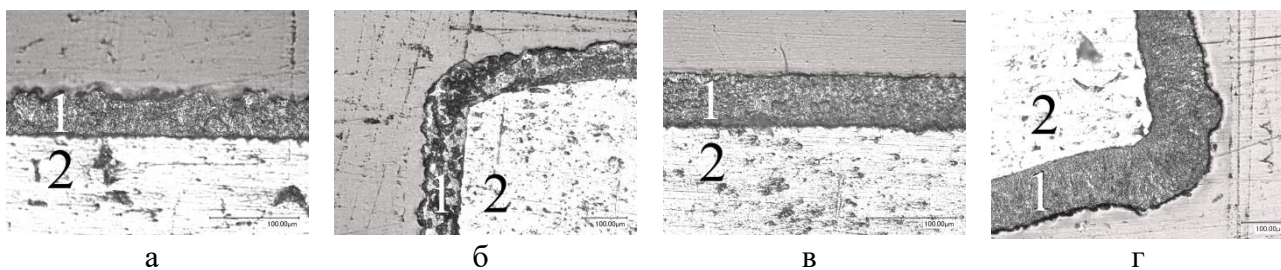


Рис. 1. - Микроструктура медного покрытия осажденного из стандартного сернокислого электролита (а), (б) и электролита с добавкой (в), (г)
1 – медное покрытие, 2 – алюминиевая основа

УДК 541.64

АРИФУЛЛИН И.Р., САВИНОВА М.В., БОЛЬШАКОВА Е.А.

СИНТЕЗ НОВЫХ ГИДРОФОБНО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ N,N-ДИАЛКИЛАМИНОМЕТИЛМЕТАКРИЛАМИДОВ

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

Гидрофобно-модифицированные полиакриламиды (ГМ-ПАА) представляют собой широкий класс водорастворимых полимеров. В частности, аммонийсодержащие ГМ-ПАА активно используются при эксплуатации нефтяных месторождений. Одним из способов получения полимеров такого типа является химическая модификация полиакриламида, в результате которой гидрофобные группы вводятся в состав полимера путем полимераналогичных превращений. Так, сообщается об N-аминометилировании звеньев ПАА формальдегидом и вторичным амином по реакции Манниха с последующим переводом их в солевую форму [1]. К недостаткам данного подхода следует отнести то, что реакционная способность функциональных групп полимеров, как правило, ниже, чем для низкомолекулярных аналогов, что ограничивает степень гидрофобной модификации. Кроме того, проведение процесса в гомогенных условиях ограничено небольшим числом полярных органических растворителей, в которых хорошо растворим исходный ПАА.

В настоящее время для получения ГМ-ПАА широко используется техника мицеллярной полимеризации [2]. Согласно данному методу сополимеризация акриламида и гидрофобного сомономера проводится в водной среде в присутствии большого количества ПАВ, которое впоследствии затрудняет выделение и очистку полученного продукта. Хорошо изучены синтез и свойства ГМ-ПАА на основе аммониевых солей коммерчески доступных N-диметиламиноалкил(мет)акрилатов [3] и N-диметиламиноалкил(мет)акриламидов [4]. Однако указанные гидрофобные мономеры синтезируются на основе дорогостоящих реагентов в среде органического растворителя с выходом не более 90%.

В данной работе предлагается синтез ГМ-ПАА путем модифицированной техники мицеллярной полимеризации акриламида с поверхностно-активным мономером (N,N-дибутиламинометилметакриламидом) в водной среде, что значительно упрощает процесс, снижая долю дополнительного ПАВ. Структурная формула полученных сополимеров представлена на рисунке 1.

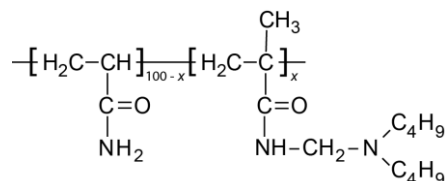


Рис. 1. Структурная формула синтезированных ГМ-ПАА

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01021 мол_а.

Библиографический список

1. **Song H.**, Wu D. Synthesis and application of amphoteric starch graft polymer // Carbohydrate Polymers. – 2009. – V. 78. – P. 253-257.
2. **Lu C.**, Li W. Synthesis and aqueous solution properties of hydrophobically modified polyacrylamide // J. Appl. Polym. Sci. – 2014. – V.131 – P. 40754.
3. **Lu H.** Synthesis, characterization and kinetics of hydrophobically associating polyacrylamide // e-Polymers. – 2007. – V. 099. – P. 1-13.
4. **Xu K.** Facile fabrication method of hydrophobic-associating cross-linking hydrogel with outstanding mechanical performance and self-healing property in the absence of surfactants // Polymer. – 2013. – V. 54. – P. 5665-5672.

УДК 66.081.6-278

АТЛАСКИН А.А., ЯНБИКОВ Н.Р., КРЮЧКОВ С.С.,
СМОРОДИН К.А., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДА МЕМБРАННО-АБСОРБЦИОННОГО ГАЗОРАЗДЕЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ УДАЛЕНИЯ КИСЛЫХ ГАЗОВ ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА И БИОГАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Очистка природного газа от сопутствующих примесей, в частности CO_2 и H_2S , является одной из основных задач, решаемых в большинстве технологических процессов подготовки природного газа. Присутствие этих кислых газов отрицательно влияет на теплотворную способность и создает ряд эксплуатационных проблем, таких как коррозия трубопровода, образование газовых гидратов и потери давления.

В настоящий момент метод химической сорбции с применением аминов в качестве сорбента стал традиционным и успешно применяется в течение последних нескольких десятилетий в газовой промышленности. Однако этот процесс характеризуется рядом недостатков, включая коррозию трубопроводов и оборудования, высокие инвестиционные затраты, потерю сорбирующего раствора из-за его деградации, а также потенциальные экологической угрозы.

В настоящем исследовании предложен гибридный метод – мембранно-абсорбционное газоразделение с использованием ионной жидкости (ИЖ) в качестве абсорбента для удаления кислых газов из природного газа и биогаза. Этот процесс разделения представляет собой комбинацию абсорбции газа жидким абсорбентом, размещенным на мембране, с дальнейшим переносом компонентов через мембрану. Кроме того, этот процесс обеспечивает разделение в объеме одного массообменного аппарата, а наличие системы мембрана-абсорбент позволяет достичь высоких показателей селективности благодаря высокой растворимости CO_2 и H_2S . При этом такой аппарат не требует подачи и/или отвода тепла, характеризуется масштабируемой конструкцией и может применяться как индивидуально, так и в качестве конечной стадии технологического маршрута.

Целью настоящего исследования было определение влияния присутствия в составе сорбента различных ИЖ на эффективность удаления кислых газов. В соответствии с этой целью были приготовлены сорбирующие растворы на основе метилдиэтанолamina (МДЭА) с различными ИЖ: [bmim][Tf₂N], [bmim][PF₆], [bmim][BF₄], а также была синтезирована новая ИЖ с апротонным гетероциклическим анионом [P₆₆₆₁₄][Inda]. Для определения эффективности разделения газовых смесей были приготовлены бинарные газовые смеси на основе CH_4 сопутствующими примесями CO_2 и H_2S содержанием 20 об. % и 5 об. % соответственно.

Эффективность разделения оценивалась по содержанию целевого компонента – метана. Состав газового потока определялся методом газовой хроматографии. Было экспериментально показано, что наибольшая эффективность разделения достигается при использовании

синтезированной ионной жидкости [P₆₆₆₁₄][Inda]. Среди коммерчески-доступных ИЖ наивысшую эффективность разделения газовых смесей продемонстрировала [bmim][Tf₂N]. Кроме того, эффективность предложенного метода сравнивалась с методом традиционного мембранного газоразделения. Было достигнуто увеличение эффективности выделения кислых газов методом абсорбционной первапорации в сравнении с традиционным методом мембранного газоразделения в процессе выделения CO₂ на 8,3 об. % и H₂S на 2,7 об. %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00846 мол_а

УДК: 543.544.5

БАРИНОВ А.А.^{1,2}, СЕСИНА Н.А.²

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПОРОГЕНОВ НА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОЛИТНЫХ СОРБЕТОВ

¹НИ Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

²Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Определение неорганических и органических ионов является практически важной и сложной аналитической проблемой. Ионная хроматография – наиболее общий и универсальный метод решения этой задачи.

Монолитные пористые сорбенты привлекли большое внимание и стали популярными для хроматографического анализа во многих областях хроматографии. Монолитные колонки, приготовленные со стационарными фазами смешанного режима, будут иметь большой потенциал в более широкой области применения. Разработка стационарной фазы смешанного режима для достижения множественных возможностей разделения в одном столбце представляется важной стратегией разделения в жидкостной хроматографии. Интерес к монолитным стационарным фазам объясняется их улучшенными проточными свойствами по сравнению с традиционными насадочными колоннами и простотой их приготовления в колонке. Монолиты на основе полиметакрилата имеют более высокую эффективность разделения при специфических взаимодействиях. Получение функциональных монолитов на основе полиметакрилата из нового набора мономеров требует оптимизации условий полимеризации. Количественный и качественный состав порогенов является важным параметром, который влияет на гидродинамическую проницаемость сорбента, средний размер пор монолита и эффективность колонки.

Целью данной работы было исследование влияния состава порогенов на гидродинамическую проницаемость монолита. Монолитные сорбенты на основе гидроксиэтилметилметакрилата и этилендиметилметакрилата были синтезированы *in-situ* при температуре 60°C, в течение 22 часов. В качестве порогенов использовали смеси додеканол-циклогесанол и додеканол-толуол в различных соотношениях. Состав порогенов в реакционной смеси составлял 60% от общей массы. Количество инициатора составляло 1% масс. от смеси мономеров.

Используя экспериментальные данные, по формуле Дарси, были рассчитаны коэффициенты гидродинамической проницаемости монолитов.

На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что в первом случае при увеличении массовой доли циклогексанола от 0% до 20% масс. происходит снижение коэффициента гидродинамической проницаемости на 85%, а во втором случае при увеличении массовой доли додеканол-1 от 0% до 10% масс. происходит снижение коэффициента гидродинамической проницаемости на 76%.

Результаты экспериментов показывают, что монолиты, полученные с использованием смеси додеканол-1-циклогесанол обладают более подходящими гидродинамическими характеристиками для использования их в качестве сорбентов в ионной хроматографии, по срав-

нению с монолитами полученными с использованием смеси толуол-додеканол-1, для которых коэффициент гидродинамической проницаемости в 17 раз меньше по сравнению с сорбентами первого типа.

УДК 542.934.8

БЕЛОУСОВ А.С., ОТОПКОВА К.В., ЕСИПОВИЧ А.Л.,
ЗАВРАЖНОВ С.А., ЗЛОБИН С.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАРОФАЗНОЙ ДЕГИДРАТАЦИИ ГЛИЦЕРИНА В АКРОЛЕИН В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИОКСОМЕТАЛЛАТОВ

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

В настоящее время одним из наиболее перспективных видов растительного сырья является глицерин, образующийся в качестве сопутствующего продукта при производстве биодизельного топлива. В последние годы было предложено большое количество способов направленного превращения глицерина в ценные химические продукты, среди которых особое внимание уделяется процессам получения акролеина.

В настоящее время основным фактором, препятствующим использованию технологий переработки глицерина в промышленности, является отсутствие эффективных каталитических систем. Предлагаемые в настоящее время в научной и патентной литературе катализаторы характеризуются либо низкой активностью и требуют жестких условий проведения процесса, либо быстро дезактивируются. В связи с этим разработка новых эффективных каталитических систем, которые позволят направленно превращать глицерин в востребованные продукты, является актуальной задачей, о чем свидетельствуют активные работы в данном направлении, проводимые во многих ведущих научных центрах разных стран. По нашему мнению, полиоксометаллаты (ПОМ) благодаря своей бифункциональной природе являются наиболее перспективными каталитическими системами для осуществления направленного превращения глицерина в акролеин.

В качестве катализаторов парофазной дегидратации глицерина в акролеин использовали полиоксометаллаты структуры Кеггин: фосфорновольфрамовую кислоту $H_3PW_{12}O_{40}$ (HPW), фосфорномолибденовую кислоту $H_3PMo_{12}O_{40}$ (HPMo), кремнемолибденовую кислоту $H_4SiMo_{12}O_{40}$ (HSiMo), а также ПОМ, нанесенные на активный оксид алюминия и силикагель АСКГ.

Дегидратацию глицерина проводили на лабораторной установке непрерывного действия при 330 °С и атмосферном давлении в течение 5 ч. В реактор между слоями инертной насадки загружали 1 г катализатора (расход 10 %-ного водного раствора глицерина составлял 0.2 см³/мин). При проведении процесса дегидратации глицерина в присутствии гетерополикислот (ГПК) в ходе экспериментов уже в первые часы наблюдалось резкое снижение конверсии глицерина. Так, при использовании HPW в качестве катализатора конверсия глицерина после 5 ч составила 26.2 %, а селективность образования акролеина – 49.3 %. Такие зависимости обусловлены отложением продуктов осмоления на сильных кислотных центрах ГПК, в результате чего происходила дезактивация кислотных центров и блокирование поверхности катализатора.

Использование ПОМ, нанесенных на силикагель и активный оксид алюминия, привело к уменьшению степени дезактивации катализатора, что связано с меньшей кислотностью испытанных образцов. Наилучшие результаты были получены при использовании каталитических систем 30HPMo/ γ -Al₂O₃ (где 30 – содержание полиоксометаллата в каталитической системе, % масс.). Селективность образования акролеина после 5 ч составила 52.8 %, а конверсия глицерина – 81.6 %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00159.

ЗАГУЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА НОВЫХ ГИДРОФОБНО-МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

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

Гидрофобно-модифицированная полиакриловая кислота (ГМ-ПАК) представляет собой важный класс водорастворимых ассоциативных полимеров. Данные полимеры широко используются в качестве модификаторов вязкости во многих областях, включая лакокрасочные материалы, косметику, протиобледенительные жидкости и т.п.

В данной работе методом осадительной полимеризации в среде этилацетата были синтезированы образцы водорастворимой гидрофобно-модифицированной полиакриловой кислоты, содержащей звенья гидрофобного мономера (N,N-дибутиламинометилметакриламида).

Целью работы было исследование влияния доли гидрофобного сомономера на загущающие свойства сополимеров АК и N,N-дибутиламинометилметакриламида в водных растворах и смесях воды и пропиленгликоля (ПГ). Состав исследуемых гидрофобно-модифицированных полимеров АК представлен на рисунке 1.

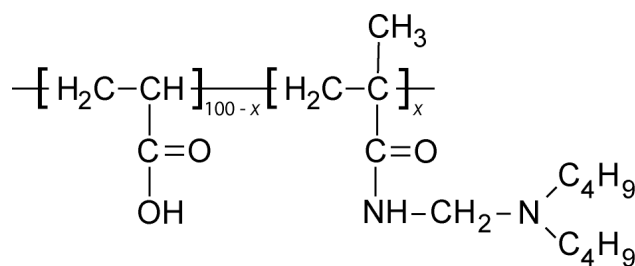


Рис. 1. Состав исследуемых гидрофобно-модифицированных полимеров АК

Загущающие свойства полученных полимеров оценивали по значению динамической вязкости их водных и водно-гликолевых растворов. Реологические свойства растворов ГМ-ПАК были исследованы в отсутствие и в присутствии поверхностно-активных веществ разного типа – додецилсульфата натрия, лаурилтриметиламмоний хлорида и оксиэтилированных высших жирных спиртов фракции C12-C14. Динамическую вязкость растворов частично нейтрализованной ГМ-ПАК определяли с использованием вискозиметра Brookfield DV2T в температурном диапазоне +20 ÷ -20 °С при интервале нагрузок 0.084÷0.84 с⁻¹ с использованием шпинделя SC4-34. Для нейтрализации карбоксильных звеньев ГМ-ПАК использовались 10%-ные растворы NaOH.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01021 мол_а.

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЛАМЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ В БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СРЕДАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью работы является оценка эффективности и вкладов протекторного и барьерного механизмов в защитной способности осаждаемых различных вариантов цинк-ламельных покрытий в условиях биокоррозии.

Для коррозионных исследований использовали следующие образцы:

а) Zn-AT-7 - однослойное покрытие на основе титаноксидного связующего (ТОС) с содержанием в покрытии 84 % Zn + 7% Al;

б) Zn-ATF - однослойное покрытие на основе ТОС с добавлением фторопласта (5%) + 80,7 % Zn + 7 % Al;

в) Zn-AT + F - двухслойное покрытие, состоящее из нижнего слоя состава Zn-AT-7 и наружного алюминий-ламельного на основе эпоксидного связующего, содержащего 5 % тефлона и 20 % Al;

г) Zn-ATF + F - двухслойное покрытие, состоящее из нижнего слоя состава, отвечающего покрытию Zn-ATF и наружного слоя, как и в покрытии с индексом «в».

В качестве тест-культур использовались музейные штаммы грамотрицательных – *Pseudomonas aeruginosa*, и грамположительных бактерий – *Bacillus subtilis*, которые в качестве метаболита нарабатывают до 0,80 и 0,20 моль/л H₂O₂ соответственно.

Основные параметры покрытий (см. таблицу): Q_{эx}, Кл/см² – количество электрохимически активного цинка в покрытии; K_{исп} = Q_Σ/Q_{эx} - коэффициент использования заложенного в покрытия цинка; Q_Σ – количество цинка, первоначально заложенного в покрытии; γ_{пр.} – вклад протекторной защиты; γ_{бар.} - вклад барьерного механизма защиты.

Таблица 1. Параметры покрытий после воздействия на них микроорганизмов

Покрытие	Количество слоев в покрытии/ толщина слоев, мкм	Время до появления коррозии, час		Q _{эx} , Кл/см ²	K _{ис} цинка, %	γ _{пр.} , %	γ _{бар.} , %
		<i>B. subtilis</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>				
Zn-AT-7	1/15	720	370	7,47	90	30-32	68-70
Zn-ATF	1/15	700	340	4,95	74	22-24	76-78
Zn-AT + F	2/(15 + 5)	4800	2600	6,68	83	13-15	85-87
Zn-ATF + F	2/(15 + 5)	4100	1800	2,90	58	13-15	85-87

Установлено, что введение [Al] ≥ 7 % в цинк - ламельные покрытия приводит к резкому возрастанию защитного действия покрытий из-за того, что Al является протектором, как для цинка, так и для стальной основы, а также за счет большей кроющей способности алюминиевых ламелей, резко уменьшающих пористость покрытий и доступ электролита к основе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01003/18.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА УОТТСА ДЛЯ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ НИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ НА АНОДИРОВАННЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В производственной практике перед нанесением функциональных гальванических покрытий не существует единой технологии подготовки поверхности алюминиевых сплавов, номенклатура которых представлена большим разнообразием. Отсутствие такой единой технологии подготовки поверхности алюминиевых сплавов, в итоге, и приводит к значительному браку на стадии гальванопокрытий. Для решения данной проблемы нами был разработан универсальный способ подготовки поверхности алюминиевых сплавов перед нанесением гальванопокрытий, в частности, никелевых. Этот способ включает в себя процессы анодирования, специальной химической обработки для предварительного создания центров кристаллизации и последующее электроосаждение никелевого покрытия из разработанного кислого электролита [1]. Стоит отметить, что данный кислый электролит стабилен в работе, обладает хорошими характеристиками получаемых никелевых покрытий, соответствующих ГОСТу, однако, катодный выход по току для никеля сильно зависит от типа алюминиевого сплава и составляет 75%-88% [2].

Нами показано, что используя предложенные этапы предварительной подготовки, оказалось возможным применение наиболее распространенного в промышленности стандартного электролита Уоттса, следующего состава, г/л: сернокислый никель 230-320, борная кислота 25-40 и хлористый никель 10-25. Данный электролит отличается высоким катодным выходом по никелю 96-98% и не требует модификации состава и режима работы.

Качественное никелевое покрытие с высоким выходом по току 93-98% на предварительно подготовленных по нашему способу анодированных алюминиевых сплавах АМг6БМ и АМцН2 было получено при плотности тока 2-4 А/дм², на Д16АТ и АК9ч - при 3-4 А/дм², а на В95ПЧУМ - при 3.5-4.5 А/дм². Это означает, что при использовании такой усовершенствованной технологии нанесения никелевого покрытия отпадает необходимость приготовления специального кислого электролита никелирования и появляется возможность применения стандартных электролитов. При этом на всех видах алюминиевых сплавов достигалась высокая адгезия покрытия к основам, которую определяли качественно методом рисок, нагревом в печи при температуре 200-210°C в течение 1 часа и методом резкого изменения температуры в соответствии с [3].

Библиографический список

1. Лучнева С.И., Девяткина Т.И., Рогожин В.В., Васин Е.Н., Исаев В.В. Совершенствование технологии подготовки алюминиевых сплавов перед нанесением гальванопокрытий // Химия. Экология. Урбанистика. - Пермь: ПНИПУ, 2018. - С.728-734.
2. Девяткина Т. И., Лучнева С. И., Борисова А. Е., Беляев Е. С., Михаленко М.Г., Рогожин В. В., Наумов В. И. Нанесение защитно-декоративных покрытий на алюминиевые сплавы // ЖПХ, 2017, т.90, №7 с.861-868.
3. ГОСТ 9.302-88. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля //В кн.: Защита от коррозии. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. М.: Издательство стандартов, 1990. - 467с.

ОПИСАНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЛИДИСПЕРСНОГО ПРОДУКТА ФУНКЦИЯМИ ФРАКЦИОННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ

Волгоградский государственный технический университет

Широкая распространенность функций фракционного разделения объясняется тем, что они несут в себе полную информацию обо всех технологических показателях процесса (эффективность, выход, извлечение и др.). Функции степени фракционного разделения аппроксимируются различными двухпараметрическими распределениями [1].

Проведен сравнительный анализ аналитического описания гранулометрического состава полидисперсного продукта с экспериментальным распределением частиц сыпучего материала по размерам. Функции степени фракционного разделения аппроксимировались законом логарифмического нормального распределения и законом нормального распределения Гаусса [2]. Для проверки адекватности аналитического описания гранулометрического состава полидисперсного продукта проведены экспериментальные исследования состава измельченного в планетарной шаровой мельнице сыпучего материала методом ситового анализа.

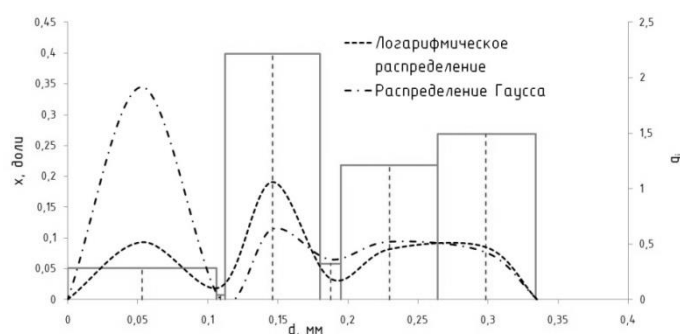


Рис. 1. Гистограмма экспериментального распределения частиц полидисперсного материала в пробе и графики аналитического описания их законом нормального распределения Гаусса и логарифмического нормального распределения

Адекватность математической модели доказывалась по критерию Фишера. Допускаемый разброс значений в трех параллельных опытах составил в среднем 19% для закона логарифмического нормального распределения и 32% - для закона нормального распределения Гаусса. Стандартное отклонение среднемассового состава $q=f(d)$ для нормального распределения Гаусса в два раза больше чем для логарифмического нормального распределения.

Таким образом, проведенный анализ показал, что при значительном преобладании в пробе мелких частиц (менее 1 мм) для аналитического описания гранулометрического состава полидисперсных материалов целесообразно использовать закон логарифмического нормального распределения.

Библиографический список

1. **Шубин, И.Н.** Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства: Учеб. пособие./ И.Н Шубин, М.М. Свиридов, В.П. Таров. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005–76с.
2. **Жигарев, В. Г.** Приближенное аналитическое описание гранулометрического состава дисперсного продукта методом ситового анализа /В.Г. Жигарев, Е.Е. Казакова // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2006.– № 10.– С. 11–13.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР

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

В настоящее время из-за сокращения запасов ископаемых ресурсов и постоянного ухудшения экологической обстановки применение возобновляемого сырья в химической промышленности приобретает особую актуальность. Одними из многообещающих, дешевых и доступных типов возобновляемого сырья являются эпоксидипированные растительные масла (ЭРМ), широко применяемые в качестве стабилизаторов поливинилхлорида, смазочных материалов и исходных материалов для производства полиолов. В промышленности ЭРМ получают путем гомогенного каталитического эпоксидирования, при взаимодействии ненасыщенных масел с перкарбонowymi кислотами, такими как перуксусная или пермуравьиная. Основным недостатком данного метода является образование большого количества трудно утилизируемых отходов из-за использования серной кислоты в качестве катализатора.

Избежать данных недостатков позволяет использование экологически чистой перекиси водорода (H_2O_2) в качестве окислителя в сочетании с макропористыми каталитическими системами на основе металл-органических каркасных структур (MOF). За счет использования различных лигандов и металлов возможно регулировать структуру MOF, придавая ей оптимальную пористость, за счет чего повышается ее стабильность и селективность в процессе эпоксидирования.

На сегодняшний день наиболее известными и изученными мезопористыми MOF являются структуры на основе строительного блока $M_3O(OOC)_6$. В данных структурах в качестве неорганического центра выступают такие металлы как хром (III), железо (III) и алюминий (III). Математическое моделирование данных структур при помощи кроссплатформенного молекулярного редактора Avogadro при помощи модуля UFF (Universal Force Field) показало, что размер образующегося строительного блока не сильно зависит от выбора неорганического центра. Однако следует заметить, что для построения пористых структур различных геометрических размеров важен выбор соединяющего лиганда.

При формировании мезопористой металлоорганической структуры происходит объединение супертетраэдров через вершины с образованием открытого каркаса с топологией цеолита MTN (MobilThirtyNine). Диаметр образованных мезополостей зависит от выбора лиганда и колеблется в смоделированных MOF от 6 Å до 16 Å. Диаметр пентагональных окошек при использовании 1,3,5-бензолтрикарбоновой кислоты в качестве лиганда составляет 6 Å, что меньше минимального диаметра ячейки, рассчитанного для протекания реакции эпоксидирования в порах MOF. При использовании бифинил-4,4-дикарбоновой кислоты диаметр пор составил 16 Å. В пентагональные окошки такого диаметра легко могут проникать субстрат и продукты реакции эпоксидирования, однако наличие пор такого диаметра может приводить к вымыванию катализатора с поверхности носителя. Оптимальный размер пентагональных окошек (12 Å) в смоделированной металл-органической каркасной структуре получается при использовании терефталевой кислоты в качестве лиганда.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00550.

**ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ
В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ГЛИЦЕРИНА**

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

В соответствии с современными представлениями лимитирующей стадией процесса синтеза молочной кислоты (МК) из глицерина в основной среде является образование глицеральдегида, сопровождающееся выделением водорода [1]. Поэтому актуальной задачей является разработка каталитической системы, способной значительно увеличивать скорость расходования глицерина по данному маршруту и при этом быть малоактивной в процессах возможных побочных превращений в другие карбоновые кислоты. Известно, что каталитические системы на основе меди и ее оксидов широко используются в процессах гидрирования и дегидрирования различных органических субстратов. Исходя из этого, данные соединения могут выступать в качестве эффективных катализаторов при получении МК из глицерина.

В настоящей работе было исследовано превращение глицерина в МК в присутствии ряда гетерогенных медьсодержащих каталитических систем, представляющих собой индивидуальные оксиды меди различных степеней окисления и медные порошки. Катализаторы, содержащие атомы Cu^0 и Cu^+ , были получены восстановлением свежеприготовленных гидроксидов меди(II) различными реагентами, такими как аскорбиновая кислота, глюкоза и боргидрид натрия. CuO был получен прокаливанием гидроксида меди (II).

Сравнение активности катализаторов проводилось при $240\text{ }^\circ\text{C}$ в реакторе, обеспечивающем интенсивное перемешивание при одинаковых условиях проведения процесса. Количественное содержание органических продуктов в жидкой фазе определялось с помощью ВЭЖХ.

Катализаторы до и после испытаний были охарактеризованы методами ИКС, СЭМ, РСА, БЭТ, позволившими выявить общие закономерности структурно-фазовых переходов. После испытаний CuO представлял собой трехфазную систему, содержащую помимо оксида меди(II) также Cu_2O и металлическую медь, Cu_2O восстановился полностью до металлической меди, а медный порошок по фазовому составу до и после синтеза не претерпел изменений.

Была найдена зависимость активности и селективности медьсодержащих соединений от их состава, размера частиц и удельной площади поверхности.

Таким образом, результаты исследования структурных свойств и фазового состава катализаторов свидетельствуют об *in situ* восстановлении атомов Cu^{2+} и Cu^+ в металлическую медь при осуществлении гидротермальной конверсии водного раствора глицерина в данных условиях проведения процесса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00159.

-
1. **Purushothaman, R. K. P.** An efficient one pot conversion of glycerol to lactic acid using bimetallic gold-platinum catalysts on a nanocrystalline CeO_2 support / R. K. P. Purushothaman, J. van Haveren, D. S. van Es, I. Melián-Cabrera, J. D. Meeldijk, H. J. Heeres // *Appl. Catal., B.* – 2014. – V. 147. – P. 92-100.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОЦЕССА ПРЕВРАЩЕНИЯ ГЛИЦЕРИНА В МОЛОЧНУЮ КИСЛОТУ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

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

Молочная кислота (МК) широко используется в пищевой, косметической промышленности, а также является перспективным сырьем для получения биорезорбируемых полимерных материалов, находящих применение в упаковке и медицине. Одним из способов получения МК может выступить технология переработки глицерина, образующегося в больших количествах при производстве биодизеля и требующего утилизации.

В настоящей работе были исследованы кинетика и механизм реакции превращения глицерина в МК в щелочной среде в отсутствие гетерогенных катализаторов. В дальнейшем полученные результаты могут быть учтены при изучении кинетики каталитических процессов.

Кинетические эксперименты осуществляли в интервале температур от 453 до 513 К. Обработка данных проводилась с использованием метода Рунге-Кутты в продукте MATLAB, при расчете констант выбирался минимум отклонения суммы квадратов расчетных значений концентраций от экспериментальных. Анализ реакционной смеси проводился методами ВЭЖХ и ГХ-МС с отбором проб через заданные промежутки времени.

Исходя из результатов кинетических экспериментов с варьированием начального соотношения исходных и промежуточных продуктов предложена схема процесса. Установлено, что процесс образования МК происходит через дегидрирование глицерина **1** до 2,3-дигидроксипропаналь **2** (лимитирующая стадия), который подвергается дегидратации и перегруппировке через 2-гидроксипроп-2-еналь **3** в 2-оксипропаналь **4**. Последний вступает в реакцию Канницарро с образованием МК **5**. Побочными продуктами являются образующиеся из **3**, **4** 1,2-пропандиол **6**, а также из **5** уксусная **7** и муравьиная **8** кислоты (рис.1):

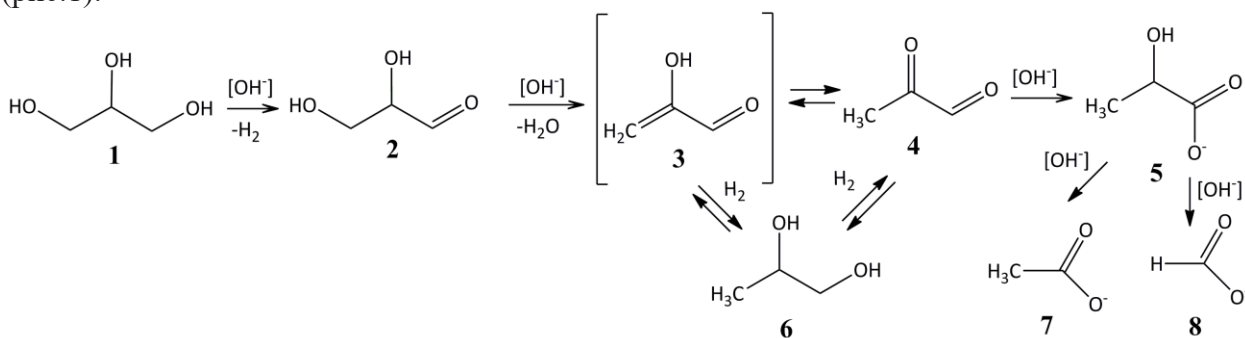


Рис.1. Предложенная схема процесса

Определены кинетические параметры, энергии активации и константы скорости на каждой из стадий. Оценка адекватности кинетической модели проводилась с помощью критерия Фишера. Отклонение расчетных значений концентраций от экспериментальных составило менее 15 %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00159.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ВОССТАНОВЛЕННОГО МЕДНОГО КАТАЛИЗАТОРА В ПРОЦЕССЕ КОНВЕРСИИ ГЛИЦЕРИНА В МОЛОЧНУЮ КИСЛОТУ

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

Методами ИКС, РСА и СЭМ-ЭДС было установлено, что катализатор оксид меди (I) в процессе получения молочной кислоты (МК) из водных растворов глицерина меняет фазовый состав, восстанавливаясь *in situ* до металлической меди выделяющимся водородом. Хромато-масс-спектрометрический анализ реакционной смеси показал, что помимо МК основными органическими жидкофазными продуктами, образующимися в присутствии медного катализатора, являются димер глицерина (ДГ), пропиленгликоль (ПГ) и уксусная кислота (УК).

Из представленных результатов видно, что данный катализатор сохраняет свою активность и селективность в процессе конверсии глицерина в МК в течение как минимум 10 циклов работы.

На рисунке 1 представлены результаты повторных испытаний медного восстановленного катализатора.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00159.

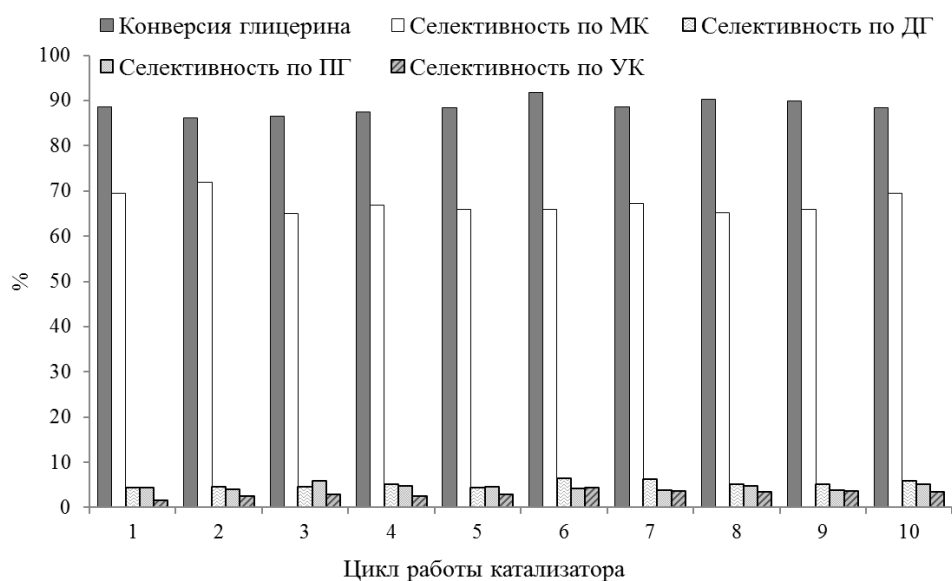


Рис. 1. Результаты испытаний восстановленного медного катализатора в течение 10 циклов работы. Условия процесса: водный раствор глицерина 1,0 моль/л, $T=240$ °С, время 6 ч, 800 об./мин, NaOH/глицерин = 1,1 (мольн.), Cu/глицерин = 0,027 (масс.)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПНЕВМОКЛАССИФИКАЦИИ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Волгоградский государственный технический университет

Процесс пневматической классификации занимает важное место при переработке сыпучих материалов в различных отраслях промышленности. От качества разделения во многом зависят конечные свойства готовых продуктов. Повышение эффективности пневматических классификаторов осуществляется совершенствованием конструкций и оптимальной настройкой технологических режимов оборудования [1].

Разработана конструкция пневматического сетчатого классификатора, позволяющего увеличить эффективность классификации за счет соединения классифицирующих сеток с цилиндрической частью корпуса пневмоклассификатора посредством цилиндрических пружин, закрытых гофрой [2]. Количество цилиндрических пружин n определяется по формуле:

$$n = \frac{m}{k} \cdot \left(\frac{\pi \cdot c}{d} \right)^2,$$

где n – число цилиндрических пружин; k – упругость каждой цилиндрической пружины, н/м; m – масса классифицирующей сетки, кг; c – скорость звука в очищаемом газе, м/с; d – диаметр сетки, м.

Схема конструкции показана на рисунке 1.

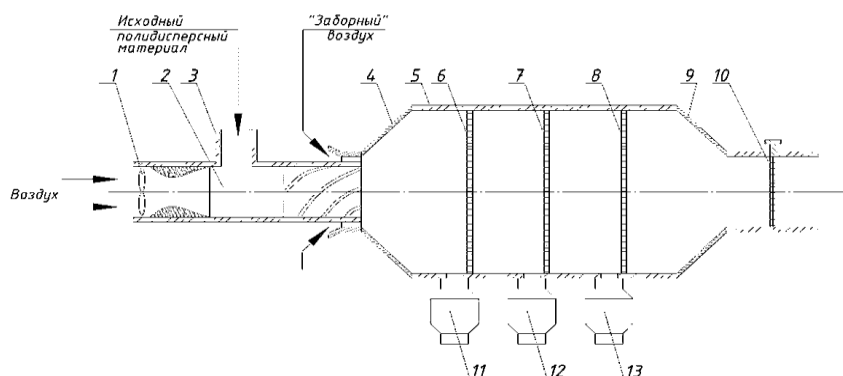


Рис. 1 – Сетчатый пневмоклассификатор,

где 1 – вентилятор; 2 – загрузочное устройство; 3 – впускной патрубок; 4 – диффузор; 5 – корпус; 6, 7, 8 – классификационные сетки; 9 – конфузор; 10 – фильтрующий элемент; 11, 12, 13 – бункеры

Установка классифицирующих сеток на цилиндрических пружинах заставляет их под действием воздушного потока совершать колебания, приводящие к увеличению числа контактов частиц с поверхностью сетки, улучшаются условия просеивания частиц, застревающих в отверстиях, что повышает эффективность классификации.

Библиографический список

1. **Кирсанов, В. А.** Гидродинамические особенности процесса классификации в пневмоклассификаторе со сплошными полками / В. А. Кирсанов, М. В. Кирсанов / Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2018. – №2. – С.3-5.
2. Пат. Российская Федерация, МПК В07В 4/08, В04С 9/00. Сетчатый пневмоклассификатор / А. А. Шагарова, П.С. Васильев, О.И. Дроздова, К.Е. Казакова, А.А. Шурак, Д. Терзинов ; заявка № 219105526 от 25.03.2019.

АССОЦИАЦИЯ N,N-[(ДИЭТИЛАМИНО)АЛКИЛ](МЕТ)АКРИЛАМИДОВ В ТОЛУОЛЕ

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева
(Дзержинский филиал)

²Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

Молекулы монозамещенных амидов в растворах способны образовывать водородные связи друг с другом. При этом образуются структуры двух типов: циклический димер и линейный полиассоциат. Фрагменты молекул амидов, задействованные в образовании водородной связи, во многих случаях поглощают инфракрасное излучение с несколько смещенными значениями волновых чисел по сравнению с аналогичными фрагментами в свободных молекулах. Степень смещения полосы поглощения зависит от типа образованного ассоциата. При достаточном удалении полос поглощения различных типов ассоциатов друг от друга часто удается провести деконволюцию экспериментального спектра и выделить отдельные пики для каждого ассоциата из общей экспериментальной кривой, как это изображено на рис. 1 на примере ИК спектра N,N-[3-(диэтиламино)пропил]метакриламида в области поглощения N-H (Амиды-А).

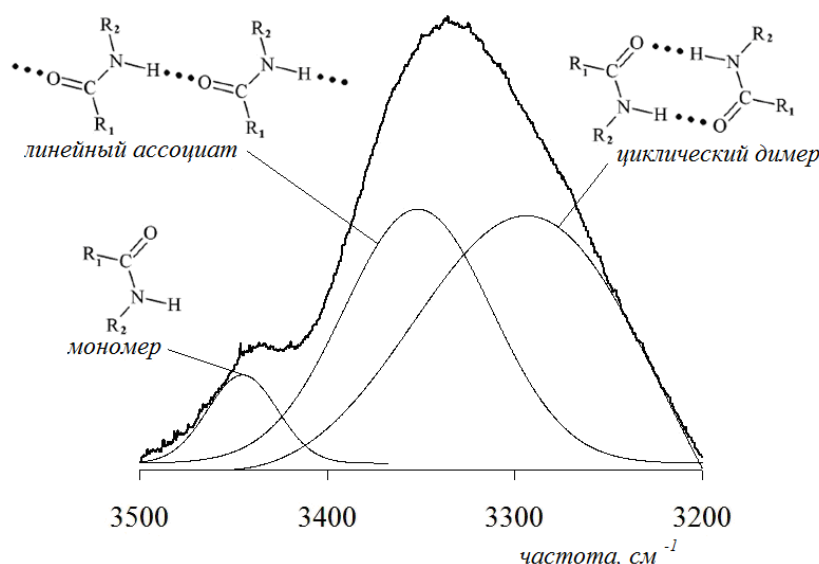


Рис. 1 - Деконволюция экспериментального ИК-спектра N,N-[3-(диэтиламино)пропил]метакриламида в толуольном растворе (30% масс.) в области полосы поглощения Амид-А

С использованием ИК-спектроскопии и компьютерного моделирования было исследовано влияние структуры и размера углеводородных фрагментов заместителей в молекулах шести N,N-[(диэтиламино)алкил](мет)акриламидов (ДЭАА) на самоассоциацию амидов в толуольных растворах в широком диапазоне концентраций (0.5-50 % масс.). Найдено, что доля свободных молекул ДЭАА в толуоле во всех случаях находится в обратной зависимости от концентрации аминокриламинов, в то время как доля молекул в линейных ассоциатах увеличивается с ростом концентрации ДЭАА. Доля циклических димеров слабо зависит от концентрации аминокриламинов. Установлено, что увеличение размера заместителя в молекуле ДЭАА приводит к снижению общей степени ассоциации аминокриламинов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-33-00576 мол_а.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ N,N-[(ДИЭТИЛАМИНО)АЛКИЛ](МЕТ)АКРИЛАМИДОВ НА КИНЕТИКУ ИХ ГОМОПОЛИМЕРИЗАЦИИ

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
(Дзержинский филиал)

²Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

В ходе проводимых исследований, направленных на расширение мономерной базы для практического освоения стимулчувствительных полимеров на основе перспективного класса диалкиламиноалкил(мет)акриламидов, были синтезированы шесть N,N-[(диэтиламино)алкил](мет)акриламидов (ДЭАА) с различной структурой заместителя и наличием или отсутствием метильного заместителя в винильной группе.

Целью данной работы стало исследование особенностей гомополимеризации полученных мономеров и установления влияния структуры ДЭАА на скорость их растворной полимеризации.

Скорость гомополимеризации аминокриламидов исследовали dilatометрическим методом в стеклянных dilatометрах объемом 5 мл с калиброванным капилляром при температуре 60 °С в присутствии инициатора радикальной полимеризации - азобисизобутиронитрила в концентрации 0,05 моль/л. Концентрация мономеров в толуольных растворах составляла 20 % масс.

Результаты проведенных исследований показывают, что влияние на протекание полимеризации ДЭАА оказывает структура заместителя, а также то, к акриловому или метакриловому классу относится мономер.

Увеличение алкильной группы и её разветвленности в заместителе мономера приводит к снижению достигаемых конверсий как для акриловых мономеров, так и в случае метакриловых замещенных амидов. Причиной такого влияния заместителя может быть стерический эффект.

В ходе проводимых исследований выявлены отличия в кинетике полимеризации между акриловыми и метакриловыми мономерами. Установлено, что в случае метакриловых ДЭАА скорость полимеризации в условиях эксперимента слабо менялась в ходе синтеза, и зависимость конверсии от времени близка к линейной. Для акриловых мономеров обнаружены области ускорения и торможения реакции полимеризации. Ускорение полимеризации приходится на участок конверсий 5-20 %, снижение скорости полимеризации приходится на область конверсий 60-80%. Последний эффект связан с исчерпанием мономера при глубоких степенях превращения, диффузионными ограничениями элементарных реакций при повышении вязкости смеси и связанным с этим "эффектом клетки", снижающим эффективность инициатора. Участок снижения скорости полимеризации не наблюдался для метакриловых мономеров в связи с достижением относительно низких конверсий (до 60%) и меньших вязкостей реакционных смесей. Эффект ускорения полимеризации, наблюдаемый для акриловых мономеров, может быть связан с диффузионным торможением реакции бимолекулярного обрыва.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-33-00576 мол_а.

**ГЕТЕРОГЕННЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ
ФОСФОРНОВОЛЬФРАМОВОЙ КИСЛОТЫ**

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

Катализаторы на основе вольфрам-содержащих полиоксометаллатов (ПОМ) хорошо зарекомендовали себя в качестве эффективных катализаторов окисления различных органических субстратов, таких как олефины и терпены, спирты и др. Не смотря на высокую активность каталитических систем на основе ПОМ, проблема выделения и повторного использования не позволяет им найти широкого применения в промышленности. Решением данной проблемы является иммобилизация ПОМ на инертных носителях.

Данная работа посвящена поиску способов иммобилизации фосфорновольфрамовой кислоты на стирол-дивинилбензольных полимерных матрицах, модифицированных четвертичными аминами. В качестве носителя использовали макропористый сильноосновный анионит в хлоридной форме Iewatit S 6368 A. В качестве ПОМ использовали фосфорновольфрамую кислоту $[PW_{12}O_{40}]^{3-}$ (PW12).

Для иммобилизации ПОМ выбрано два основных метода:

1. Нанесение PW12 на анионит с последующим переводом в пероксоформу. К водному раствору PW12 добавляли анионит. Полученную массу выдерживали при перемешивании при комнатной температуре в течение 4 ч смесь. Далее смолу отделяли от раствора, промывали водой, и сушили под вакуумом при 40 °С. (PW12/Анионит). Для перевода в оксоформу образец PW12/Анионит обрабатывали 30% раствором пероксида водорода при 70 °С до полного разложения H_2O_2 . Модифицированный анионит отделяли от раствора, промывали водой, сушили под вакуумом при 40 °С (оксоPW12/Анионит).

2. Иммобилизация на анионите предварительно приготовленного пероксокомплекса фосфорновольфрамовой кислоты. PW12 переводилась в пероксокомплекс $[PO_4\{WO(O_2)_2\}_4]^{3-}$ в растворе H_2O_2 с добавлением H_3PO_4 при 40 °С в течение 4 ч. В полученный раствор вносили анионит и массу выдерживали при 70 °С до полного разложения пероксида водорода. Далее модифицированный анионит отделяли от раствора, тщательно промывали и сушили под вакуумом при 40 °С (PW4/Анионит).

Полученные образцы испытывали в качестве катализатора эпоксицирования метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК) рапсового масла пероксидом водорода. Процесс эпоксицирования проводили в среде ацетонитрила (массовая доля МЭЖК – 1%, мольное соотношение МЭЖК: $H_2O_2=1:8$, содержание катализатора – 15.5 г/л) при температуре 70 °С. Результаты каталитических испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты каталитических испытаний через 4 часа проведения процесса

Катализатор	Конверсия МЭЖК, %	Селективность по эпоксидам, %	Конверсия пероксида водорода, %
PW12/Анионит	34,9	35,6	73,5
оксоPW12/Анионит	48,7	41,8	93,4
PW4/Анионит	71,6	86,6	26,3

Как видно из таблицы, наибольшую каталитическую активность в процессе эпоксицирования МЭЖК показал образец PW4/Анионит. Дальнейшие исследования будут направлены на исследование влияния текстурных и структурных свойств полимерных матриц (пористость, тип заместителей, ионная форма, основность и др.) на активность каталитических систем.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00550.

ИССЛЕДОВАНИЕ НУКЛЕОФИЛЬНОГО ПРИОЕДИНЕНИЯ ДИЭТИЛАМИНА
К N-[3-(ДИАЛКИЛАМИНО)ПРОПИЛ](МЕТ)АКРИЛАМИДАМ¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева
(Дзержинский филиал)²Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

Для разработки эффективного метода получения катионных ПАВ была исследована реакция нуклеофильного присоединения диэтиламина к амфифильным акриламидным производным по реакции Михаэля. Синтез характеризуется высокой эффективностью, а также дешевыми и легкодоступными реагентами.

В задачи данной работы входило исследование влияния природы катализатора и начальной концентрации реагентов в реакционной смеси на кинетику нуклеофильного присоединения диэтиламина к N-[3-(диметиламино)пропил]метакриламиду (ДМАПМА) и N-[3-(диэтиламино)пропил]акриламиду (ДЭАПА) в водных растворах.

Ранее нами было установлено, что каталитическая активность у органических солей переходных металлов значительно выше, чем у их минеральных аналогов. Поэтому были исследованы реакции, катализируемые ацетатами кобальта (II) и марганца (II). Синтез проводили при 100 °С и начальной концентрации аминокриламидов от 10 до 50% масс. Показано, что ацетат марганца (II) проявляет большую каталитическую активность по сравнению с ацетатом кобальта (II). Можно видеть (рисунок 1), что в первом случае за 30 мин синтеза конверсия достигает 67 %, а во втором только 40 %. Также установлено влияние начальной концентрации реагентов на скорость химической реакции в присутствии ацетата марганца (рисунок 2). Обнаружено, что максимальные конверсии достигаются при начальном содержании ДМАПМА 20 % масс и снижаются при дальнейшем увеличении концентрации амида.

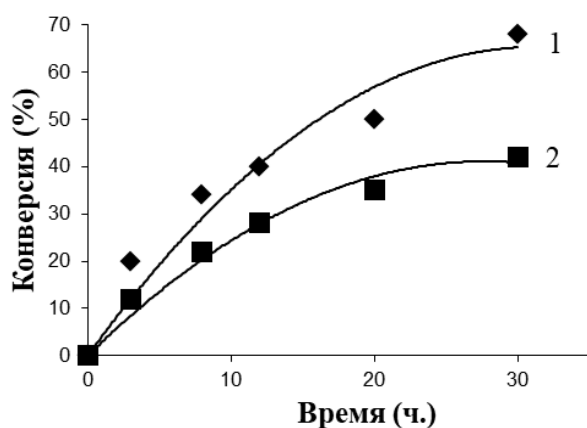


Рис. 1 - Влияние катализатора на конверсию ДМАПМА. Катализаторы: (CH₃COO)₂Mn (1), (CH₃COO)₂Co (2)

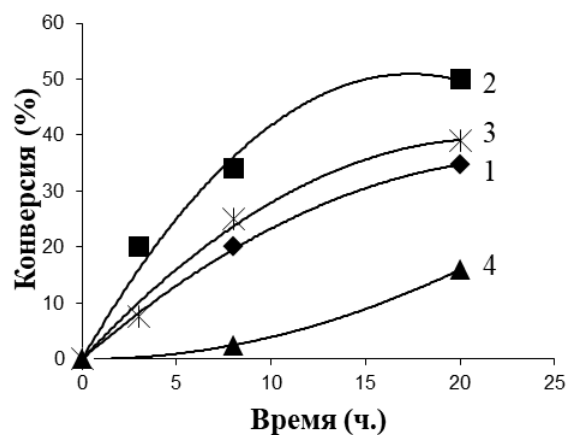


Рис. 2 - Влияние начальной концентрации ДМАПМА на его конверсию. Начальная концентрация ДМАПМА: 10% (1), 20% (2), 30% (3), 50% (4)

КРЮЧКОВ С.С., АТЛАСКИН А.А., ЯНБИКОВ Н.Р.,
СМОРОДИН К.А., ПЕТУХОВ А.Н., ТРУБЯНОВ М.М.,
ВОРОТЫНЦЕВ В.М., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРИСУТСТВИЯ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ В СОРБЕНТЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА МЕТОДОМ МЕМБРАННО-АБСОРБЦИОННОГО ГАЗОРАЗДЕЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В России добыча природного газа достигает 550-600 млрд.м³ в год. Кроме метана в составе добытого природного газа присутствуют нежелательные примеси, такие как сероводород и диоксид углерода, которые являются сильно токсичными и вызывают сильную коррозию при контакте с металлами.

В настоящее время, в области химической технологии очистки газов традиционно применяются энергоемкие процессы, такие как: химическая сорбция, аминная очистка, кристаллизация, дистилляция и другие. Из всех вышеупомянутых подходов удаление кислых газов с помощью аминов является доминирующей в этой промышленной отрасли. На ряду с неоспоримыми техническими возможностями, этот процесс характеризуется рядом серьезных недостатков, включая коррозию трубопроводов и оборудования, высокие инвестиционные затраты, потерю сорбирующего раствора из-за его деградации, а также потенциальные экологической угрозы.

Альтернативным решением является разработка новых энергоэффективных процессов очистки природного газа, например, основанных на комбинировании методов мембранного газоразделения и сорбционных процессов. Таким образом, в рамках этого исследования был предложен новый подход к удалению кислых газов (CO₂ и H₂S) – метод мембранно-абсорбционного газоразделения. Этот метод разделения представляет собой комбинацию абсорбции газа жидким абсорбентом, размещенным на мембране, с дальнейшим переносом компонентов через мембрану. Кроме того, этот процесс обеспечивает разделение в объеме одного массообменного аппарата, а наличие системы мембрана-абсорбент позволяет достичь высоких показателей селективности благодаря высокой растворимости CO₂ и H₂S. При этом такой аппарат не требует подачи и/или отвода тепла, характеризуется масштабируемой конструкцией и может применяться как индивидуально, так и в качестве конечной стадии технологического маршрута.

В рамках настоящего исследования была проведена экспериментальная оценка влияния присутствия ионных жидкостей в сорбенте на эффективность разделения бинарных газовых смесей: CH₄/CO₂ и CH₄/H₂S с содержанием CO₂ 20 об.% и H₂S 5 об.% соответственно. Сравнение эффективности процесса проводилось с использованием четырех различных абсорбентов: МДЭА, МДЭА+[bmim][Tf₂N], МДЭА+[bmim][PF₆], МДЭА+[bmim][BF₄].

Эффективность разделения оценивалась по содержанию целевого компонента – метана. Состав газового потока определялся методом газовой хроматографии. Было экспериментально показано, что наибольшая эффективность разделения достигается при использовании абсорбента МДЭА + [bmim][Tf₂N]. Кроме того эффективность предложенного метода сравнивалась с методом традиционного мембранного газоразделения. Было достигнуто увеличение эффективности выделения кислых газов методом мембранно-абсорбционного газоразделения в сравнении с традиционным методом мембранного газоразделения в процессе выделения CO₂ на 8,3 об.% и H₂S на 2,7 об.%.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00846 мол_а

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ДИСМУТАЦИИ ТРИЭТОКСИСИЛАНА
ПО ИОНООБМЕННОЙ СМОЛЕ В ФОРМЕ СВОБОДНОГО ОСНОВАНИЯ
С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ OPERANDOFTIR**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

На данный момент большая часть поликристаллического кремния производится с помощью Сименс-процесса и его модификаций. Сименс-процесс имеет существенные недостатки, такие как: высокая стоимость продукта, высокое энергопотребление (около 100 кВт·ч/кг) из-за необходимости поддержания высоких температур (850–1000 °С), образование высокотоксичных и агрессивных соединений (SiCl_4 , HCl , Cl_2), малая скорость процесса (около 1 кг / ч) [1,2]. Основной альтернативой Сименс-процессу является UnionCarbide процесс. Основная идея последнего заключается в получении поликремния путем термического разложения моносилана, полученного путем дисмутации трихлорсилана, катализируемой ионообменными смолами, содержащими четвертичные аммониевые группы. Преимуществами этого процесса являются низкие температуры (80 °С) и, следовательно, низкое энергопотребление, более высокий уровень безопасности для людей и окружающей среды [3]. Силан может быть получен не только путем диспропорционирования трихлорсилана, но также путем каталитической дисмутации триэтоксисилана. Этот способ имеет такие преимущества по сравнению с предыдущим, как простота разделения продуктов (силан является единственным газообразным продуктом реакции), безопасность (триэтоксисилан и тетраэтоксисилан гораздо менее летучие и токсичные, чем их хлорсодержащие аналоги), простота конструкции реакционного аппарата.

Чтобы исследовать природу взаимодействия между TES и анионообменной смолой ТОКЕМ 320 в ОН-форме, проводился FTIR-анализ систем TES - AmberlystA21 и TES - AmberlystA21 – метилэтилкетон (МЭК). Кроме того, была исследована температурная стабильность каталитического комплекса, образующегося в ходе реакции.

Согласно полученным данным, пентакоординированные силиконаты формируются после подачи в камеру с TES Amberlyst A21. Реакция между TES и ионообменной смолой протекает довольно быстро, и каталитический комплекс проявляет стабильность по меньшей мере до 100 °С (чистая ионообменная смола начинает разлагаться при 40 °С). Система, содержащая гидроксид-анионы TES - Amberlyst A21 реагирует с карбонильным соединением с образованием кремниевого производного соответствующего спирта. Упомянутые выше наблюдения позволили сделать вывод о том, что диспропорционирование TES по сравнению с ионообменной смолой, содержащей гидроксид-анионы, вероятно, будет протекать как реакция обмена между пентакоординированным кремниевым комплексами другой молекулой этоксисилана, которая дает тетраэтоксисилан и менее замещенную молекулу силана

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-33-00914).

Библиографический список

1. **A.F.B. Braga**, S.P. Moreira, P.R. Zampieri, J.M.G. Bacchin, P.R. Mei, Sol. Energy Mat. Sol. Cells 92 (2008) 418–24
2. **B.S. Xakalash**e, M. Tangstad, South. Afr. Pyromet. 2011 Int. Conf. (Johannesburg: Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2011) p 83
3. **A. Ciftja**, T.A. Engh, M. Tangstad Refining and Recycling of Silicon: A Review (Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2008)

СИНТЕЗ ВЫСОКОЧИСТЫХ МОНОДИСПЕРСНЫХ НАНОЧАСТИЦ TiO₂ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПОТОКОВОЙ ЛЕВИТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наночастицы диоксида титана TiO₂ занимают лидирующее место на рынке нанопорошков как продукт, применяемый во многих областях промышленности. TiO₂ используют в качестве основы в фотокатализе для разложения органических соединений; в качестве белого пигмента для красок или косметики; диоксид титана является распространенным материалом для фотоэлектрических элементов и представляется интересным в качестве диэлектрического материала для ультратонких конденсаторов следующего поколения из-за его высокой диэлектрической проницаемости.

В работе для синтеза наночастиц TiO₂ применяется «новый» метод - электромагнитная потоковая левитация ЭМЛ. ЭМЛ является одностадийным процессом синтеза наночастиц. Особенности метода заключаются в бесконтактном нагреве металла, что позволяет минимизировать загрязнение продукта. Среди многих методов получения наночастиц этот метод обладает высокой производительностью и низким уровнем загрязнения окружающей среды.

В рамках работы была смоделирована и разработана установка электромагнитной потоковой левитации для синтеза наночастиц. В качестве затравочного материала использовался чистый титан, газообразный аргон в качестве среды для конденсации и газообразный кислород в качестве окислителя наночастиц. Установка для синтеза наночастиц состоит из кварцевой трубки, расположенной внутри индукционной катушки специальной формы для удержания образца в состоянии левитации. Катушка подключена к источнику питания радиочастотного генератора, работающего на частотах 700 кГц и мощности 5 кВт. Сконденсированные частицы собирались в этаноле.

Морфологию и структуру синтезированных наночастиц охарактеризовали с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM Philips X230) и XRD (Bruker, D8 ADVANCE с анодом CuKα) и измеряли размер частиц с помощью инструментов для обработки изображений. Наночастицы TiO₂ имели сферическую форму, размер которых зависел от скорости потока газа, используемого в процессе. С помощью СЭМ определены размеры полученных наночастиц. При расходе Ar 15 л/мин и расходе O₂ 10, 20 и 30 л/ч при давлении 760 мм.рт.ст. получены частицы сферической формы со средним размером 78,34 ± 58, 59,11 ± 27 и 119,08 ± 38 нм соответственно.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант № 17-73-20275)

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛ-ОРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР В РЕАКЦИИ ЭПОКСИДИРОВАНИЯ

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

В настоящее время исследования в области использования возобновляемого растительного сырья для получения важных химических продуктов являются одним из наиболее приоритетных и актуальных направлений. Перспективным видом такого сырья являются получаемые из непищевых растительных масел эпоксицированные эфиры жирных кислот, ко-

которые могут быть использованы для получения новых экологичных пластификаторов-стабилизаторов поливинилхлорида (ПВХ). Эпоксидированные эфиры жирных кислот обычно получают в процессе эпоксидирования ненасыщенных метиловых эфиров перекисью водорода в присутствии катализатора. В качестве гетерогенных катализаторов процесса эпоксидирования в научной и патентной литературе предлагается использовать титан-силикалиты, катионообменные смолы и другие. Однако наиболее перспективными каталитическими системами для осуществления процесса эпоксидирования пероксидом водорода являются каталитические системы на основе металл-органических каркасных структур.

На сегодняшний день наиболее известными и изученными мезопористыми MOF являются структуры на основе строительного блока $M_3O(OOC)_6$. В данных структурах в качестве мостикового лиганда чаще всего используется терефталевая кислота (BDC). В ходе исследования были синтезированы MOF на основе терефталевой кислоты и таких металлов как хром (III), железо (III) и алюминий (III) (Cr-MIL-101, Fe-MIL-101 и Al-MIL-101 соответственно). MIL-101 синтезировали в гидротермальных условиях при температуре 220 °C в течение 8 ч. После синтеза полученную суспензию центрифугировали для отделения кристаллов из раствора. Затем MOF промывали горячей водой, этанолом и ацетоном. Полученные металл-органические каркасные структуры сушили в вакуумном сушильном шкафу при температуре 40 °C в течение 5 ч.

Полученные MOF были испытаны в качестве катализаторов процесса эпоксидирования метиловых эфиров жирных кислот (МЭЖК) пероксидом водорода. Cr-MIL-101 проявили высокую активность. За первые 4 часа проведения процесса было израсходовано порядка 80 % пероксида водорода, при этом конверсия МЭЖК составила 30 %. Однако среди продуктов реакции эпоксидированных МЭЖК обнаружено не было. При использовании Fe-MIL-101 и Al-MIL-101 конверсия эфиров не превысила 5 % за 4 ч ведения процесса, что делает возможным применение данных металл-органических каркасных структур в качестве носителей.

В качестве катализатора наносимого на MIL-101 использовался комплекс Venturello $PO_4[W(O_2)_2]_4 (PW_4)$. PW_4 на Al-MIL-101 показал низкую каталитическую активность в процессе эпоксидирования. Конверсия эфиров не превышала 5 % после 4 ч ведения процесса, а селективность по эпоксидам составила 3 %. Гораздо лучшую каталитическую активность проявил катализатор PW_4 на Fe-MIL-101. За 4 ч конверсия метиловых эфиров превысила 40 % при селективности образования эпоксидов 52 %. Следует так же отметить, что при повторном использовании данный катализатор не потерял своей каталитической активности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00550.

УДК 541.64

ОЖОГИН С.А.¹, САДИКОВ А.Ю.^{1,2}, ОРЕХОВ Д.В.¹

ЗАГУЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА СОПОЛИМЕРОВ МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И АЛКОКСИ(C12-C14)ОЛИГО(ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ)МЕТАКРИЛАТОВ

¹Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Водорастворимые гидрофобно-модифицированные полимеры (мет)акриловой кислоты широко применяются в качестве ассоциирующихся загустителей и модификаторов реологии водных и водно-органических систем в составе водорастворимых красок, косметических продуктов, средств личной гигиены и т.д. Конформация и, как следствие, загущающие свойства указанных полимеров в растворах обусловлены конкуренцией электростатического отталкивания заряженных групп и обратимой внутри- и межмолекулярной ассоциации гидрофобных фрагментов. Загущающие свойства гидрофобно-модифицированных полимеров ме-

такриловой кислоты можно изменить введением в гидрофобные звенья гидрофильных мостиков (спейсеров) разной длины. Такой вариант может быть реализован, в частности, при использовании в качестве гидрофобных прекурсоров алкоксиолиго(этиленгликоль) метакрилатов.

В ходе работы было исследовано влияния гидрофильных олигоэтиленгликолевых спейсеров на загущающие свойства сополимеров метакриловой кислоты и алкокси(С12-С14)олиго(этиленгликоль)метакрилатов в водных растворах и смесях воды и пропиленгликоля. В качестве гидрофобных сомономеров для синтеза загустителей были использованы алкокси(С12-С14)олиго(этиленгликоль)метакрилаты, содержащие линейную алкильную группу в спиртовой части молекулы, связанную с метакрилоильным фрагментом через оксиэтилированную цепочку различной длины. Состав исследуемых гидрофобно-модифицированных полимеров метакриловой кислоты представлен на рис. 1.

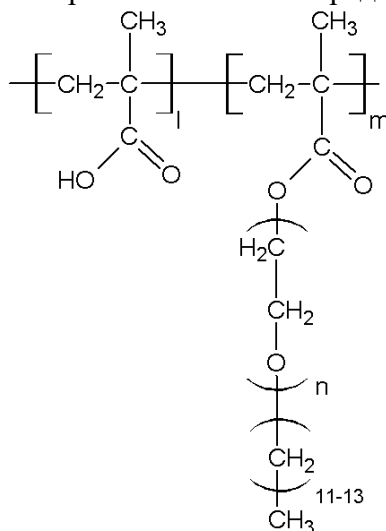


Рис. 1 - Структурная формула исследуемых гидрофобно-модифицированных полимеров метакриловой кислоты

Было найдено, что наличие гидрофильных спейсеров улучшает загущающие свойства полимера. При этом длина спейсеров имеет оптимальное значение, соответствующее максимальной загущающей способности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-33-00989 м

УДК 541.64

ОРЕХОВ Д.В.¹, САДИКОВ А.Ю.^{1,2}, ОЖОГИН С.А.¹

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГИДРОФОБНО МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИАКРИЛАМИДА

¹Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Гидрофобно модифицированный полиакриламид (ГМПАА) с небольшим количеством (как правило, менее 2 мол.%) гидрофобного мономера, включенного в основную цепь полимера, привлекает все большее внимание исследователей в связи с его уникальными реологическими свойствами. Области его применения включают моющие средства, очистку сточных вод, биомедицинские продукты, краски, производство бумаги, повышение нефтеотдачи и т.д. Одна из основных трудностей получения гидрофобно модифицированного полиакриламида связана с нерастворимостью гидрофобных сомономеров в воде. Основным способом получения ГМПАА является мицеллярная полимеризация. В этом методе гидрофобный сомономер

солубилизируется в мицеллах внешнего ПАВ и затем сополимеризуется с растворенным акриламидом в водной среде. В результате образуется ГМПАА с микроблочной структурой. Однако обычная мицеллярная сополимеризация имеет ряд недостатков. Полученный полимер должен пройти сложный процесс последующей обработки для удаления поверхностно-активных веществ с целью получения чистого продукта. Кроме того, обычные поверхностно-активные вещества и их примеси будут оказывать негативное влияние на процесс полимеризации.

Данная проблема может быть решена использованием мономерных поверхностно-активных веществ (сурфомеров). Их молекулы имеют не только амфифильную структуру, но также содержат двойные связи, способные участвовать в полимеризации. Наличие гидрофильной группы в сурфомере позволяет также получать ГМПАА с повышенным содержанием гидрофобных звеньев при условии сохранения растворимости в водных растворах.

В данной работе в качестве сурфомеров были использованы алкоксиолиго(этиленгликоль)метакрилаты (АОЭГМА). АОЭГМА являются аналогом оксиэтилированных жирных спиртов, которые содержат вместо концевой гидроксильной группы метакрилоильный фрагмент. На рисунке 1 представлена общая структурная формула АОЭГМА.

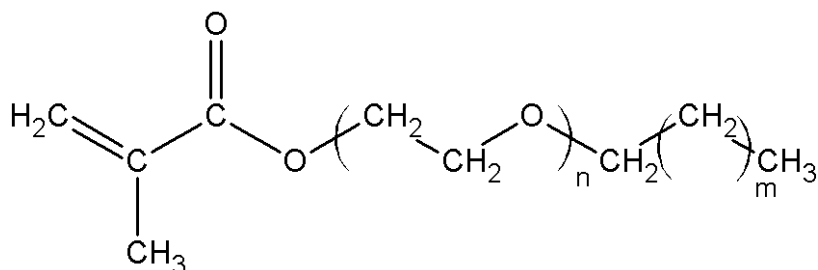


Рис. 1 - Структурная формула сурфомеров

В ходе работы было исследовано влияние условий синтеза, количества и структурных характеристик АОЭГМА на молекулярно-массовые характеристики ГМПАА, а также на гидродинамические и реологические свойства водных растворов и солевых растворов при различных условиях (концентрация полимеров, температура).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-33-00989 мол_a.

УДК 541.138.3

ОРЛОВ Д.А., БАЧАЕВ А.А., УШАКОВ П.А.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОКИСЛИТЕЛЕЙ И КИСЛОТНОСТИ РАСТВОРА ХЛОРИДА НАТРИЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ТИТАНА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

При получении каустической соды методом мембранного электролиза имеет место коррозия титановой оболочки ячейки на фланцах под уплотнениями. В условиях ограниченного объема электролита происходит разрушение титана по механизму щелевой коррозии. В щелях окислитель расходуется на образование пассивной пленки быстрее, чем он может диффундировать туда из объема раствора. Металл внутри щели растворяется с образованием избытка положительных ионов Ti^{2+} , заряд которых компенсируется миграцией в щель хлорид-ионов. Образующийся хлорид титана неустойчив и склонен к гидролизу с образованием HCl . Эта реакция в условиях крайне ограниченного пространства щели может привести к снижению pH раствора до значений ≤ 1 .

Для изучения влияния окислителей, исследование проводилось в растворе анолита из промышленного электролизера, содержащего растворенный хлор и хлоркислородные соеди-

нения ($E_{\text{RedOx}} = 1,35 \text{ В}$) и растворе NaClс концентрацией 210 г/л ($E_{\text{RedOx}} = 0,74 \text{ В}$). Для изучения влияния кислотности, растворы подкислялись до значений рН от 4 до 1.

В качестве исследуемого электрода использовалась титановая пластина из оболочки ячейки электролизера. В ходе эксперимента снимались анодные потенциодинамические поляризационные кривые на титане в растворах, различающихся по составу и величине рН.

При сравнении кривых, полученных в растворах при разных величинах рН, был сделан вывод о том, что закисление раствора приводит к ускорению коррозионного процесса независимо от присутствия окислителей в растворе. Для раствора NaCl наблюдается повышение плотности тока в пассивной области (от 100 до 1400 мВ) – при $E = 1000 \text{ мВ}$ от $0,3 \text{ мА/см}^2$ при рН=4, до $0,5 \text{ мА/см}^2$ при рН=1, в то время как для раствора анолита увеличивается соответственно от близкой к нулю до $0,05 \text{ мА/см}^2$.

Из сравнения кривых, полученных при одинаковых величинах рН, следует, что в растворе NaCl, помимо отличающегося хода поляризационной кривой, титан имеет значительно более отрицательный стационарный потенциал и токи в областях активного растворения и полной пассивации примерно в 10 раз выше по сравнению с раствором анолита. При переходе от рН=4 до рН=1 для раствора NaCl наблюдается затруднение перехода титана в пассивное состояние, потенциалы начала пассивации и полной пассивации смещаются соответственно от -470 мВ до -390 мВ , от -100 мВ до $+100 \text{ мВ}$. Для раствора анолита наблюдается обратная зависимость, закисление раствора несколько облегчает наступление пассивного состояния и расширяет область полной пассивации. Для раствора анолита при рН=4 наблюдается практически нулевая скорость коррозии, а при переходе от рН=3 до рН=1 потенциал полной пассивации смещается от $+300 \text{ мВ}$ до $+180 \text{ мВ}$.

Таким образом, содержание окислителей, в частности хлоратов, растворенного хлора и гипохлорит-иона оказывает положительное действие на коррозионную стойкость титана в растворах хлоридов. Снижение рН раствора хлорида натрия, в целом, оказывает меньшее влияние на коррозию титана по сравнению с присутствием окислителей.

Библиографический список

1. O'Brien, T.F., Vommaraju, T.V., Hine, F. Handbook of Chlor-Alkali Technology. – NY: Springer, 2005. Vol. 1-2.
2. Фокин, М.Н., Рускол, Ю.С., Мосолов, А.В. Титан и его сплавы в химической промышленности. Справочное пособие. – Л., «Химия», 1978. – 202 с.

УДК 542.934.8

ОТОПКОВА К.В., БЕЛОУСОВ А.С.,
ЕСИПОВИЧ А.Л., ЗАВРАЖНОВ С.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕГИДРАТАЦИИ ГЛИЦЕРИНА В АКРИЛОВУЮ КИСЛОТУ

Дзержинский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время резко интенсифицировались исследовательские работы по использованию возобновляемого растительного сырья для получения важных химических продуктов. Одним из перспективных видов такого сырья является глицерин, образующийся в качестве сопутствующего продукта при производстве биодизельного топлива. Перспективным направлением использования избыточного глицерина является его превращение в акриловую кислоту.

Процесс окислительной дегидратации глицерина в акриловую кислоту проводили в двух последовательных реакторах. В первый реактор между слоями инертной насадки загружали 1 г катализатора 30ПОМ/ γ - Al_2O_3 (ПОМ – полиоксометаллат, 30 – содержание поли-

оксометаллата в каталитической системе, % масс.). Во второй реактор между слоями инертной насадки загружали 1 г катализатора промышленного катализатора окисления акролеина в акриловую кислоту, состоящего из оксидов висмута, молибдена, меди, нанесенных на инертный носитель (кварц аморфный плавленый). Эксперименты проводили при температуре 280–330 °С. В первый реактор дегидратации глицерина с постоянным расходом (0.2 см³/мин) подавали 10 %-ный водный раствор глицерина. Во второй реактор окисления акролеина до акриловой кислоты с определенным расходом подавали воздух и азот.

Среди испытанных катализаторов первой стадии ($30\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, $30\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $30\text{H}_4\text{SiMo}_{12}\text{O}_{40}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) наибольшее значение выхода акриловой кислоты (50 %) было достигнуто при использовании на первой стадии системы $30\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ при 330 °С и мольном соотношении акролеин:O₂:N₂:H₂O на входе в каталитическую зону – 0.026:0.052:0.150:0.534. Хромато-масс-спектрометрический анализ показал, что в реакционной массе также содержались небольшие количества побочных продуктов окисления акролеина – оксидов углерода, муравьиной и уксусной кислот.

Выход акриловой кислоты 34 % был получен при проведении процесса окислительной дегидратации глицерина в акриловую кислоту при меньшем содержании кислорода в исходном потоке (мольное соотношение акролеин:O₂:N₂:H₂O = 0.026:0.026:0.124:0.586). Повышение мольного соотношения акролеин:O₂ до 0.026:0.078 не обеспечивало увеличения выхода целевого продукта и, таким образом, нецелесообразно.

Снижение температуры процесса привело к значительному уменьшению выхода акриловой кислоты. Так, при 300 °С выход акриловой кислоты не превышал 20 %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00159.

УДК 662.756

РОГОЖИН А.Е., ЕСИПОВИЧ А.Л., КАНАКОВ Е.А.,
БАЛОВА А.С., ВЕТРОВА Д.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА ПОЛИГЛИЦЕРОКСИДА КАЛЬЦИЯ НА ЕГО КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ

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

В условиях сокращения запасов ископаемых ресурсов и постоянного загрязнения окружающей среды возрастает интерес к возобновляемым источникам энергии. Одним из видов такой энергии является биодизельное топливо. Биодизель не содержит соединений серы, не токсичен и полностью биоразлагается. Среди других преимуществ биодизельного топлива можно отметить: хорошие смазочные свойства; высокое цетановое число; высокую температуру вспышки и т.д. МЭЖК получают из растительного сырья в процессе каталитической переэтерификации растительных масел метанолом. Перспективным катализатором данного процесса является полиглицероксида кальция.

Исследования влияния условий синтеза полиглицероксида кальция на его каталитическую активность показали, что скорость переэтерификации в присутствии полиглицероксида кальция, полученного из прокаленного оксида кальция выше, чем при использовании катализатора, полученного из коммерческого оксида кальция при тех же условиях. Однако предварительная термическая активация оксида кальция требует использования дорогостоящих печей для обжига и существенных затрат энергии, что в конечном итоге приводит к существенному увеличению стоимости производства полиглицероксида кальция. При использовании в качестве исходного сырья непрокаленного оксида кальция активность образцов катализатора зависит от таких факторов как температура ведения процесса, мольное соотно-

шение реагентов и время ведения синтеза. Среди испытанных образцов, наибольшую активность в процессе переэтерификации показал катализатор, синтезированный при 80 °С. Выход биодизеля при использовании данного катализатора составил 94 % за 3 часа ведения процесса, что сопоставимо с результатами, полученными при использовании полиглицероксида кальция, полученного из термически активированного оксида кальция. По стехиометрии реакции для получения полиглицероксида кальция на 1 моль оксида кальция должно приходиться 2 моля глицерина. Однако было установлено, что катализатор, полученный при мольном соотношении глицерин:оксид кальция равном 3:1, проявляет слабую каталитическую активность в процессе переэтерификации. Данное явление связано с тем, что при использовании небольшого избытка глицерина скорость образования и равновесный выход полиглицероксида кальция существенно снижаются, в результате чего наработанный катализатор содержит значительное количество непрореагировавшего оксида кальция, характеризующегося низкой каталитической активностью. Увеличение избытка глицерина до 6-9 моль на 1 моль оксида кальция при проведении процесса синтеза полиглицероксида кальция позволяет существенно повысить активность получаемых катализаторов. Дальнейшее увеличение избытка глицерина не привело к улучшению активности катализатора. В ходе исследования было определено и оптимальное время синтеза полиглицероксида кальция, которое обеспечивает получение катализатора с максимальной каталитической активностью. На основании проведенных исследований были выбраны следующие оптимальные условия синтеза полиглицероксида кальция: температура – 80 °С; соотношение глицерин:оксид кальция – 9:1 (мол.); время проведения процесса – 10 ч.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00550.

УДК 541.64

САВИНОВА М.В., АРИФУЛЛИН И.Р., БОЛЬШАКОВА Е.А.

ОСАДИТЕЛЬНАЯ СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ И N,N-ДИАЛКИЛАМИНОМЕТИЛМЕТАКРИЛАМИДОВ

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

В последние годы все более активно исследуются полимерные загустители ассоциативного типа, содержащие, наряду с преобладанием гидрофильных звеньев, небольшую долю гидрофобных n-алкильных цепочек, обеспечивающих повышение вязкости за счет эффектов ассоциации. Полимеры такого типа находят широкое применение в составах водосодержащих лакокрасочных материалов, косметических и фармацевтических препаратов, а также водо-глицеролевых противообледенительных жидкостей (для предполетной обработки самолетов в зимних условиях). Важным классом ассоциативных полимеров является гидрофобно-модифицированная полиакриловая кислота (ГМ-ПАК).

В данной работе был синтезирован ряд полимеров на основе акриловой кислоты, содержащих звенья гидрофобного аминосодержащего мономера - N,N-дибутиламинометилметакриламида. Для получения гидрофобного мономера был использован метод синтеза по реакции Манниха путем взаимодействия метакриламида с формальдегидом и дибутиламином в двухфазных водно-органических системах.

Образцы ГМ-ПАК были получены путем осадительной сополимеризации АК и аминамида в среде этилацетата. В качестве инициатора использовался 2,2'-азо-бис-(2,4-диметилвалеронитрил) в количестве 0.1 % мол. от суммы мономеров. По окончании синтеза выпавший продукт отделялся от маточника фильтрованием, промывался избытком этилацетата для удаления непрореагировавших мономеров и инициатора и сушился под вакуумом до постоянной массы. Структурная формула синтезированных гидрофобно-модифицированных полимеров АК представлена на рисунке 1.

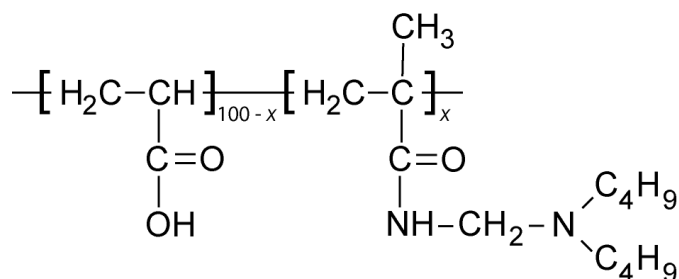


Рис. 1 - Структурная формула синтезированной ГМ-ПАК

Перед определением молекулярно-массовых характеристик полученных ГМ-ПАК проводили частичную этерификацию звеньев АК метанолом при катализе 4-диметиламинопиридином (5 % мол. от звеньев АК) в присутствии дициклогексилкарбодиимида (ДЦК) в среде ТГФ-метанол (1:1 об.) при температуре 8 °С (30 мин) и 50 °С (6 ч). Мольное соотношение ДЦК : звенья АК составило 1.5 : 1. Продукт этерификации выделяли высаждением в гексане. Анализ молекулярно-массовых характеристик высушенных сополимеров проводили методом гель-проникающей хроматографии на жидкостном хроматографе «Хромос ЖК-301» с рефрактометрическим детектором «Waters 410» и двумя последовательными колонками «Phenogel 10E4A» и «Phenogel 10E6A» (элюент – тетрагидрофуран). В качестве стандарта использовался полистирол.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01021 мол_а.

УДК 66.071.6

СЕРГЕЕВА М.С., ПЕТУХОВ А.Н., ШАБЛЫКИН Д.Н.,
ЧАДОВ А.А., ВОРОТЫНЦЕВ В.М.

ВЛИЯНИЕ ПРОМОТОРОВ ТГФ И Na-ЛС НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГАЗОГИДРАТНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ КСЕНОНА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с возрастающей потребностью в применении ксенона (Xe) в автомобильной, электронной, медицинской и космической промышленности, существует необходимость в создании дополнительного, более энергоэффективного метода получения Xe. В настоящее время метод низкотемпературной ректификации при производстве Xe из воздуха является единственным промышленным методом получения Xe. Однако данный метод обладает рядом недостатков, среди них: малые объемы производства Xe, высокие энергозатраты, а также крупногабаритное и дорогостоящее оборудование. В связи с тем, что концентрация Xe в природном газе [1] на 4 порядка выше концентрации Xe в воздухе [2], нами предложен более энергоэффективный и легко внедряемый в промышленное производство метод мембранно-газогидратной кристаллизации. Данный метод позволяет разделить в едином массообменном аппарате трудно отделяемые компоненты природного газа из-за различных давлений диссоциации газовых гидратов и газовых проницаемостей через мембрану.

В связи с высокой стоимостью Xe, первоначально была проведена экспериментальная интенсификация процесса газогидратной кристаллизации на основе модельной газовой смеси метан (CH₄) – диоксид углерода (CO₂) с концентрациями 81.69 и 18.31 об.%, соответственно, с добавлением термодинамического (тетрагидрофуран (ТГФ)) и кинетического (лаурилсульфат натрия (Na-ЛС)) промоторов процесса гидратообразования с концентрациями 3.80 и 0.30 мас.%, соответственно. Получено, что при увеличении температуры процесса гид-

ратообразования уменьшается время процесса гидратообразования, что связано с повышением скорости движения газовых молекул, что приводит к увеличению скорости заполнения-малых и больших газогидратных полостей.

В водном растворе ТГФ – Na-ЛС при увеличении температуры процесса гидратообразования от 278 до 283 К концентрация CO_2 в газогидратной фазе уменьшается, а концентрация CH_4 увеличивается. Это обусловлено плохой растворимостью CH_4 в ТГФ и на порядок большей растворимостью CO_2 в ТГФ, которая уменьшается с ростом температуры ($s(\text{CH}_4)=0.02$ моль/моль, $s(\text{CO}_2)=0.13$ моль/моль при $T=278$ К и $P=5$ атм).

Также установлено, что образование кубической структуры-II (КС-II) при использовании ТГФ увеличивает конверсию Хе в газогидратную фазу (Хе занимает малые газогидратные полости), т.к. КС-II имеет в 8 раз больше малых газогидратных полостей, чем образованная без использования ТГФ кубическая структура-I (КС-I).

В водном растворе Na-ЛС при увеличении температуры процесса гидратообразования от 272 до 278 К концентрация CO_2 в газогидратной фазе увеличивается, а концентрация CH_4 уменьшается. Это связано с лучшими гидратообразующими свойствами CO_2 .

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант № 17-79-20286).

Библиографический список

1. Способ получения ксенонового концентрата из природного горючего газа, продуктов его переработки, включая техногенные отходящие газы, и устройство для его реализации (варианты) [Текст]: пат. RU2466086C2Рос. Федерация : МПК C01B 23/00, B01D 53/00 / Сметаников В.П. – № 2010105321/05; заявл. 16.02.2010; опубл. 10.11.2012.
2. Air Quality/ Godish T., Davis W.T., Fu J.S. – Boca Raton: CRC Press, 2014. – 542 p.

УДК 66.081.6-278

СМОРОДИН К.А., АТЛАСКИН А.А., ТРУБЯНОВ М.М.,
ЯНБИКОВ Н.Р., ДРОЗДОВ П.Н., ВОРОТЫНЦЕВ И.В., ВОРОТЫНЦЕВ В.М.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ТОПОЧНЫХ ГАЗОВ В МЕМБРАННОМ КАСКАДЕ ТИПА «НЕПРЕРЫВНАЯ МЕМБРАННАЯ КОЛОННА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует запрос на энергоэффективность и экологичность производственных процессов ввиду появления множества экологических проблем, которые требуют немедленного решения. В связи с увеличением количества производств, растет и количество промышленных выбросов, в частности топочных газов, содержащих диоксид углерода, которые оказывают негативное воздействие на производственные узлы и окружающую среду.

Существует ряд традиционных методов очистки промышленных выбросов, но чаще всего для выделения углекислого газа используют метод химической сорбции с применением аминов. Метод аминовой очистки достаточно эффективен, но имеет ряд существенных недостатков: образование побочных химических продуктов, коррозия трубопроводов, необходимость регенерации сорбента и его улавливание. Неоднозначность данного метода оставляет открытым вопрос поиска новых подходов к решению проблемы выделения диоксида углерода из промышленных выбросов.

Одним из перспективных и эффективных решений является метод разделения газов, основанный на применении мембранной технологии. В рамках данного метода можно создавать каскады, состоящие из нескольких мембранных модулей, многократно повышая эффективность разделения газовых смесей. Стоит сказать и о важности характеристик мембраны, которая должна обладать высокой производительностью и селективностью. К сожалению,

материалов, предоставляющих такую высокую разделительную способность достаточно мало.

В качестве рабочей альтернативы предлагается метод выделения диоксида углерода из топочных газов с помощью трёхмодульной конфигурации мембранного каскада типа «непрерывная мембранная колонна». Принцип действия данного аппарата идейно и концептуально повторяет работу дистилляционной колонны. Используемый метод обладает рядом весомых преимуществ: не требует подведения или отвода тепла, отсутствие фазовых переходов, энергозатраты сводятся лишь к питанию вакуум-компрессора. Для оценки перспективности применения данной конструкции в задачах выделения диоксида углерода в рамках эксперимента была приготовлена квазисмесь топочных газов: кислород (9,9%об.) / азот (83,5%об.) / диоксид углерода (6,6%об.). Разделение происходило на коммерчески доступных композитных мембранах МДК с перепадом давления 0,25 МПа.

Оценка эффективности разделения проводилась по чистоте целевого продукта в зависимости от степени выделения. С помощью газового хроматографа «Хромос-1000» с ДТП анализировался состав отбираемых потоков. После оценки экспериментальных данных эффективности разделения на примере выделения диоксида углерода из газовой смеси был сделан вывод об эффективности и перспективности использования аппарата данной конструкции. Экспериментально была достигнута чистота конечного продукта величиной 91,2% со степенью выделения 0,2.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект № 17-79-10464.

УДК 621.793.3:669.248

ХАШЕВА И.Ю., РОГОЖИН В.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ МЕДНОГО ТОКОВЕДУЩЕГО РИСУНКА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В производстве изделий микроэлектроники широко используются керамические основы с металлическим токоведущим рисунком, подлежащим операциям химического никелирования и золочения для обеспечения проведения сборочных операций. Чаще всего рисунок металлизации выполняется из электропроводящего слоя меди. Отсутствие каталитической активности медной поверхности к процессу химического никелирования требует применения специальных химических методов придания каталитичности, для чего в технологический процесс металлизации непосредственно перед операцией химического никелирования вводится операция дорогостоящей палладиевой активации. Другой способ активации – применение в растворах химического никелирования дорогих борсодержащих восстановителей, в присутствии которых процесс металлизации на медной поверхности начинается самопроизвольно, но растворы отличаются пониженной стабильностью и высокой щелочностью, что приводит к разрушению и замыканию токоведущего рисунка.

В данной работе рассматривается способ прямого химического никелирования керамических основ с медным слоем металлизации непосредственно в гипофосфитных растворах, отличающихся повышенным содержанием восстановителя и специальных лигандов для ионов металла основы, а также более кислым значением рН. В этих условиях реализуются механизмы контактного выделения тонкого слоя никеля и последующее каталитическое осаждение слоя никель-фосфор под наносимое далее финишное золотое покрытие. Данный раствор совмещает в себе функции активации покрываемой медной поверхности и осаждения никелевого подслоя необходимой толщины под золотое покрытие.

Установлено, что изменение концентрации гипофосфита в достаточно широких пределах практически не влияет на индукционный период активации медной поверхности. По-

нижение значения рН способствует повышению стабильности раствора, но снижает скорость процесса и увеличивает индукционный период активации. Введение в раствор стабилизаторов в небольших количествах способствует стабилизации процесса, при этом превышение их установленной оптимальной концентрации затрудняет активацию медной основы, вплоть до полного подавления процесса.

Скорость металлизации в свежеприготовленном растворе составляет 17-20 мкм/час, по мере выработки по основным компонентам скорость металлизации снижается до 10-12 мкм/час через 6-8 циклов работы ванны, после которых необходима корректировка. Данный раствор рассчитан на многоразовое использование при автоматической периодической корректировке концентратами основных расходуемых компонентов.

Получаемое покрытие состоит на 92-93% из никеля и на 7-8 % из фосфора и имеет хорошую адгезию к медной поверхности. Содержание фосфора в подслое способствует более интенсивному осаждению золотого покрытия, чем на чистом никеле. Скорость золочения составляет около 1,0 мкм/ч.

Подобраны оптимальные режимы работы предложенного раствора химического никелирования и технологического процесса металлизации медного токоведущего рисунка применительно для малогабаритной автоматизированной гальванической линии с консольным оператором. Исключение из технологии операции палладиевой активации и применение раствора прямой металлизации сплавом никель-фосфор предполагает снижение затрат на драгоценные металлы, сокращение технологических операций и машинного времени.

УДК 669:546

ЮНИСОВА А.А., ПЕРЕТРУТОВ А.А.,
ЧУБЕНКО М.Н., ДУБЧАК Д.А., ШАШКОВА Е.О.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХСТАДИЙНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦИНКА И МЕДИ ИЗ ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В последнее время все более актуальной становится проблема ресурсосбережения, создания малоотходных технологий и комплексной переработки сырья. Переработка шлаков и других отходов металлургических производств является не только важной экономической задачей, компенсирующей затраты на добычу первичных руд, но и важной экологической задачей, устраняющей загрязнение окружающей среды. Известно, что наиболее эффективны методы гидрометаллургического извлечения цинка и меди из промышленных отходов, в частности сернокислотные и аммиачно-аммонийные [1], позволяющие получить электролитический раствор для производства чистого цинка. Однако низкое содержание цинка в отходах позволяет получить растворы с концентрацией 20-30 г/л. Электролитическая переработка таких растворов экономически невыгодна, так как низкая электропроводность приводит к повышенному расходу электроэнергии на кг осажденного на электродах цинка. Кроме того, параллельно с цинком из отходов извлекается медь, железо, щелочноземельные металлы, что вынуждает проводить дополнительную очистку раствора. Привлекательна идея комплексного решения задачи селективного выщелачивания при двухстадийной обработке шлака серной кислотой на первой стадии и аммиачно-аммонийными растворами на второй при практически полном извлечении цветных металлов в раствор с одновременным осаждением перечисленных примесей. Доведение концентрации цинка до 100-120 г/л в растворе перед электролизом целесообразно осуществлять путем добавления отхода производства муфельных белил, так называемым зольником, содержащим до 90% оксида цинка, а остальное металлический цинк. Кислотное выщелачивание на первой стадии было осуществлено серной кислотой с концентрацией от 10 до 35% при отношении Т: Ж 1:10 в течение часа в аппаратах с мешал-

кой и мельнице мокрого помола. Установлено, что извлечение из шлака нерассеянного по фракциям эффективнее на 10-15%, чем в аппарате с мешалкой. Степень извлечения составляет 60-65%, наиболее интенсивно извлечение протекает в течение 20-30 минут. За указанный промежуток времени серной кислотой растворяется оксид цинка, растворение феррата цинка протекает значительно медленнее и требует выдержки. Примеси щелочноземельных металлов и железа конкурируют в процессе растворения уменьшая движущую силу процесса. Второй стадией извлечения может быть кислотная или аммонийно-аммиачная стадия, предпочтительнее аммонийно-аммиачная, так как при этом идет нейтрализация избыточной серной кислоты и осаждение гидроксидов железа, алюминия, кальция, магния. В результате фильтрации получают раствор, содержащий порядка 20 г/л цинка и до 1,5 г/л меди. Общая степень выщелачивания составляет 95-98%.

-
1. **Перетрутов А.А.**, Чубенко М.Н., Ким П.П., Якунин Ю.И. Совместная растворимость оксидов меди и цинка в аммиачно-аммонийных растворах- Журнал физической химии. - Журнал физической химии, том 83, №8, М.: Наука, 2009. - С.1594-1597.

УДК 66.081.6-278

ЯНБИКОВ Н.Р., АТЛАСКИН А.А.,
КРЮЧКОВ С.С., СМОРОДИН К.А., ВОРОТЫНЦЕВ И.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИСУТСТВИЯ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ С АПРОТОННЫМ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМ АНИОНОМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА МЕМБРАННО-АБСОРБЦИОННОГО ГАЗОРАЗДЕЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ УДАЛЕНИЯ КИСЛЫХ ГАЗОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с нарастающими энергетическими и экологическими проблемами, природный газ и биогаз все чаще выступает в качестве чистого альтернативного источника энергии и химического сырья и его потребление в мире стремительно увеличивается. Однако существует необходимость очистки добытого сырья от примесей кислых газов, к которым в основном относятся диоксид углерода и сероводород, оказывающие пагубное влияние на оборудование и трубопроводы.

На сегодняшний день широко распространен метод химической абсорбции, с применением аминов в качестве сорбента, для удаления кислых газов. Аминовая очистка показала себя как достаточно эффективный метод, однако имеет ряд серьезных недостатков, таких как: высокие энергетические затраты на регенерацию сорбента; высокая коррозионная активность аминов; потери и деструкция сорбента, вследствие чего возникает необходимость в постоянном обновлении абсорбента. Все это делает поиск новых способ очистки природного газа актуальным.

Альтернативным решением является использование гибридного метода мембранно-абсорбционного газоразделения с использованием ионной жидкости в качестве абсорбента. Такой метод имеет ряд преимуществ перед традиционными методами, а именно: процесс разделения проводится в объеме одного массообменного аппарата в отсутствии фазовых переходов; процесс протекает непрерывно в установившемся режиме; применение ионной жидкости, нанесенной на высокопроизводительную мембрану, обеспечит процесс высокой селективностью и более эффективным массопереносом компонентов через систему мембрана-ионная жидкость.

В рамках настоящей работы была синтезирована новая ионная жидкость с апротонным гетероциклическим анионом в сочетании с катионом, не содержащим фтор [P₆₆₆₁₄][Inda]. Применение такого сорбента актуально и согласуется с современными тенденциями «зеле-

ной химии». Проведен ряд физико-химических исследований с целью подтверждения состава синтезированной ионной-жидкости. Проведены исследования газотранспортных свойств систем мембрана-абсорбент, в состав которого входит синтезированная ионная жидкость. Определена сорбционная способность для диоксида углерода, сероводорода и метана. Измерены коэффициенты проницаемости, сорбции и диффузии системы мембрана-ионная жидкость. Измерена проницаемость системы мембрана-абсорбент с использованием газовой смеси на основе метана с сопутствующими примесями: диоксид углерода и сероводород.

Было экспериментально показано, что раствор, в состав которого входит ионная жидкость [P₆₆₆₁₄][Inda] обладает потенциалом к применению в качестве сорбента в процессе удаления кислых газов методом мембранно-абсорбционного газоразделения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00846 мол_а

которой разность между температурами газа и окружающей среды в конце трубопровода равна нулю, обеспечим минимальное потребление электрической энергии.

В докладе представлен алгоритм «экономичного» управления работой АВО газа КС.

Библиографический список

1. **Шпотаковский, М.М.** Энергосбережение при трубопроводном транспорте природного газа // Газовая промышленность. – 2001. – № 3. – С. 28–30.
2. **Бикчентай, Р.Н., Шпотаковский, М.М., Панкратов В.С.** Оптимизационные расчеты установок воздушного охлаждения газа в АРМ диспетчера КС. – М.: ИРЦ Газпром, 1993. – 35 с. Обз. информ. Сер. "Автоматизация, телемеханизация и связь в газовой промышленности".

УДК 681.2.08

ВДОВИНА Н.И., КАРАСЕВА Т.В.

ПОВЫШЕНИЕ УДАРОПРОЧНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МИКРОСИСТЕМНОГО КОМПЕНСАЦИОННОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

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

В структуру микромеханического компенсационного акселерометра входят чувствительный элемент, актюатор и усилитель-преобразователь, выполненный по ГИС-технологии. Усилитель-преобразователь конструктивно представляет собой две платы на ситалловой подложке, которые фиксируются на кронштейне с двух сторон и устанавливаются в корпус. Реализация преобразователя по ГИС-технологии представляет собой сочетание тонкопленочных и навесных элементов, присутствие которых значительно снижает надежность усилителя-преобразователя в режиме ударных нагрузок. При этом снижается надежность и акселерометра в целом.

Реализация усилителя-преобразователя на базе аналого-цифрового базового матричного кристалла (БМК) позволяет исключить навесные элементы из состава усилителя-преобразователя. БМК – это микросхема, изготовленная по БиКМОП-технологии, в рамках единого чипа с малой степенью интеграции, а электрические связи реализуют в виде поверхностной маски с алюминиевыми проводниками. Схема соединений задействует необходимые элементы чипа с учетом электрической принципиальной схемы микросистемного акселерометра.

Макеты микромеханического компенсационного акселерометра с реализацией усилителя-преобразователя на БМК исследовались на ударном стенде STT-500 (Тюрингское промышленное предприятие, РАУНШТАЙН, Германия). В ходе испытаний задавались единичные действия с пиковыми ударными ускорениями до 300g (в рамках технического задания) в количестве 18 (по три удара по трем ортогональным осям в двух направлениях). Длительность импульсов составляла от 2 до 6 миллисекунд.

Отказ микромеханического компенсационного акселерометра с усилителем-преобразователем, выполненным по ГИС-технологии, наблюдался при ударном воздействии 250-260g, что ниже необходимого уровня по техническому заданию. В результате проведенного исследования макетов с преобразователем на БМК выявлено, что ударопрочность повысилась до 360g. При этом исследованные макеты прошли повторную полную проверку по всем параметрам, и полученные показатели незначительно отличались от зафиксированных до воздействия ударных нагрузок, и полностью соответствуют требованиям задания.

В рамках исследований была проведена также оценка частотных характеристик микромеханического компенсационного акселерометра. Для испытаний использовалась вибрационная электродинамическая установка типа ВЭДС. На вибростенде задавались синусоидальные колебания с частотой 40 Гц и виброускорения в рамках 5g. При этом измерялась амплитуда выходного напряжения акселерометра. Частота колебаний увеличивалась до тех

пор, пока выходной сигнал не отличался от выходного сигнала, измеренного на частоте 40 Гц, на минус 3 дБ (до уровня 0,707). Исследования показали, что полоса пропускания микромеханического компенсационного акселерометра с усилителем-преобразователем на ГИС составляла от 0 до 520 Гц. С учетом перехода на БиКМОП-технологии полоса пропускания сузилась до 220 Гц. В обоих случаях полоса пропускания удовлетворяет техническому заданию, однако ее сужение позволит повысить избирательность свойств при посторонних помехах. Анализ показал, что переход на БиКМОП-технологии позволит повысить ударопрочность микросистемного компенсационного акселерометра, а также повысит уровень избирательности.

УДК 681.518.5

ГЛУШЕНКОВА Е.А.

РАЗРАБОТКА ПРИСПОСОБЛЕНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ БЛОКОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

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

Автоматизированная система контроля (АСК) представляет собой совокупность программно-аппаратных средств, которые позволяют выполнять проверку выходных характеристик блока чувствительных элементов (БЧЭ), а также проводить испытания, имитирующие реальные условия его эксплуатации. Режимы испытательных воздействий задаются необходимым специальным испытательным оборудованием.

Для установки и фиксации БЧЭ на столе испытательного оборудования разрабатываются крепежные приспособления, которые выступают в роли переходного узла, передающего силовое воздействие между столом оборудования и объектом испытаний в заданном диапазоне частот. Крепление приспособлений к столу, как правило, осуществляется стандартными крепежными изделиями.

На стадии проектирования подобного приспособления требуется учитывать множество факторов с целью обеспечения высокой степени точности и надежности испытаний.

Выходные параметры высокоточных датчиков первичной информации (ДПИ) в составе БЧЭ привязаны к его базовым осям. Появление углов наклона относительно этих осей вызовет проекции угловой скорости вращения Земли на оси чувствительности датчиков, что приведет к дополнительным погрешностям. Поэтому в процессе установки ДПИ в БЧЭ предъявляются высокие требования по их базированию.

В процессе испытаний необходимо тщательно ориентировать БЧЭ относительно стола испытательного оборудования, т.к. погрешность выставки влияет на точность определения его основных характеристик. Недостаточная для испытаний жесткость конструкции крепежного приспособления приводит к смещению БЧЭ и может изменить ориентацию базовых осей блока. Кроме того, важно исследовать собственные частоты приспособления, чтобы исключить влияние резонансов на усиление вынужденных колебаний в процессе испытаний.

Все это обуславливает высокие требования к показателям жесткости и прочности конструкции крепежного приспособления. Процесс его разработки сводится к поиску оптимальной конструкции, обеспечивающей необходимую жесткость испытаний, и требует оценки нескольких конструкционных материалов, изменения размеров наиболее напряженных зон, вплоть до изменения конструктивного решения приспособления.

На современном этапе решение данной задачи существенно облегчается за счет использования компьютерных программ моделирования, позволяющих создавать 3D-модель конструкции, выбирать оптимальный конструкционный материал, проводить статический и динамический расчет при действии нагрузок. По результатам моделирования возможно оптими-

зировать модель в части массогабаритных характеристик и выбора материала, обеспечивающих условия требуемых испытаний.

В рамках данной работы на основе компьютерного моделирования в программном комплексе ANSYS была разработана конструкция кронштейна для проведения механических испытаний инерциального БЧЭ, производства ПАО АНПП «Темп-Авиа».

Моделирование проводилось для конструкции кронштейна при действии различных механических нагрузок, согласно ТЗ на БЧЭ. При этом проводилась оценка прочности конструкции посредством определения уровня возникающих напряжений, а также оценка степени жесткости стенок конструкции через расчет величины возникающих деформаций.

Полученные результаты моделирования напряженно-деформированного состояния кронштейна позволили определить материал и оптимизировать массогабаритные показатели конструкции в зонах распределения высокой интенсивности напряжений.

УДК 623.4.084.2

ГУБАНОВА А.С.

АМОРФНЫЙ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ КВАРЦ В КОНСТРУКЦИИ АКСЕЛЕРОМЕТРА С ЧАСТОТНЫМ ВЫХОДОМ

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

Большинство инерциальных средств измерения параметров движения объектов содержат в своей конструкции упругие элементы. Как правило, стабильность упругих характеристик этих элементов определяет точностные возможности средств измерения.

В настоящее время наиболее стабильными упругими характеристиками обладает оптически чистый плавленный кварц. Наиболее полно его достоинства могут быть реализованы в конструкциях средств измерений, исключая механическое взаимодействие кварцевых элементов с металлическими и другими не кварцевыми материалами. В этом случае представляет интерес комплексное использование плавленного и кристаллического кварца в монолитной конструкции чувствительного элемента (ЧЭ) акселерометра с частотным выходным сигналом [1], представленного на рисунке 1.

В конструкции можно выделить два преобразователя: первичный 1, состоящий из элементов, выполненных из плавленного кварца, и вторичный 2, реализованный на кристаллическом кварце.

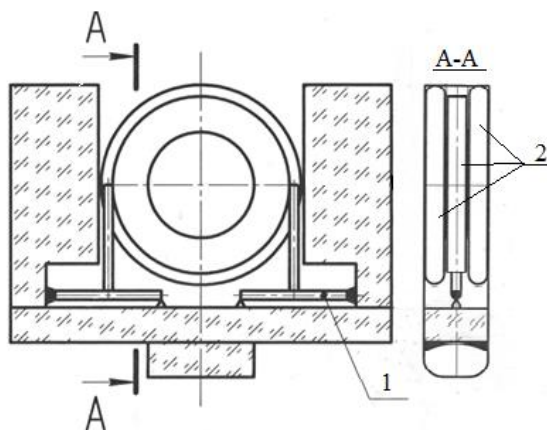


Рис. 1 – Чувствительный элемент пьезорезонансного акселерометра, где 1 – первичный преобразователь, 2 – вторичный преобразователь

Информация заключена в частоте выходного сигнала, формируемого электронным узлом ЧЭ:

$$f = k_{mn}k_{en}a,$$

где k_{mn} – коэффициент передачи первичного преобразователя; k_{en} – коэффициент передачи вторичного преобразователя; a – измеряемое ускорение.

Частотный выход обеспечивается оригинальной схемой включения кварцевых пьезопластин в схему частотнозависимого генератора, формирующего резонансную частоту каждой пьезопластины, зависящую от величины зазора между кварцевыми и пьезокварцевыми пластинами.

В докладе представлены результаты аналитического исследования погрешностей кварцевого акселерометра.

-
1. Проектирование измерительных устройств и оптимизация их характеристик [Текст]: Учеб. пособие /Н.В. Волков, О.Г. Гуцин, В.И. Поздьяев. – Н.Новгород: Нижегород. гос. тех. ун-т, 1996. – 80 с.

УДК 620.1:629.7

ГУНАЕВА М.О.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗРЫВНОГО МЕТАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЗАЩИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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

Создание взрывных метаящих устройств (ВМУ) для метания металлических компактных элементов, а также получение экспериментальных данных о физических процессах, происходящих при соударении компактных элементов с защитными конструкциями космических аппаратов можно использовать в наземных условиях для подтверждения стойкости реальных защитных конструкций космических аппаратов.

Для оценки скорости за основу была взята наиболее простая модель одномерной схемы метания, предложенная Гарни. В контакте с зарядом взрывчатого вещества (ВВ) со скоростью детонации D , плотностью ρ_0 и толщиной δ_0 находится несжимаемое тело с плотностью ρ_1 , толщиной δ_1 .

Приведем формулы Гарни, описывающие процесс метания.

В предположении мгновенной детонации ВВ:

$$V_1 = \frac{r}{r+2} D \sqrt{\frac{k}{k^2-1}}; \quad (1.1)$$

для метания падающей детонационной волной

$$V_2 = D \cdot \frac{\sqrt{1+(32/27) \cdot r - 1}}{\sqrt{1+(32/27) \cdot r + 1}}; \quad r = \frac{\rho_0 \cdot \delta_0}{\rho_1 \cdot \delta_1}, \quad (1.2)$$

где r – отношение массы ВВ к массе метаемой пластины, D – скорость детонации, k – показатель адиабаты продуктов взрыва, ρ – плотность, δ – толщина.

Для проведения эксперимента были выбраны: пластическое взрывчатое вещество П84 – плотность 1,55 г/см³, технологическая плотность 1,52 г/см³, теплота взрывчатого превращения 1130 ккал/кг, скорость детонации 7800 м/с при плотности 1,51 г/см³ [3]; в качестве объекта метания была использована монета номиналом 10 копеек – диаметр 18 мм, толщина 1,2 мм, плотность 7820 кг/м³; а так же, для снижения влияния боковых волн разгрузки на процесс метания монеты, использовался толстостенный стальной корпус (40×30 мм).

С помощью программы Mathcad получены результаты оценок скорости по формулам (1.1) и (1.2), которые позволяют говорить о том, что требуемая скорость метания может быть реализована при толщине заряда около 20...30 мм и его массе около 10 г.

Используя полученные данные, было разработано ВМУ, которое метает стальной ударник со скоростью 2,6 км/с. И использование такого устройства возможно для подтверждения стойкости реальных защитных конструкций космических аппаратов.

Библиографический список

1. А. А. Дерибас. Прикладная механика и техническая физика. 2000. Т. 41, №5.
2. Под ред. Л.П. Орленко. Физика взрыва /Изд. 3-е, переработанное. В 2 т. Т. 1.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.
3. Л. П. Орленко. Физика взрыва и удара: Учебное пособие для вузов.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.

УДК 629.7.05

КАБАНОВ Д.Е., КАРАСЕВА Т.В.

ОБЗОР СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО ПОЛЕТА

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

В середине 70-х годов, одним из работников американской корпорации Boeing был предложен термин «Controlled flight in to terrain», сокращенно «CFIT», который означает авиационное происшествие, связанное со столкновением воздушного средства с землей, водой или другими неподвижными препятствиями. CFIT считается наиболее частым авиационным происшествием, связанным с гибелью людей. Количество погибших в CFIT достигает 9 тысяч с момента начала коммерческих полетов на реактивных самолетах. Основными причинами таких катастроф являются: плохие метеорологические условия, проблемы или неисправность навигационного оборудования и ошибки пилотов. К причинам авиакатастроф CFIT не относятся случаи, связанные с потерей управления, когда полет происходил намеренно на маленьких высотах, при столкновениях с наземными препятствиями в процессе посадки или взлета или случаях, связанных с недолетом или перелетом взлетно-посадочной полосы (ВПП), т.е. в непосредственной близости к ВПП.

Большое количество жертв привело к разработке и внедрению систем, которые могли бы сообщать об опасном сближении с землей. Такими системами стали система сигнализации опасной скорости сближения с землей (ССОС) или GPWS (Ground Proximity Warning System). В них в процессе оценки истинной высоты полета, вертикальной скорости, положения относительно глиссады и конфигурации летательного аппарата формируются сигналы об опасной близости поверхности земли, которые позволяют экипажу своевременно принимать решения о дальнейших действиях в опасных ситуациях.

Эти системы существенно снизили количество происшествий типа CFIT, но исключить их полностью не удалось. Использование GPWS на практике показало, что в полетах над горной местностью данная система крайне неэффективна, так как количество ложных срабатываний возрастает многократно. Причиной является то, что системы типа GPWS могут только сообщать о возможном столкновении с землей, да и то не раньше, чем за 5-35 секунд до столкновения. Они предоставляют информацию в виде сообщений о необходимости набора высоты или отворота от препятствия. Естественно, что этой информации недостаточно для совершения требуемого маневра.

В результате быстрого развития цифровой электроники значительно расширились возможности систем первого поколения. Поспособствовали этому и активные работы с системами спутниковой навигации. Это привело к созданию нового класса систем предупреждения – TAWS (Terrain Awareness and Warning System) и СРПБЗ (Система раннего предупреждения близости земли).

На основе данных, полученных от бортовых систем самолета о вертикальной и путевой скоростях, об истинной высоте и пространственных координатах непрерывно идет вычисление траектории полета. А использование глобальных навигационных спутниковых систем и цифровых баз данных обеспечивает независимость от метеорологических условий. Система показывает пилотам, что находится впереди самолета, а не только то, над чем пролетает. Таким образом, новая система заранее сообщала о грозящих опасностях.

Статистика показала, что летательные аппараты с установленной на них системой TAWS не попадают в инциденты CFIT в тех случаях, когда TAWS работает исправно, а пилот выполняет маневры согласно рекомендациям системы.

Учитывая то, что основу авиапарка России составляют достаточно старые модели самолетов, на которых установлены системы 1-го поколения, возникает необходимость переоборудования систем GPWS на новые, модернизированные системы TAWS. Это связано с выполнением требований международной летной безопасности.

УДК 681.5

КИРИЛОВА Д.П., ПОПОВ А.А.

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ И ИННОВАЦИИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДСКИМИ ПРОЦЕССАМИ (СИСТЕМЫ КЛАССА WMS)

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексева

Автоматизация производства - это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем. Логистические процессы современных компаний сложны и являются важной частью производства и сбыта товара. Склады – это важнейшие звенья современной логистики для ритейлеров, производителей, дистрибьюторов и промышленных предприятий. Главные элементы функционирования складского комплекса – это погрузчики, паллеты и человеческий ресурс. За последние 100 лет техника и тара претерпели значительные изменения, чего нельзя сказать о персонале. Для большинства компаний сотрудники – это самый важный и, одновременно, самый затратный актив. Максимально снизить эти издержки возможно за счет полной или частичной автоматизации складских процессов.

Полная складская автоматизация – это автоматизированные системы хранения и выдачи с возможностью использования множества функций, включая сборку и подбор заказов, распределение, хранение и даже утилизацию отходов. Для выполнения этих функций и для реализации целей инновационного развития логистической системы вводится адаптивная система управления складом – WMS (сокр. от англ. Warehouse Management System), построенная которой основано на существовании основного модуля, отвечающего за основные функции системы управления складом и дополнительных модулей для реализации специфичных функций.

WMS – системы, обладают мощными учетно-настроечными функциями, позволяющими управлять в режиме реального времени такими складскими операциями, как приемка товаров, складирование, хранение, подбор товаров, погрузка, инвентаризация и управление заказами, дополнительные возможности.

Адаптивные WMS системы позволяют предприятию работать по наиболее оптимальной технологии, подстраиваясь под индивидуальные особенности и задачи управления производством. Система решает текущие задачи и адаптируется под изменяющиеся условия.

Внедрение WMS[1] увеличивает скорость товаропотока и пропускную способность склада, обеспечивает высокую «управляемость» и «прозрачность» всех складских операций, контролирует работу сотрудников склада, отслеживает эффективность занятости персонала, значительно сокращает финансовые издержки, увеличивает коэффициент использования

площади и объема помещения, снижает себестоимость грузовых операций, увеличивает уровень интеграции склада с другими подразделениями компании.

В докладе рассмотрены современные решения в системах класса WMS.

1. Морозова О.А. Внедрение WMS-систем для работы склада /Логистика –инновации –менеджмент: сборник тезисов Второй Международной научно-практической конференции «Логистика –инновации – менеджмент» Брянск, БГТУ, 27 апреля 2012 г. /под редакцией А.В. Лагерева, Л.А. Карабан. -Брянск: БГТУ, 2012. -280 с. –(Серия «Логистический мир»)

УДК 629.7.058.42

КОРЧАГИН К.С., КОРНИЛОВ А.В.*)

РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЯ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

АПИ (ф) НГТУ им. Р.Е. Алексева,
*)ПАО «АНПП «ТЕМП-АВИА»

На всех аэродинамических летательных аппаратах (ЛА) необходимо обеспечение вычисления высотно-скоростных параметров (ВСП): абсолютной и относительной барометрических высот, истинной и приборной скоростей, числа Маха, и т.д.

Для вычисления ВСП могут использоваться приборы на основе анероидов [1], но перспективным является применение прецизионных датчиков давления. Воздушный напор на эти датчики поступает по магистралям (трубопроводам) из системы приема давлений (состоящей из приемников воздушных давлений, коллекторов, влагоотстойников, и т.д.).

Однако, в соответствии с ОСТ 1 00762-75 известно, что система приема давлений может вносить погрешность в вычисление ВСП из-за наличия запаздывания. Для устранения указанного недостатка целесообразно преобразователь крепить напрямую к приемнику воздушного давления, без использования трубопроводов и влагоотстойников. Также, в условиях санкций, важно использовать отечественные комплектующие.

Поэтому необходимой научно-технической задачей является разработка измерителя высотно-скоростных параметров (ИВСП), в составе которого минимизировано использование электро-радиоизделий иностранного производства, а для устранения погрешности запаздывания системы приема давлений исключены трубопроводы, влагоотстойники и коллекторы. На рисунке 1 приведены эскиз и блок-схема ИВСП, обеспечивающие максимальную универсальность. Разработанная конструкция может быть изменена в зависимости от требуемой конфигурации бортового оборудования ЛА.

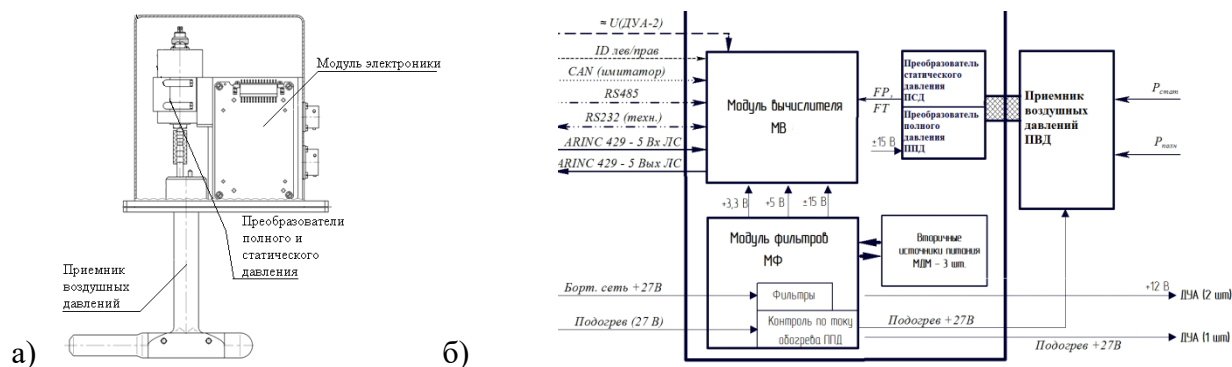


Рис. 1- Эскиз и блок-схема ИВСП: а – Эскиз ИВСП, б – Структурная схема ИВСП

Модуль электроники обеспечивает следующие функции работы ИВСП: питание, включение и контроль обогрева приемника воздушного давления и датчиков углов атаки, обработка информации с датчика температуры торможения; а также информационный обмен с бортовым оборудованием по интерфейсам стандарта RTM 1495-75 (Ainc 429); RS-485; CAN. Приемник в составе ИВСП обеспечивает восприятие полного и статического давлений и имеет обогреватель для обеспечения работы на больших высотах. Применены преобразователи давления и температуры (ПДТ) с пьезорезонансными кварцевыми чувствительными элементами. Данные ПДТ могут иметь температурную погрешность, поэтому разработаны алгоритмы калибровки на основе полиномиальных зависимостей.

1. **Мамаев В.Я.**, Синяков А.Н., Петров К.К. Воздушная навигация и элементы самолетовождения: Учеб.пособие /В.Я. Мамаев, А.Н. Синяков, К.К. Петров. - СПб.: СПбГУАП, 2002. - 256с.

УДК 629.7

КОРЧАГИНА Е.О., СУВОРОВА И.О. *)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ КОМПЛЕКСА БЛОКА ДАТЧИКОВ «ДУС – АКСЕЛЕРОМЕТР»

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

Автоматизированная система контроля (АСК) предназначена для аттестации проверяемого блока датчиков и проведения приемо-сдаточных испытаний. Она производит прием частотной и кодовой информации, поступающей от абонента, выделение из информации систематических погрешностей изделия и расчет корректирующих констант, прошиваемых в проверяемый блок.

Цель работы – анализ состава АСК и выявление первоочередных задач, решение которых необходимо при проектировании АСК с целью улучшения ее характеристик.

Блок-схема АСК представлена на рисунке 1.

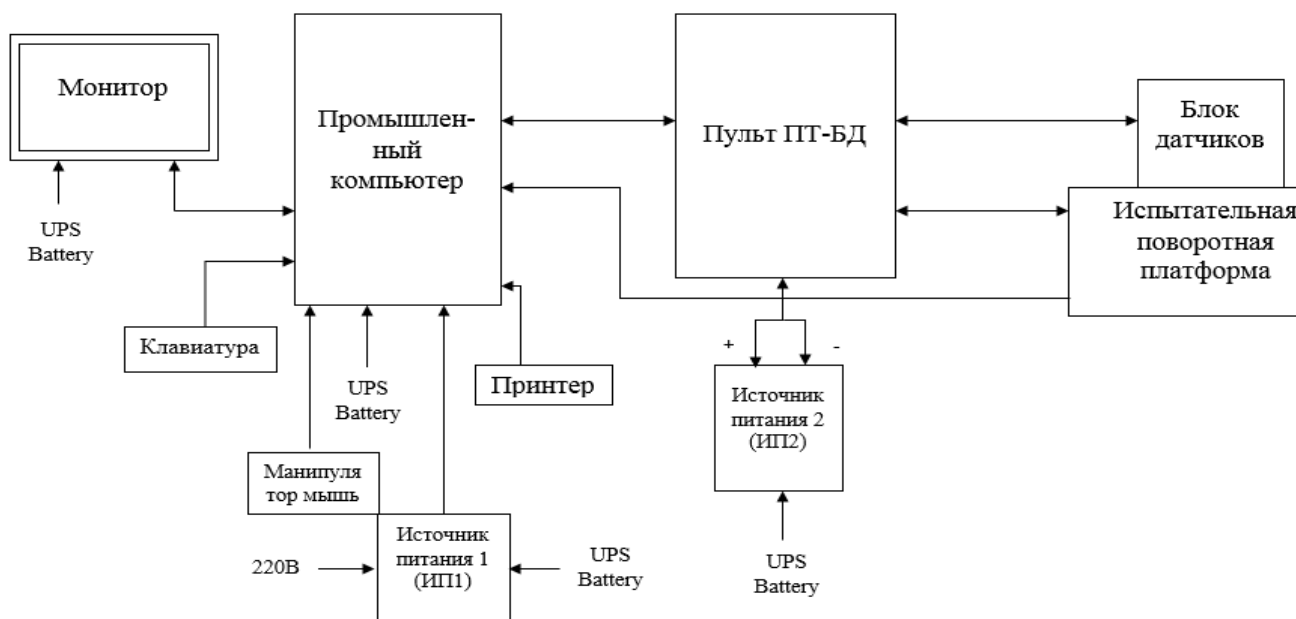


Рис. 1 – Блок-схема АСК

АСК состоит из аппаратной и программной частей. Аппаратная часть содержит: испытательную поворотную платформу с установленным на ней блоком датчиков, пульт для

управления платформой и передачи измеренных сигналов с блока датчиков на компьютер и источники питания ИП1, ИП2. Электрические соединения проведены экранированными жгутами. Программная часть реализована специальным прикладным программным обеспечением на промышленном компьютере.

При работе с блоком датчиков (БД) обеспечивается съем аналоговых данных с изделия, преобразование их в 16-ти разрядный двоичный параллельный код и вывод полученных значений на экран монитора.

Из статистики проверок датчиков на АСК было выявлено, что имеется резерв улучшения характеристик АСК с сохранением прежней аппаратной части – за счет уточнения алгоритма работы и изменения программного обеспечения. В докладе представлены алгоритм работы АСК, порядок вычисления инструментальной погрешности и рекомендации по ее снижению

УДК 004.94,681.5

ЛАРИОНОВА У.Р., ПОПОВ А.А.

ПОЛУЧЕНИЕ УРАВНЕНИЯ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Автоматизация процесса синтеза фенолформальдегидной смолы, применяемой в производстве древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит, фанеры, фанерной продукции, является актуальной задачей вследствие токсичности и взрывоопасности исходных продуктов, а так же токсичности готовой смолы.

Одним из показателей, определяющих качество готового продукта, является предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после кипячения в воде в течение одного часа. Данный показатель можно измерить только у готовой продукции, в процессе синтеза фенолформальдегидной смолы его контролировать нельзя. Повышение эффективности производства фенолформальдегидных смол возможно только с использованием математического моделирования.

Задача моделирования процесса синтеза решается путем нахождения уравнения множественной регрессии, характеризующей зависимость показателя готовой продукции от технологических параметров производства на основе опытных данных

Построение эмпирической модели процесса синтеза фенолформальдегидной смолы включает следующие этапы [1]:

- 1) Выбираются *входные переменные*, влияющие на протекание процесса, — так называемые *факторы*,
- 2) Определяется *выходная (зависимая) переменная*, характеризующая состояние процесса, его *эффективность*, которую можно рассматривать как критерий оптимальности (целевую функцию), — так называемая *функция отклика*,
- 3) Определяется вид приближенного уравнения регрессии;
- 4) Вычисляются коэффициенты регрессии;
- 5) Устанавливается адекватность уравнения регрессии с применением критерия Фишера F ;
- 6) Определяется значимость коэффициентов регрессии с использованием критерия Стьюдента t_{cm} .

В результате работы было получено уравнение множественной регрессии для процесса синтеза фенолформальдегидной смолы, характеризующее зависимость показателя качества готовой смолы (предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры после кипячения в воде в течение 1 ч) от технологических параметров процесса. Была установлена адекватность полученного уравнения с помощью критерия Фишера и определена значимость

коэффициентов регрессии с использованием критерия Стьюдента.

1. **Гартман Т.Н.** Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учеб. пособие для вузов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клушин. - М.: НКЦ «Академкнига», 2006. - 416 с.: ил.

УДК 681.3

ЛЕБЕДЕВА К.А., ЕМЕЛЬЯНОВ Р.И.*)

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД БЛОКА КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКОЙ

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

^{*)}АО «ЭМЗ им. В.М. Мясищева» (г. Жуковский)

Для автоматизированной системы на основе лазера, предназначенной для выполнения некоторых тактических операций в автоматическом режиме, без вмешательства оператора, необходим блок контроля и управления, который обеспечивает работоспособность системы в целом и поддерживает необходимые характеристики. Каждую такую систему, устанавливаемую на летательный аппарат, необходимо протестировать на работоспособность. Для этого создан лабораторный стенд системы управления лазерной установкой, который предназначен для имитации работы бортового блока системы контроля и управления станцией оптико-электронного подавления.

Целью исследования является разработка лабораторного стенда блока контроля управления лазерной установкой.

Лазерная установка является сложным оптико-электронным устройством. Во время выполнения заданных операций требуется переключение лазера в различные режимы работы, контроль состояния системы, проверка работоспособности лазера, а также сохранение некоторых текущих характеристик лазера. Переключение режимов работы осуществляется как в автоматическом режиме, на основании решения бортового компьютера, так и в ручном режиме оператором. Блок контроля и управления (БКУ) лазерной установки выполняет необходимые функции.

БКУ предназначен для выполнения следующих функций:

- опроса датчиков температуры и давления и контроля стыковки разъемов;
- задания режимов работы лазера;
- осуществления обмена данными с бортовым компьютером;
- формирования необходимых управляющих сигналов для управления бортовой лазерной установкой.

В докладе представлена блок-схема расположения аппаратуры стенда. Рассмотрены варианты внутренней и внешней компоновки узлов и деталей внутри корпуса блока, проведен сравнительный анализ, по результатам которого был выбран оптимальный вариант. Расчитана надежность устройства. Произведен расчет печатной платы и трассировка печатных проводников.

Разрабатываемое устройство состоит из двух печатных плат. На одной расположена управляющая часть на базе программируемой интегральной логической схемы (ПЛИС), а на второй – силовая часть, формирующая необходимые рабочие напряжения всего устройства.

Использование ПЛИС позволяет снизить количество ИС, уменьшить размеры печатных плат и тем самым сократить габариты всего устройства и улучшить некоторые его технические характеристики:

- повысить быстродействие системы и сократить потребляемую мощность;

- повысить надежность блока (т.к. вероятность ошибки или поломки устройства прямо пропорциональна количеству ИС, надежность устройств, использующих ПЛИС, значительно возрастает);

- обеспечить защиту разработки. Так как скопировать устройство, содержащее ПЛИС, значительно сложнее (а иногда практически невозможно), чем устройство на стандартных компонентах, применение ПЛИС позволит обеспечить авторские права разработчика.

В целом разработанный лабораторный стенд блока контроля управления лазерной установкой имеет приемлемые технико-эксплуатационные характеристики и может быть предложен к внедрению в производство.

УДК 691.7.05

ЛУНИН Д.Э.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПОМОЩИ ВЫСОКОТОЧНЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

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

С момента появления летательных аппаратов стоит задача точного определения положения подвижного объекта в воздушном пространстве, его координат, скорости, ускорения, параметров ориентации. В последнее время наиболее актуальной является разработка бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС), в которой датчики первичной информации расположены непосредственно на борту летательного аппарата, а роль гиростабилизирующей платформы выполняет математическая модель. Каждый датчик, входящий в состав БИНС, дает информацию о параметрах и характеристиках полета: информация с гироскопа дает возможность определять параметры ориентации летательного аппарата – углов крена, тангажа, курса, а путем двукратного интегрирования показаний акселерометра можно получить информацию о координатах подвижного объекта. Одной из основных погрешностей всех гироскопов является дрейф – отклонение от выходного сигнала с течением времени при отсутствии внешних воздействий. Устранить данную ошибку в системе ориентации можно с помощью высокоточных акселерометров.

Объединение информации, полученной от гироскопов и высокоточных акселерометров, происходит при помощи фильтра Калмана. Принцип действия фильтра проходит в два этапа. На этапе экстраполяции предсказывается предполагаемое состояние комплексной системы в следующий момент времени, на этапе интерполяции новая информация, полученная с навигационных измерителей, корректирует предсказанное значение. Работу фильтра Калмана в навигационной системе можно реализовать двумя способами: способом компенсации и способом фильтрации. Идея комплексирования данных по способу компенсации заключается в том, что информационные сигналы с навигационных измерителей подаются на вычитающее устройство, на выходе которого образуется разностный сигнал, не содержащий информацию об измеряемом параметре. Данный сигнал поступает в фильтр. Для одного навигационного измерителя данный фильтр является фильтром нижних частот, для другого – фильтром верхних частот. Далее сигнал поступает на второе вычитающее устройство, после чего образуется выходной сигнал комплексной системы с результирующей погрешностью. Идея способа фильтрации заключается в том, что информационные сигналы со всех навигационных измерителей поступают на входы фильтров с соответствующими передаточными функциями. Затем выходные сигналы с фильтров складываются. Для реализации комплексной системы по способу фильтрации необходимо, чтобы фильтр не вносил погрешности в измеряемый параметр, то есть должно выполняться условие инвариантности. При выполнении данного условия образуется выходной сигнал с результирующей погрешностью.

Комплексирование данных по способу компенсации подразумевает использование небольшого количества навигационных измерителей в составе навигационной системы, поэтому использование данного способа целесообразно только в условиях малых габаритов системы. Способ фильтрации позволяет использовать неограниченное количество навигационных измерителей, что увеличивает точность навигационной системы и массогабаритные параметры системы.

1. Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации на МЭМС – датчиках. /Матвеев В.В., Распопов В.Я. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 225 с.

УДК 531.781.2

МОРОЗОВ А.Н.

ВЫБОР ТИПОВ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ ДЛЯ МИНИАТЮРНЫХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ

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

В настоящее время известны различные типы тензорезисторов. У каждого из них имеются свои достоинства и недостатки. Например, по способу закрепления на чувствительных элементах датчиков они делятся на наклеиваемые и не наклеиваемые. По конструктивному выполнению – на проволочные, фольговые, полупроводниковые, пленочные.

В основе работы тензопреобразователей лежит явление тензоэффекта, заключающегося в изменении активного сопротивления проводниковых и полупроводниковых материалов при их механической деформации.

Главными требованиями к тензорезисторам для миниатюрных датчиков давления (ДД) являются: минимальные габариты; высокая тензочувствительность; минимальное значение ТКС; технологичность изготовления тензорезистора; отсутствие промежуточных материалов при нанесении тензорезистора на мембрану ДД.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ известных тензорезисторов по их основным характеристикам.

Таблица 1. Сравнительный анализ технических характеристик тензорезисторов

Тензорезисторы	Технические характеристики			
	Удельное сопротивление ρ ,	Номинальное сопротивление, Ом	Коэффициент тензочувствительности	Температурный диапазон, °С
Проволочные (наклеиваемые)	$0,46 \cdot 10^{-6}$ Ом·м	10 – 800	2	от - 40 до 60
Фольговые (наклеиваемые)	-	50 – 1000	2	от - 30 до 60
Полупроводниковые	38 Ом/кв	50 – 10000	50÷200	от - 20 до 300
Пленочные эпитаксиальные	63 Ом/кв	40 - 200	2,0-12	

В результате выполненного нами анализа наиболее предпочтительными следует считать пленочные тензорезисторы, выполненные методом эпитаксии. Их главными достоинства являются: небольшое отношение периметра плоской полосы к поверхности мембраны; обеспечивается наилучшая восприимчивость к деформациям и точность ее преобразования; высокая воспроизводимость номинала сопротивления тензорезистора при изготовлении; приемлемый коэффициент термосопротивления тензорезистора; достаточно высокий коэффициент тензочувствительности; высокая степень технологичности их изготовления; минимальные массогабаритные характеристики.

Для получения тензорезисторов, работающих в широком температурном диапазоне (от минус 40 до + 120°С) и обладающих высоким коэффициентом тензочувствительности, в настоящее время широко применяют сложные по составу материалы, например, Ni-W-Cr-Tb, Ge-Si-Al.

УДК 681.5

МУРЫГИН В. М., КУЛИГИНА Н.О.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЖИДКОГО БАКЕЛИТА

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексева

Внедрение системы автоматизации для представленного процесса необходимо для решения следующих задач:

- повышение безопасности процесса;
- автоматическая работа производства;
- предотвращение аварийных ситуаций;
- обеспечение возможности дистанционного управления процессом;
- снижение общей стоимости процесса.

Процесс получения жидкого бакелита основан на реакции поликонденсации фенола с избытком формальдегида в присутствии щелочного катализатора.

Формалин подается в цех в стальных или алюминиевых железнодорожных цистернах, которые устанавливаются под сливной точкой. В люк железнодорожной цистерны устанавливаются два сифона, один из которых подсоединяют к трубопроводу слива, а другой к трубопроводу возврата формалина от теплообменника в железнодорожную цистерну. По окончании процесса из железнодорожной цистерны формалин сливается насосом в хранилище.

Фенол поступает в цех в железнодорожных самообогреваемых цистернах. Для расплавления фенола в рубашку железнодорожной цистерны через шланг, который подсоединен паропроводу, подается пар, через люк железнодорожной цистерны устанавливается змеевик, один конец соединяется с паропроводом для подачи пара, а другой крепится к резиновому шлангу для слива конденсата. По окончании расплавления фенол из железнодорожной цистерны насосом сливается в хранилища фенола. Затем фенол по трубопроводу с помощью насоса транспортируется в реактор, затем с помощью регулирующих клапанов ведется дозировка формалина в реактор.

Важной частью для контроля этого процесса является автоматизированная система управление технологическим производством.

АСУТП – это важная часть при автоматизации процесса. Она обеспечивает контроль на всем технологическим процессом при минимальном воздействии человека.

Автоматизированная система состоит из трех уровней:

- Нижний уровень
- Средний уровень
- Верхний уровень

Нижний уровень(полевой) включает в себе измерительные приборы, контактные реле, органы местного управление, аварийные кнопки. Аппаратура полевого уровня берет на себя измерения всех необходимых физических величин.

Средний уровень – это программируемые логически контроллеры. Получает информацию с нижнего уровня и передает ее на верхний, выдает команды для нижнего уровня и принимает команды от верхнего.

Верхний уровень – операторская станция на которой производится контроль технологического процесса. Верхний уровень принимает информацию от среднего и визуализирует ее на экране.

УДК 681.586.5

ПАУТОВ В.С., МАСЛЕННИКОВ А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева (ДПИ)

В настоящее время существует множество типов газоаналитических сенсоров, принципы работы которых базируются на различных физических или химических явлениях и свойствах. Одной из наиболее важных задач при разработке сенсора является задача определения оптимального и эффективного чувствительного материала, активно взаимодействующего с целевым веществом. В случае оптического сенсора, этим материалом является чувствительное покрытие оптического носителя в составе сенсора. Такое покрытие меняет свои оптические свойства при взаимодействии с целевым веществом.

Одними из наиболее перспективных сенсорных материалов являются материалы, основанные на полимерах с иммобилизованными в их структуре, ионными или ковалентными связями, красителями. В последние годы это стало особенно очевидным [1]. Данный тип полимеров отличается хорошими физико-химическими, механическими и реологическими характеристиками. Кроме того, поскольку краситель встроен в структуру полимера деградация таких чувствительных покрытий со временем сравнительно невысока.

Оптические сенсоры, построенные на базе функциональных полимеров, показывают неплохие результаты. Например, в работе по разработке оптического химического сенсора сероводорода [2], построенного на основе сополимера стирола с малеиновым ангидридом, был достигнут предел обнаружения $0,62 \text{ мг/м}^3$. Также сенсор, построенный на вышеуказанном функциональном полимере, показал хорошую временную стабильность, проверенную сотней напусков целевого газа в камеру датчика. Проведенные авторами исследования показали высокую эффективность использования функциональных полимеров в качестве чувствительного покрытия. Был исследован сенсор на основе полистиролсульфоната натрия с иммобилизованным акридиновым красителем. Целевым газом в экспериментах являлся аммиак. Исследования проводились на специально разработанной исследовательской установке. Были проведены ресурсные испытания сенсора, исследованы сенсорные характеристики при 20, 30 и 40 °С и значениях относительной влажности воздуха 40, 60, 80%. В результате исследований сенсора была получена его пороговая чувствительность на уровне $1/20$ ПДК_{рз} (1 мг/м^3) аммиака и оценено влияние изменений температуры и влажности на его сенсорные свойства.

Одной из важнейших технологических задач является газоаналитическое течеискание, реализуемое на специфических газоаналитических сенсорах, селективных к определяемому веществу, выделяемому течью. Такое применение газоаналитических сенсоров предполагает их максимально высокую чувствительность и быстроедействие. Поэтому основными задачами исследований является получение необходимых функциональных полимеров и разработка конструкции оптического газоаналитического сенсора, которые, в совокупности, позволят реализовать его газоаналитические свойства, технологически необходимые для проведения процесса течеискания.

Библиографический список

1. **Fleischmann С.**, Lievenbrück M., Ritter H. Polymers and dyes: developments and applications. Polymers, 2015, v. 7, № 4, p. 717-746.
2. **Кечкина, Н.И.** Оптический химический сенсор для мониторинга сероводорода в воздухе: дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: 05.11.13. – М., 2017. – 100 с.

СИНТЕЗ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ СРЕДСТВАМИ ЦИФРОАНАЛОГОВОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

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

*)АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина»

В настоящее время актуальной производственной задачей является создание автоматизированных систем контроля (АСК) отдельных элементов и узлов систем автоматического управления (САУ) общего и специального назначения.

Данная работа посвящена решению проблемы создания калибровочных сигналов высокой частоты и малой мощности в АСК платы преобразования сигналов САУ летательного аппарата. Работа проводилась в соответствии с планами ОКР АО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина» (г. Арзамас).

При синтезе высокочастотных сигналов достаточно малой амплитуды средствами цифроаналогового преобразования (ЦАП) возникают проблемы, связанные как с недостаточной разрядностью платы, так и с наличием возникающих в процессе преобразования шумов. При синтезе сигнала только аппаратными средствами ЦАП, например, с использованием платы ввода-вывода PCI-1721, возникает ряд проблем, связанных с наличием весьма большого шумового фона, присущего работе подобных устройств.

Помимо присущих каждому ЦАП погрешностей (интегральная нелинейность, погрешность смещения, погрешность коэффициента передачи), связанных с цифроаналоговым преобразованием, на выходе любого такого устройства есть шумы, связанные с работой электронных компонентов. Различают несколько видов шумов электронных компонентов: тепловой шум, дробовой шум, импульсный шум, шум $1/f$, шум лавинного пробоя.

В работе рассмотрена возможность уменьшения подобных шумов путем введения в схему преобразования блока дополнительной модуляции синтезируемого сигнала. Разработана электрическая схема такого блока. Приведены примеры синтезирования сигналов с помощью данного блока, проанализированы их спектрограммы, а также спектрограммы выходных шумов рассматриваемого блока, показано существенное снижение уровня шумов различных типов (в частности фликкер-шума). Таким образом, отмечается существенное улучшение характеристик синтезируемого сигнала: общий диапазон изменения мощности шума уменьшился почти в 1000 раз: с -75 до -104 дБ. На частотах фликкер-шума (до 170 кГц) дифференциальная разность мощности шума увеличилась с 6,7 до 15 дБ, т.е. уменьшилась в 6 раз.

Значительное снижение, как общего шумового фона, так и фликкер-шума удалось получить без применения каких либо специальных методов фильтрации. Повышение мощности сигнала получено за счет введения в схему оконечного усилителя мощности.

В целом доказана практическая целесообразность использования данного блока в АСК. Введение в схему ЦАП-преобразования АСК блока аналогового модулирования цифрового сигнала позволяет решить ряд проблем цифрового контроля аналогового устройства в системах автоматизированного контроля, а именно:

- снижение погрешностей цифроаналогового преобразования в 2 раза;
- увеличение мощности выходного сигнала;
- значительное уменьшение плотности мощности шума;
- использование отечественных электронных компонентов в сочетании с бюджетным выбором платы ЦАП и, как следствие, значительное удешевление производства АСК.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ

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

Системы навигации, определяющие положение подвижного объекта, имеют в своем составе блок чувствительных элементов. Как правило, принцип построения таких блоков сводится к сочетанию датчиков первичной информации (гироскопов, акселерометров, иногда и датчиков давлений) и вычислителя, с помощью которого обрабатывается полученная информация. Движение объекта на практике сопряжено с различными внешними дестабилизирующими факторами, которые влияют на точность и датчиков первичной информации, и вычислителя. Самыми опасными являются удары и вибрационные воздействия различной природы. Для компенсации механических дестабилизирующих факторов в структуру вводят упругие элементы типа «амортизатор», на которые устанавливаются отдельные части системы.

Выбор материала для реализации упругих элементов типа «амортизатор» определяется средой эксплуатации и его физико-механическими свойствами, которые обеспечивают необходимый интервал линейных перемещений при внешней нагрузке.

Многие годы на предприятии ПАО АНПП «ТЕМП-АВИА» для разных модификаций навигационных систем амортизаторы изготавливают из резины ИРП-1354 производства ООО «ПЕНТА-91», г. Москва. Данный материал имеет небольшой срок хранения (два месяца), достаточно большой диапазон твердости по Шору А - 20 единиц (45-66), нестабильность физико-механических свойств. Анализ показал, что в рамках серийного производства объем брака может достигать до 20% в партии, причем величина линейных перемещений в узле стремится к наибольшему предельному значению и часто превышает его.

С учетом требований эксплуатации, предъявляемых к системам навигации, круг поиска необходимых материалов и их производителей значительно сужается. Одним из вариантов возможной замены являются силиконовые резиновые материалы, выпускаемые ООО НТЦ «РЕЗИНА», г. Москва. Морозостойкие резиновые смеси СП-232 и СП-222, выполненные по ТУ 2512-102-38220721-2015, имеют ряд положительных качеств. Диапазон параметра «твердость по Шору А» имеет более узкие рамки в пределах 10 единиц (для СП 222 это 50-60 единиц, для СП-232 – 60-70 единиц), гарантийный срок хранения составляет 6 месяцев, причем результаты перепроверки физико-механических параметров по истечении гарантийного срока показали незначительные снижения значений.

Изготовленные упругие элементы типа «амортизатор» из резиновых смесей СП-232 и СП-222 прошли ряд испытаний, наряду с элементами из ИРП-1354. Оценка показателей осуществлялась по величине линейного перемещения в рамках конструкторской документации по оси амортизатора и перпендикулярно ей (прилагаемая нагрузка 80 Н). Допускаемая величина перемещения должна составлять 280 ± 70 мкм, а исследуемые элементы из СП-232 по оси имели перемещения 200-230 мкм, а перпендикулярно оси амортизатора – 240-270 мкм. Исследования элементов из ИРП-1354 в рамках разных партий показали, что часть элементов по оси упругого элемента вошла в рамки допускаемой величины, но находилась на верхней границе. Но величина линейного перемещения в направлении перпендикулярно оси выходила за рамки допуска (380-450 мкм). Результаты испытаний элементов из СП-232 свидетельствуют о стабильности и достаточной твердости в сочетании с принятым конструктивным решением упругого элемента, что обеспечит необходимую надежность в рамках ударов и вибрации.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка системы автоматизированного подбора режущего инструмента является актуальной задачей, решение которой позволяет значительно сократить сроки подготовки производства за счет автоматизации инженерного труда [1], повысить качество подбора инструмента, сократить номенклатуру в инструментальных кладовых.

Основные задачи, которые требуется решить при разработке данной системы: разработка алгоритма распознавания типа поверхности детали, формирование правил обработки поверхностей, разработка алгоритма подбора режущего инструмента, разработка интерфейса программы.

Исходными данными для разрабатываемой системы является 3D-модель детали, на основании которой будет выбран набор оптимальных режущих инструментов без участия человека.

При разработке алгоритма распознавания типа поверхности детали будет использован модульный принцип, который заключается в автоматическом распознавании конструктивных элементов детали (модуль поверхности). Каждому модулю поверхности должны соответствовать свои технологические процессы их обработки, и, соответственно, свое технологическое оснащение.

Конструктивных особенностей недостаточно для качественного подбора режущего инструмента. Помимо них следует учесть техническую информацию, такую как значение шероховатости поверхности, допуски формы и расположения, материал, так как эта информация оказывает непосредственное влияние на метод обработки [2]. Таким образом, помимо извлечения геометрической информации из 3D-модели следует извлекать еще и техническую информацию.

После извлечения требуемой информации из 3D-модели по сформированным правилам обработки поверхностей определяется метод обработки и необходимый набор режущих инструментов.

Внедрение программы автоматического подбора режущего инструмента на производстве позволит сократить время технологической подготовки, а, следовательно, весь цикл изготовления продукта, снизить риск выбора неверного режущего инструмента, повысить эффективность производства в целом.

Библиографический список

1. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Учебник для вузов по специальности «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты»/С.Н. Корчак [и др.]. – М.: Машиностроение, 1988. – 352 с.
2. OussamaJaider [etal.] An automated feature-based cutting tool selection approach for turning process based on data from Sandvik Coromant. XèmeConférenceInternationale: Conception et Production Intégrées, Dec 2015, Tanger, Morocco.

КОММУТАТОР ПРИНИМАЕМЫХ СИГНАЛОВ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева
*)АО «ЭМЗ им. В.М. Мясищева» (г. Жуковский)

Модуль коммутатора принимаемых сигналов (КПС) предназначен для использования в составе станции и размещается на изделии вне основного блока (на расстоянии до 6 м); служит для переключения источника радиосигналов с входов модуля на выходы, предварительной селекции и усиления радиосигналов.

Целью исследования является разработка структуры, схемы и конструкции модуля коммутатора входящих сигналов. В функции модуля КПС входят:

- регулировка уровней входных сигналов;
- отключение каналов посредством шести разовых команд;
- фильтрация выходных сигналов;
- формирование контрольных сигналов посредством встроенного управляемого синтезатора;
- регулировка уровней контрольных сигналов;
- возможность контроля температуры модуля;
- возможность контроля состояния цепей управления ВЧ.

В докладе представлены блок-схема и конструкция КПС. Рассмотрены особенности разработки фильтров, материалов и топологии для низкочастотной и высокочастотной печатных плат. Проанализированы условия обеспечения безопасности при настройке и регулировке.

Принцип действия фильтров основан на использовании эффекта неравенства фазовых скоростей нормальных волн в связанных микрополосковых линиях. Основным критерием при разработке фильтров явилась выраженность его фильтрующих свойств, количественно оцениваемая уровнем затухания сигнала в полосе задерживания.

Расчет и разработка топологии фильтров производилась в пакете NI AWR Design Environment, объединяющем три мощных инструмента для создания среды проектирования аналоговых или интегрированных систем: Visual System Simulator (VSS), Microwave Office (MWO) и Analog Office (AO).

Высокочастотные материалы для печатных плат были разработаны для получения высокочастотных характеристик, таких же, как и у подложек из стекловолкна и фторопласта. Одновременно требовалось обеспечить простоту обработки. Результатом оказались материалы с небольшим уровнем потерь, которые обрабатываются классической технологией обработки укрепленных текстолитов. Сверхвысокочастотные материалы, которые основаны на фторопласте, отличаются от данного материала тем, что последний не нуждается в специальной обработке металлизированных отверстий. Таким образом, затраты на сборку и обработку материалов можно сравнить с затратами при применении ламинатов на эпоксидной основе. «Плюсы» их опираются на нижеперечисленные свойства:

- мощная высокочастотная производительность в связи с незначительными диэлектрическими допусками и потерями;
- постоянные электрические свойства при всевозможных частотах;
- малый термический коэффициент диэлектрической постоянной;
- малое расширение по оси Z;
- низкий плоскостной коэффициент расширения;
- высокая размерная стабильность.

В целом разработанный модуль коммутатора принимаемых сигналов имеет приемлемые технико-эксплуатационные характеристики и может быть предложен к внедрению в производство.

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ИСКЛЮЧЕНИЯ СМАЗОВ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ВИЗУАЛЬНОМ КОНТРОЛЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При производстве труб в промышленности на их внутренних поверхностях могут образовываться различные дефекты, такие как: кольцевые полосы, задиры, вмятины и многие другие. Контроль внутренних поверхностей позволяет выявить брак и не допустить последующего использования дефектных труб. Это особенно важно, если необходимо высокое качество готовых изделий. Одним из простейших методов визуального контроля является использование эндоскопа. Одной из проблем, в данном случае, является большой смаз изображений на высокой скорости движения эндоскопа. Таким образом, одной из задач, решаемых в этой работе, является создание алгоритма компьютерной обработки исключения смаза в изображениях. Основными параметрами смазанного изображения являются величина смаза и угол смаза. Без предварительного нахождения этих параметров почти невозможно точное восстановление смазанного изображения. Поэтому еще одной задачей данной темы является создание алгоритма по нахождению величины и угла смаза изображения. Третья задача состоит в разработке автоматической системы проверки отредактированных изображений. Автоматическая система оценивает качество изображения, определяет наличие и тип дефекта. В общем виде, схема метода изображена на рисунке 1.

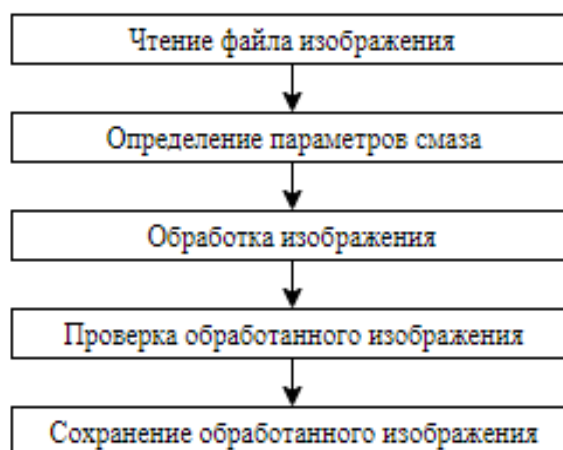


Рис. 1 - Схема метода

Внедрение метода компьютерной обработки изображений позволит автоматизировать процесс визуального контроля внутренних поверхностей труб, повысит производительность, сведет монотонный труд оператора контроля к минимуму и сократит процент ошибок.

1. Сизиков В.С., Лавров А.В. Устойчивые методы математико-компьютерной обработки изображений и спектров. Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО. 2018 . – 70 с.

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

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

В современной технике интенсивно используются ферромагнитные материалы для решения разнообразных задач. Наиболее интенсивное применение материалы находят в системах электромагнитных реле, электромагнитах, якорях двигателей постоянного тока и в приводах арретирующих механизмов гироскопической техники.

Силовые взаимодействия в ферромагнетиках зависят от множества разнообразных факторов, таких как химический состав материала, форма детали, число витков и форма намагничивающей обмотки, сила тока. Поэтому определение истинных магнитных свойств является актуальной задачей для надежной работы устройства. Для исследования данных параметров разработана специальная установка, схематично показанная на рис.1. Основным

узлом установки является электромагнит из магнитомягкого материала, помещенный в многослойную обмотку с отводами через равное число витков. Исследуемая деталь помещается на направляющую каретку из пластика для исключения поперечных перемещений. Деталь жестко связана с крючком измерителя силового взаимодействия (типа «безмен»). Система каретка-деталь-измеритель закреплена на направляющей площадке, перемещающейся в подшипниках продольного перемещения. Перемещение и зазор между электромагнитом и деталью устанавливаются путем перемещения направляющей площадки многооборотной винтовой парой с точным шагом. Перемещение контролируется по микрометру часового типа. Для исключения магнитных воздействий детали стенда направляющая площадка и основание изготовлены из многослойной дельта-древесины, а крепления направляющих и кронштейны – из ABS-пластика методом 3D-печати.

Стенд позволяет определять силовое взаимодействие в ферромагнетиках в зависимости от воздушного зазора до электромагнита, силы тока в обмотке электромагнита, числа витков в обмотке. Кроме того, возможно определять силу на отрыв от магнита.

Зависимости от данных параметров носят существенно нелинейный характер, поэтому важным является определение средней крутизны (k) силовых характеристик при статическом нагружении – формула [1]:

$$k = \frac{\sum_{j=1}^n F_j}{\sum_{j=1}^n X_j}; \quad (1)$$

где F_j – величина силы, X_j – изменяемый параметр (зазор, сила тока, число витков).

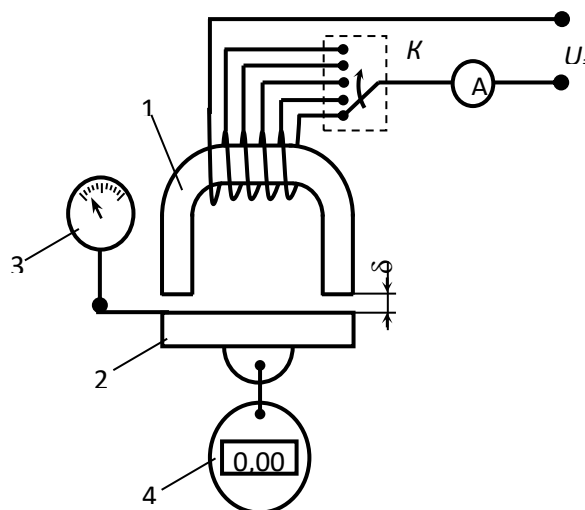


Рис. 1 - Схема стенда исследования свойств ферромагнитных материалов методом электромагнитного силового взаимодействия

1. Гуськов А.А. Физические явления и эффекты в электромагнитных полях: учебное пособие / А.А. Гуськов. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексева, 2018 – 164 с.

РАЗРАБОТКА ПРИБОРОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПО ТЕПЛОВОМУ МОНИТОРИНГУ АГРЕГАТОВ

МАОУ «Лицей 38», г. Нижний Новгород; ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва

В ряде отраслей отечественной промышленности эксплуатируются мощные технологические установки (МТУ) на особо опасных производственных объектах (ОПО). Для их безаварийного функционирования необходимо прогнозирование технического состояния средствами встроенных оперативных систем превентивного прогноза (ВОСП).

Это предопределило необходимость разработки прибора и системного подхода моделирования работы МТУ с комплектованием ОПО современными средствами и методами оперативного мониторинга и достоверного прогноза работоспособности, включая переход к техническому обслуживанию и ремонту по фактическому состоянию агрегатов.

Основными этапами разработки приборов ВОСП являются: статистическая обработка отказов узлов и механизмов МТУ и исследование эксплуатационных факторов влияющих на их техническое состояние; математическое моделирование и анализ физических процессов изменения основных факторов повреждаемости и параметров МТУ; разработка структурных и принципиальных схем датчиков, алгоритмов и ПО для обработки данных о техническом состоянии агрегатов; синтез ВОСП технического состояния и ресурса МТУ.

В разрабатываемом приборе для контроля технического состояния МТУ, в первую очередь, непрерывно измеряется и анализируется следующая информация:

- параметры системы питания МТУ в статических и динамических режимах;
- температурные характеристики наиболее ответственных элементов агрегата, а также воздуха на входе и выходе системы охлаждения;
- интенсивность и амплитуда частичных разрядов во внутренних полостях агрегатов.

На основе данной схемы, применяя принципы нечеткой логики, создана опытная ВОСП на базе штатных датчиков температуры типа ТСМ-50 или ТСМ-9502. Для создания алгоритма работы прибора прогнозирования технического состояния агрегата, прежде всего, необходимо для каждого из эксплуатационных факторов, выраженных значением конкретной физической величины определить соответствующий терм, исходя из метода экспертных оценок. Затем на основе термофлуктуационной теории разрушения твердых диэлектриков определить функцию принадлежности для каждого терма или группы факторов.

При измерении допустимого нагрева частей МТУ важнейшим параметром является превышение температуры этих частей над температурой окружающего воздуха, и для определения достоверных температур воздуха установку датчиков необходимо производить в соответствии с ГОСТ и отраслевыми стандартами. При охлаждении МТУ окружающим воздухом измерительные датчики температуры необходимо располагать на расстоянии от 1 до 2 метров от нее и на высоте, равной половине высоты технологического агрегата.

Задача обследования МТУ как объекта диагностирования связана с анализом функционирования его в исправном состоянии, выделением узлов и элементов и связей между ними, анализом их возможных технических состояний, определением параметров, пределов, характера изменения и технической возможности их контроля, оценкой степени детализации возможных мест, видов, причин и частоты дефектов (глубины диагностирования), сбором данных о затратах, связанных с осуществлением элементарных проверок.

Таким образом, применение приборов ВОСП для системы прогноза состояния МТУ дает возможность: оперативно получать полную и достоверную информацию о техническом состоянии агрегата в режиме «on-line»; планировать капитальные и текущие ремонты; за счет предотвращения повреждений исключить тепловое действие; контролировать работу системы охлаждения и поддерживать оптимальные режимы, позволяющие увеличить ресурс.

**РАЗРАБОТКА РОБАСТНОГО ПИД-РЕГУЛЯТОРА
МИКРОСИСТЕМНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА**

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

Развитие приборостроения напрямую связано с разработкой приборов, которые обладают относительно низкой себестоимостью, габаритами, массой, затратами энергии, но при этом выполняют заданные функции с высокой точностью. Одними из таких датчиков являются акселерометры, изготавливаемые из кремния (основного материала для создания микромеханических структур); они активно применяются для измерения ускорения, силы, вибрации, движения или перемещения, а также определения положения и угла наклона.

Главным требованием к акселерометрам в постоянном процессе их улучшения является увеличение точности работы. Поэтому при разработке акселерометров необходимо учитывать влияние окружающей среды на изменение параметров его схемы и конструкции, в частности, на механические свойства кремния.

Совершенствование технологических процессов изготовления микромеханических приборов не всегда позволяет достичь требуемых показаний качества. Одним из путей решения данной проблемы является корректировка системного оператора прибора с помощью ПИД-регулятора. Первым этапом при разработке ПИД-регулятора является обеспечение необходимого запаса устойчивости, так как основным недостатком систем с обратной связью является возможная потеря устойчивости.

Под понятием устойчивости системы с ПИД-регулятором понимают возможность системы возвращаться к слежению за установкой после влияния внешних воздействий. Внешними воздействиями являются не только внешние возмущения, которые действуют на данный объект, но и ряд других возмущений, влияющих на ту или иную часть замкнутой системы, среди которых можно выделить: шумы квантования, шумы измерений, и погрешность вычислений. Перечисленные возмущения создают в системе отклонения от положения равновесия. Если система возвращается в положение равновесия после прекращения воздействия, то она является устойчивой.

Система в большинстве случаев не устойчива к внешним воздействиям. Устойчивая система может стать неустойчивой при небольших изменениях ее параметров, например, вследствие их технологического разброса. Существует функция чувствительности системы с ПИД-регулятором, которая позволяет выявить условия, при которых система становится «грубой» (мало чувствительной к изменению ее параметров). Поэтому перспективным является синтез робастного ПИД-регулятора, позволяющего устранить ограничения классического ПИД-регулятора.

В работе рассмотрена робастная система с ПИД-регулятором применительно к микросистемному акселерометру. Ее преимущество заключается в том, что она позволяет сохранить заданный запас устойчивости при вариациях ее параметров, вызванных внешними воздействиями, погрешностями вычисления и технологическим разбросом параметров. Можно сказать, что робастность – это низкая чувствительность запаса устойчивости к вариации параметров объекта. В качестве такого параметра выступает жесткость упругого подвеса. В результате несовершенства технологии травления монокристаллического кремния разброс габаритных размеров упругого подвеса может варьироваться на уровне $\pm 5\%$ от идеальных проектных размеров. Следовательно, жесткость подвеса может изменяться на уровне $\pm 25\%$.

В докладе излагаются основные моменты расчета робастного ПИД-регулятора и дается оценка эффективности такого решения.

ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

УДК 659.4.011

БАЛЫКОВА И.А., ЗАЙЦЕВА Е.А.

ФИРМЕННЫЙ СТИЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ИМИДЖА КОМПАНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из главных задач организаций является постоянная работа над своим образом, который в свою очередь помогает выделиться среди других организаций. Именно фирменный стиль позволяет сформировать единый целостный имидж компании, который помогает сохранить единую стилистику и применить его в информационном и медийном пространстве. Грамотно разработанный фирменный стиль может лучше закрепиться в сознании потребителей в условиях высокой конкуренции.

Фирменный стиль – это совокупность различных приемов (графических, цветовых, аудио, видео и др.), обеспечивающих целостность продуктов или услуг, оказываемых компанией. Данные приемы могут улучшить способность целевой аудитории, партнеров и сотрудников организации к восприятию не только производимых товаров или услуг, но и всей деятельности компании.

Фирменный стиль является не только средством управления организацией, но и объектом управления. Эффективность формирования фирменного стиля достигается путем осуществления коммуникационных мероприятий: рекламы, PR и маркетинговых коммуникаций.

Образ компании, который всплывает у потенциальных потребителей, при каждом упоминании должен всегда максимально приближаться к тому образу, который был разработан специалистами в области рекламы и PR.

Фирменный стиль – это отличительные особенности компании, ее самовыражение. Разработка фирменного стиля компании – создание символики, фирменных шрифтов, определенной цветовой гаммы, и, конечно же, логотипа. Узнавая знакомые цвета, слова, изображения, люди ассоциируют их с брендом, и если впечатление от продукта положительное, то и знакомая деталь бренда будет вызывать положительные эмоции. Чем чаще человек замечает, к примеру, фирменный знак компании, тем «роднее» и любимей становится компания (но чересчур частое мелькание перед глазами не усилит эффект, а наоборот, погубит).

С помощью фирменного знака происходит самая первая коммуникация человека с товаром, с брендом. Американский дизайнер Милтон Глэйсер дал определение логотипу как «ворота к бренду».

Логотип олицетворяет бренд. Предприятие станет уникальным с качественно выполненным фирменным знаком. Его нельзя будет спутать с чем-то другим. По-настоящему уважающая себя компания никогда не обойдется без логотипа, без крепкой основы, фундамента фирменного стиля.

Еще американский репортер Айви Ли, нанятый нефтяным магнатом Джоном Рокфеллером для «исправления» общественного мнения, провозгласил в своей книге «Паблицити» следующую «фундаментальную цель PR – побуждать людей верить в добрые цели корпораций, ищущих доверия и поддержки общественности». Современный пиар также имеет дело с таким тонким социальным проявлением, как общественное мнение.

Библиографический список

1. **Грибова Н.А.** Фирменный стиль в ресторанном бизнесе. Учебное пособие. — М.: Мир науки, 2015. — 49 с.
2. **Годин А.М.** Брендинг: Учебное пособие. — М.: Дашков и К, 2016. — 184 с.
3. **Горяева Е.Г.** Паблик рилейшнз, американская теория и российская практика. Практическое пособие. — Новосибирск, 1998.

УДК 658.5.012.1

БОРОДИНА В.Е., БРЫКАЛОВ С.М., ВОЛКОВА Н.П.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОФИСНЫХ ПРОЦЕССОВ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

АО «ОКБМ Африкантов»

Повышение производительности труда и эффективности производственной деятельности в настоящее время является одним из приоритетов государственного развития. Данный тезис поддерживается и развивается в программных документах Правительства РФ. Одним из таких документов является приоритетная Программа «Повышение производительности труда и поддержка занятости» [1].

В настоящее время существует несколько путей повышения производительности труда: повышение технологической оснащенности производства, повышение эффективности организации труда (выявление и устранение всех факторов, приводящих к производственным потерям и пр.) и интенсификация труда (применение административных мер, направленных на повышение скорости выполнения сотрудниками трудовых обязанностей). В обеспечение повышения производительности труда большинство промышленных предприятий начинают внедрять технологии бережливого производства и методы и инструменты повышения операционной эффективности, снижения времени протекания и оптимизации непрофильных процессов [2, 3].

В докладе подробно описаны основные предпосылки и подходы к выявлению неэффективных процессов промышленных предприятий, ключевые информационные источники и методы проведения исследований, представлена классификация типовых офисных процессов, характерных для крупного промышленного предприятия машиностроительного сектора (АО «ОКБМ Африкантов»).

Оригинальность классификации типовых офисных процессов заключается в том, что общеизвестная классификация по признаку «внутренние и внешние процессы предприятия» расширена функциональными областями процессов, влиянием их на получение дохода, ключевыми стейкхолдерами и описанием (разновидностью) процессов. Практическая значимость материалов статьи заключается в том, что предложена оригинальная классификация типовых офисных процессов, характерных для крупных промышленных предприятий и сформулированы предложения по направлениям повышения производительности труда. Описанные в докладе инструменты, подходы и предложенные решения по повышению операционной эффективности внутренних процессов предприятия могут быть заимствованы и использованы на других промышленных предприятиях вне зависимости от рода их деятельности.

Библиографический список

1. Приоритетная Программа «Повышение производительности труда и поддержка занятости», утверждена президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 30.08.2017 №9)
2. **Брыкалов С.М.** Новый подход к повышению эффективности предприятий машиностроительного дивизиона Госкорпорации «Росатом» (на примере АО «ОКБМ Африкантов») / С.М. Брыкалов // Научная

школа Ф.Ф. Юрлова: сборник научных трудов / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2016.

3. Определение путей оптимизации основных производственных процессов сотрудников конструкторско-технологического блока крупного промышленного предприятия как ключевое направление повышения его операционной эффективности / С.М. Брыкалов, А.С. Балыбердин, В.Е. Бородина, М.В. Кузнецова, Н.А. Кузнецова, К.А. Мартынова // Менеджмент в России и за рубежом – 2018. – № 4. – С. 46-54

УДК 512

БУРАВОВ И.С.

СТРАТЕГИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕЧЕВЫХ РЕГИСТРАТОРОВ

ПАО Завод им. Г.И. Петровского

Многие современные организации, начиная с диспетчерских служб и заканчивая службами безопасности частных фирм, ввиду специфики своей деятельности используют устройства, позволяющие записывать телефонные переговоры, — регистраторы речевой информации. Кроме государственных учреждений, в которых системы регистрации речи должны быть по штату — МЧС, МВД, энергетические предприятия, диспетчерские службы, скорая помощь. Долгое время данные устройства были аналоговыми и записывали информацию на магнитную ленту. И даже после появления цифровых систем регистрации, фиксирующих информацию на цифровые носители, аналоговые магнитофоны не были вытеснены из обихода. В некоторых ведомствах они используются до сих пор. Но все же сейчас на рынке доминируют именно цифровые регистраторы речи. Очень широко применяются речевые регистраторы на технике в различных его назначениях как гражданского так и военного. И делится на виды систем: наземного, рельсового, морского и воздушного транспорта. Одним из хорошо известных является бортовые самописцы (ББР) устанавливаемые широко на воздушные суда. Устройства предназначенные для сохранения характеристик полета и переговоров в кабине пилота. Аппарат представляет собой электронный блок, производящий запись на цифровые носители. Система надежно защищена герметичным корпусом из металла. Бортовые самописцы способны находиться достаточное время в самых неблагоприятных условиях. ББР – одно из важнейших изобретений послевоенной техники. Полученные данные с регистраторов разрушенных самолетов помогают изучить основные механизмы катастроф и минимизировать процент происшествий. Современные лайнеры обеспечены двумя бортовыми самописцами: речевым и параметрическим. Практикуется использование дополнительно эксплуатационного комплекта регистраторов. Бортовые самописцы предназначены для сбора и хранения навигационных показателей, сведений о совершаемых действиях экипажа и материальном состоянии воздушного судна. Современные регистраторы способны фиксировать некоторые из множества параметров: давление топливной жидкости при подаче в двигатель; давление в каждой из гидросистем; обороты двигателя; температура за пространством турбины самолета; использование боевой кнопки; отклонение приборов управления и его степень; использование взлетно-посадочных механизмов; скорость, высота, курс полета; прохождение маяков. Запись параметров полета и переговоров пилотов значительно упрощает расследование причин падения самолета. Принцип устройства регистратора зависит от назначения и способа записи информации. Различают оптические, магнитные, механические и электронные запоминающие устройства. Электронные системы записи представляют собой скопление микросхем памяти и контроллера, что очень напоминает SSD накопитель в обычном ноутбуке.

При реализации данных инновационных проектов необходимо осуществлять их экономические оценки по всем видам транспортных системам, например [1].

1. Оценки эффективности инвестиционных проектов. Учеб. пособие / Агальцова Т.А., Горностаева А.В., Зайцева Е.А., Сухова Н.М., Фёдоров О.В. Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2002. 70 с.

УДК 658.5.012.1

ВОЛКОВА Н.П., БРЫКАЛОВ С.М.,
БАЛЫБЕРДИН А.С., ЗАЙЦЕВА Е.Е.

КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ ПОРУЧЕНИЙ КАК ОДИН ИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

АО «ОКБМ Африкантов»

В настоящее время эффективность работы любой организации зависит от значительного количества внутренних и внешних факторов, влияющих на её деятельность. В условиях жёсткой конкуренции общепризнанным фактором, влияющим на успешность организации и обеспечивающим своевременное исполнение контрактных обязательств, является уровень исполнительской дисциплины.

Исполнительская дисциплина является одним из инструментов управления предприятием, под которым понимается процесс организации деятельности, направленный на достижение долгосрочных целей, усиление конкурентных преимуществ и мониторинг развития с учетом использования возможностей и ресурсов предприятия, а также учитывающий специфику деятельности предприятия[1].

Высокий уровень исполнительской дисциплины формируется на основе эффективно выстроенной системы контроля исполнения поручений, которая, как правило, включает в себя выделенную организационную структуру с закреплением за ответственными функциями по осуществлению всех видов контроля, а также автоматизированную систему контроля исполнения поручений с адаптированным под конкретную организацию функционалом[2].

Теоретическая значимость настоящего доклада обоснована тем, что в докладе рассмотрены и описаны основные подходы, инструменты и проблемы формирования и деятельности системы контроля исполнения поручений в различных промышленных комплексах и предприятиях. Практическая значимость материалов доклада заключается в том, что произведен анализ организационных структур и автоматизированных систем, используемых на крупных предприятиях Российской Федерации. По результатам анализа сделаны выводы о текущем состоянии систем контроля исполнения поручений, выявлены их характерные особенности функционирования и проблемные зоны, которые необходимо учитывать при построении эффективной системы контроля исполнения поручений, а также сформулированы практические рекомендации, которые могут способствовать формированию, усовершенствованию и поддержанию высокого уровня исполнительской дисциплины.

Приведенные в докладе рекомендации по построению системы контроля исполнения поручений могут быть использованы руководством промышленных комплексов и предприятий как элемент повышения эффективности управления предприятием и конкурентоспособности в целом.

Библиографический список

1. **Брыкалов, С.М.** Концепция стратегического управления промышленными предприятиями атомной отрасли / С.М. Брыкалов // Экономика и предпринимательство. – 2016. - № 7 – С. 1080-1088
2. **Архангельский Г.А.** Корпоративный тайм-менеджмент: Энциклопедия решений / Издательство Агтау Литагент «Альпина» – Москва, 2010г.

АНАЛИЗ ТЕКСТА В СИСТЕМЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО РКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Методика преподавания русского языка как иностранного (РКИ) пристально изучает процесс формирования аспектных речевых навыков и коммуникативных умений у иностранных студентов.

Обучение речи берет свое начало в слушании, вот почему аналитическое, а не механическое восприятие текста является первоосновой для овладения умением создавать свой текст, для производства собственной речи. Увидеть процесс восприятия текста помогает анализ, проводимый иностранными студентами под руководством преподавателя.

Анализ текста как прием работы присутствует в системе практических занятий по русскому языку. Для анализа используем тексты биографического характера из жизни замечательных людей России, живших в разное время и прославивших свое Отечество в различных областях науки, техники, литературы и искусства. Например, «Сергей Павлович Королев – создатель первых космических кораблей», «Жорес Иванович Алферов – выдающийся ученый – физик», «Главное дело жизни Дмитрия Ивановича Менделеева», «Маршал Георгий Константинович Жуков».

Работа над текстом делится на три части: предтекстовую, текстовую и послетекстовую. Для снятия лексических трудностей в предтекстовую часть включаем задания по лексике и грамматике на основе материала, необходимого для понимания и осмысления содержания текста. Это задания на определение значения слова путем семантизации, работа со словарем. В этой части даются упражнения на составление словосочетаний со связью согласование и управление, на определение вида глагола и т.п.

Текст может быть прочитан в аудитории преподавателем, студентами вслух или «про себя».

Послетекстовые задания носят системный характер и направлены на развитие умений и навыков выделять основную и дополнительную информацию, выявлять идейный смысл текста, составлять планы, проводить беседу, строить монологические высказывания по различным опорам как в устной, так и в письменной форме. Кроме того, предлагается самостоятельно сформулировать вопросы к анализируемому тексту и самостоятельно ответить на них. Опыт показывает, что постановка вопросов к тексту возможна только на основе аналитического понимания текста.

Анализ текста, проводимый систематически, способствует:

- воспитанию культуры слушания и чтения;
- более глубокому пониманию содержания, основной мысли текста;
- развитию логического мышления;
- практическому освоению языка;
- обогащению речи новыми языковыми единицами;
- расширению знаний о России, о замечательных людях, посвятивших свою деятельность на пользу и славу Отечества.

Библиографический список

1. **Капитонова, Т.И.**, Московкин, Л.В. Методика обучения русскому языку как иностранному на этапе предвузовской подготовки /Т.И. Капитонова, Л.В. Московкин – СПб.:Златоуст, 2006.
2. **Гончарова, М.Н.** Русский язык. Из жизни замечательных людей. Часть II: сборник текстов для чтения и развития речи. / М.Н. Гончарова – Кстово: НВИИВ, 2011.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В инновационно-экономической деятельности региона информация является ресурсом производства. Развитая информационная инфраструктура необходима для своевременного принятия решения, для создания единой информационной среды для объектов, которые относятся к разным системам управления, также она позволит скоординировано управлять базами знаний, информационными системами и другими объектами.

Информационная инфраструктура инноваций представляет собой совокупность организаций и средств информационного взаимодействия, которые позволяют обеспечить функционирование и развитие информационного пространства инновационной системы.

Информационная система, которая предназначена для управления инновационной системой региона должна быть построена как иерархичная, территориально-распределенная структура, которая должна содержать в себе информацию, объединенную по предметным областям и по функциональным направлениям использования. На основе организационных принципов инновационной системы, который согласовывается на уровне программно-технических средств и информационно-лингвистической совместимости. На рисунке 1 изображена структурная система информационных ресурсов. Базы данных региона должны взаимодействовать по следующим функциям:

- прогнозирование развития;
- планирование развития;
- мониторинг состояния региона.

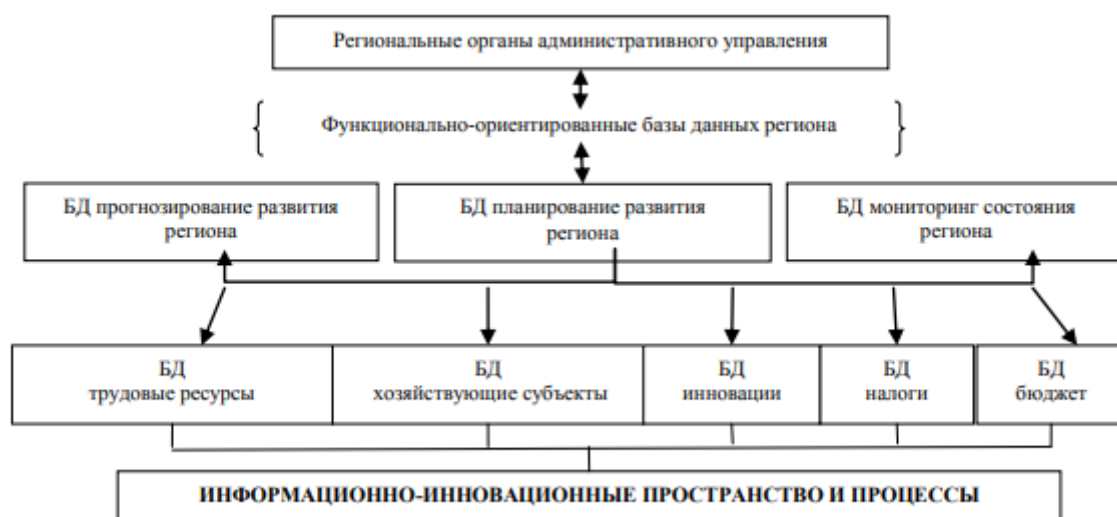


Рис. 1 – Структурная система информационных ресурсов

Предложенная система позволит создать единую информационную среду, которая станет единой площадкой для взаимодействия органов власти, науки, бизнеса, образования. На текущий момент существуют отдельные элементы информационных систем инновационной инфраструктуры, которые требуют технологической совместимости.

Объединение информационных пространств в рамках инновационной деятельности позволит ускорить процесс проработки и внедрения инновационных инициатив от мо-

мента генерации идеи до коммерциализации продукта, также создает благоприятные условия для развития инноваций.

УДК 338

ЗИНЧЕНКО А.Г., НЕЗНАХИНА Е.Л.

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИТ-КЛАСТЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях современной экономики, организации вынуждены искать способы обеспечения конкурентоспособности. Поиск путей повышения конкурентоспособности, привел к широкому использованию кластерного подхода. Обладая высоким экономическим эффектом, «кластеризация», как форма территориального управления, охватила экономики всех стран, в том числе и России. На начало 2019 года в России было организовано 119 кластеров разных видов: от кластеров тяжелой промышленности до туристических и ИТ кластеров [1]. В последнее время активное развитие получили ИТ кластеры, как форма стимулирования высокотехнологичных отраслей экономики.

Первый ИТ кластер был создан в России в 2009 г. в республике Татарстан, в рамках государственной программы «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий». Согласно этому распоряжению Нижегородская область вошла в число девяти регионов России, в которых планировалось создание технопарков. На момент создания в области насчитывалось: пять крупных вузов, ведущих подготовку студентов по техническим специальностям, более 20 000 работающих ИТ специалистов, около 300 действующих ИТ компаний, как международных, так и федеральных. В 2017 году была создана бизнес-ассоциация «Международный Кластер Информационных Технологий Нижегородской области».

Стратегия бизнес-ассоциации направлена на объединение российских и зарубежных компаний, которые в рамках взаимной кооперации составят цельные цепочки разработки, производства и реализации конкурентоспособных высокотехнологичных продуктов. При этом ставится задача поддерживать и развивать, прежде всего компании, создающие на территории региона продукцию с высокой добавленной стоимостью, и выводить их продукцию на международные рынки. Согласно стратегии, основными направлениями специализации Нижегородского ИТ-кластера являются: игры, геймификация; интернет вещей; искусственный интеллект; образование; ИТ-решения для повышения производительности труда. Указанные направления были определены, исходя из технологического и кадрового потенциала, которым на данный момент обладает регион, и мировых трендов в сфере информационных технологий.

Стремительное развитие научно-технического прогресса в области ИТ-технологий ведет к сокращению жизненного цикла технологий, что в свою очередь, вызывает быстрое устаревание знаний в этой области. В области высоких технологий период, в течении которого «примерно половина знаний» устаревают составляет около двух с половиной лет [2]. А по мнению некоторых специалистов, в современном мире период «полуупадка знаний», еще меньше - он измеряется месяцами или даже неделями и при этом продолжает сокращаться [3].

Несмотря на необходимость поддержания актуальности знаний, компании неохотно тратят деньги на профессиональное развитие персонала, возлагая это на самих работников, либо предпочитая обучение внутренними ресурсами компании. В информационной отрасли,

1 По данным Российской кластерной обсерватории <https://cluster.hse.ru/>

2 «Мастер», №15 2007г.

затраты на профессиональное обучение составляют порядка 0,2% от общих затрат на персонал.

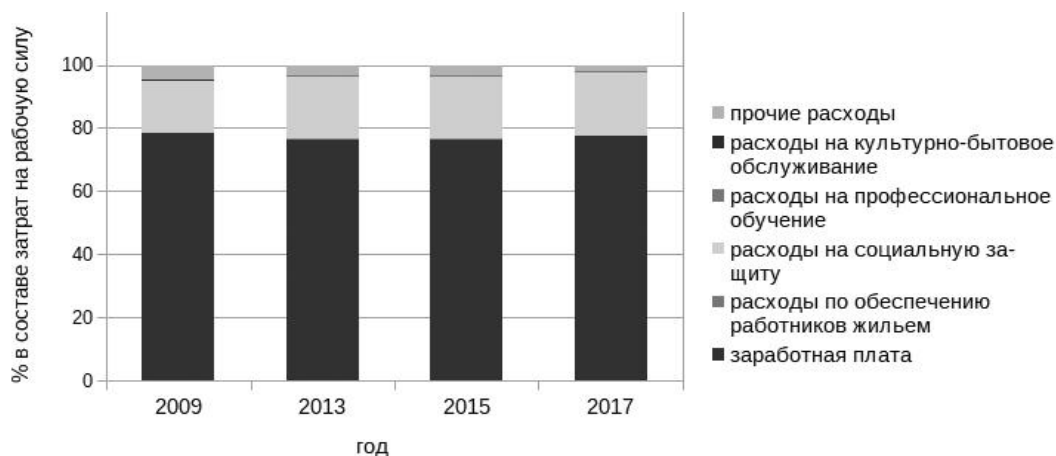


Рис. 1 - Затраты на производство и продажу товаров (работ, услуг) организаций (юридических лиц) по Российской Федерации в разрезе видов экономической деятельности [3]

В силу отраслевой специфики, движущей силой ИТ-отрасли является человек, точнее человеческий капитал, т.к. именно совокупность умений, знаний и навыков персонала, определяет качество, характер и уникальность производимого продукта.

Стремительное развитие рынка информационных технологий повышает требования к работающему в данной отрасли персоналу, становятся востребованы специалисты узкого профиля, способные создать продукт, полностью удовлетворяющий требованиям заказчика.

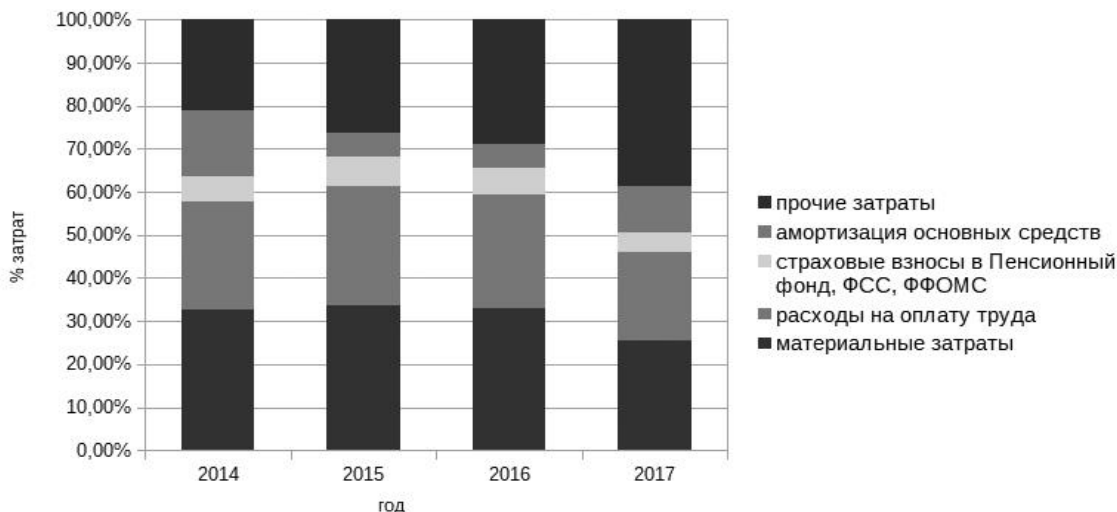


Рис. 2 - Структура затрат организаций на рабочую силу по видам экономической деятельности (в процентах)

По данным статистики, затраты на персонал, для предприятий, осуществляющих деятельность в области информации и связи составляют более 30 процентов от общего объема затрат на производство.

Еще одной особенностью ИТ сферы является большой процент аутсорсинга ИТ функций и специалистов. Около 80% специалистов отрасли занято в этом виде деятельности и только около 20% – созданием собственных продуктов и технологий [3] Основная проблема аутсорсинга состоит в том, что в такой бизнес-модели на территории региона не

создается значительной добавочной стоимости, поэтому в бюджет не поступают налоговые отчисления от реализации создаваемой продукции. Права на создаваемую интеллектуальную собственность, в такой бизнес-модели, также принадлежат заказчикам, хотя и разработаны нижегородскими специалистами.

Человеческий капитал не может быть собственностью компании, поэтому с утратой человеческого капитала автоматически теряется формализованная ценность компании и ее организационные возможности, так как в основе лежат знания, носителями которых выступает персонал. Человек, является основным фактором обеспечения конкурентоспособности организации. Высокая степень трудоемкости в структуре затрат и сокращение жизненного цикла профессиональных компетенций обуславливают значимость человеческого капитала в обеспечении эффективной работы кластера.

Библиографический список

1. Незнахина Е.Л., Ратафьев С.В., Юрлов Ф.Ф. Управление развитием предприятия на основе модели жизненных циклов. – Нижегород. гос.техн. университет им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2009
2. Кузнецова С.А. Совершенствование системы управления человеческим капиталом на основании жизненного цикла компетенций. Нижегород. гос.техн. университет им. Р.Е. Алексеева. - Н.Новгород, 2013
3. Россия в цифрах. Официальное издание. – Федеральная служба государственной статистики, 2018
4. Баронов В.В., Калянов Г.Н., Попов Ю.И., Титовский И.Н. Информационные технологии и управление предприятием – ДМК Пресс, 2018
5. Городилов М.А., Фетисова О.А., Отраслевые особенности учета затрат и калькулирования себестоимости продукции (работ, услуг) сферы информационных технологий – Екатеринбург, 2015 – 150 с.
6. Журнал «Мастер», Байкальская международная бизнес-школа ИГУ – «Центр оперативной полиграфии и дизайна», №15, 2007 – 9 с.
7. It Week, <https://www.itweek.ru/management/article/detail.php?ID=198958>
8. Устав «Ассоциация «Международный Кластер Информационных Технологий Нижегородской области»» – Нижний Новгород, 2017
9. Стратегия развития IT-кластера Нижегородской области – Нижний Новгород, 2017
10. Стратегия развития ИТ-кластера малого и среднего предпринимательства республики Татарстан на 2015-2018 годы. – Камский ЦКР АНО «Камский центр кластерного развития субъектов малого и среднего предпринимательства»

УДК 338.22.021.1

КУКЛИНА А.С., КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СЕКТОРЫ ВНЕШНЕЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ

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

За последние десять лет присутствие российского капитала в Испании и испанского в России претерпело значительные колебания. Экономические секторы чаще всего были связаны с сектором услуг и строительством. Национальный классификатор видов экономической деятельности Испании отобразил, что общий объем инвестиций в период с 2000 по 2015 год фокусируется на трех основных факторах: «строительство», поглощающее 37,8% российского капитала; «операции с недвижимостью», составляющие 24,7%; «туристические услуги» - 15,1%; остальные секторы, занимающие не более 22,3%.

Стоит отметить сильный рост, показанный на туристические услуги и услуги проживания, который с 2000 по 2004 г. представлял 2% от объема, однако в течение последних пяти лет снизился на 21%. Сектор недвижимости составлял от 22% до 33% в период между 2005 и 2010, принося до 7,5 млн евро в течение последних 6 лет в испанскую экономику. Существенную поддержку турбизнесу оказывает тот факт, что в настоящее время Генераль-

ное консульство Испании в Москве, совместно с Генеральным консульством в Санкт-Петербурге, выдает больше виз, чем любое другое испанское консульство в любой другой стране [1].

Стоит отметить, что испанский рынок жилья смог выровнять падающий спрос, связанный с пессимизмом инвесторов, вызванным девальвацией рубля и сложными политическими условиями отношений России и ЕС. Коррекция цен на невидимость смогла подстегнуть спрос. Существенное значение имеет тот факт, что в 2013 году правительство Испании одобрило решение о возможности получения вида на жительство для иностранцев из стран, не входящих в ЕС, при условии приобретения недвижимости на сумму не менее 500 тысяч евро [2]. Согласно этому закону, граждане, которые приобрели место жительства и продали свою недвижимость в течение 5 лет, будут лишены вида на жительство. В Государственном департаменте торговли объяснили эту меру: «Было бы неправильно, если бы иностранцы покупали дом в Испании и не могли в нем постоянно жить» [3]. Испанский рынок недвижимости был оживлен подобным решением правительства и привлек значительное число состоятельных россиян [4].

Российские инвестиции распространяются на протяжении большей части Испании, за исключением Кантабрии и Наварры. В Испании создано около 16 российских компаний, которые производят 650 рабочих мест в нашей стране, но нет официального списка российских компаний с предприятиями в Испании, поскольку юридическое обязательство регистрироваться в Экономическом и Коммерческом офисе отсутствует, что осложняет анализ российских компаний в стране.

Библиографический список

1. **Camara, M.** Relations between Spain and the Russian Federation. P. 184
2. BOE: núm. 233, de 28 de septiembre de 2013
3. España regala el permiso de residencia a 530 extranjeros ricos, la mayoría chinos y rusos // El Diario 04.06.2013 http://www.eldiario.es/sociedad/Espana-regala-permiso-residencia-inversores_0_384962519.html
4. **Куклина, А.С.** Цикличность дипломатических контактов при зарождении взаимосвязей России и Испании // Вестник Пермского университета. История. - 2017. - №2 (37). - С. 138-146.

УДК 658.5.012.1

КУЗНЕЦОВА Н.А., БРЫКАЛОВ С.М.,

ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ СЛУЖБ НА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

АО «ОКБМ Африкантов»

Главная задача любого предприятия в условиях рынка - удовлетворение потребностей потребителей и заказчиков, увеличение вклада в ускорение социально-экономического развития страны. Для осуществления этой задачи предприятие ставит перед собой цель увеличения прибыли [1,2].

Главная цель коммерческой службы – создание определённой системы мероприятий, направленной на регулирование процессов купли-продажи, удовлетворение спроса и получения прибыли.

Деятельность предприятия во многом зависит от того, как организована работа его коммерческой службы, то есть тех подразделений, которые отвечают за закупки товаров и реализацию продукции.

Организационная структура аппарата коммерческих служб предприятий в зависимости от выполняемых функций, типа и ассортимента продукции, количества сотрудников, цепочки поставок различна.

В докладе подробно описаны принципы формирования коммерческих структур предприятий, виды организации коммерческих структур, их применимость в зависимости от функций, выполняемых предприятием, а также приведены примеры предприятий для каждого вида коммерческих структур. Проанализированы практики формирования коммерческих структур российских и зарубежных предприятий.

Практическая значимость материалов доклада заключается в том, что предложены типовые схемы организации коммерческих структур предприятий, различных по своим функциям, масштабу деятельности и количеству сотрудников, сформулированы предложения по совершенствованию управления коммерческой деятельностью.

Предложенные в настоящем докладе принципы формирования коммерческих структур и анализ практик различных предприятий могут быть использованы промышленными предприятиями в практике управления коммерческой деятельностью.

Библиографический список

1. **Брыкалов С.М.** Новый подход к повышению эффективности предприятий машиностроительного дивизиона Госкорпорации «Росатом» (на примере АО «ОКБМ Африкантов») / С.М. Брыкалов // Научная школа Ф.Ф. Юрлова: сборник научных трудов / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2016.
2. **Брыкалов С.М.** Стратегическое управление промышленными предприятиями атомной отрасли на основе многоуровневого подхода: монография / С.М. Брыкалов, Ф.Ф. Юрлов. – М.: Изд-во «Ваш полиграфический партнер», 2015.

УДК 528.2/5 528.8 528.02

ЛЕЩЕНКО Е.С., ЗУБОВ Н.В.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях цифровизации и развития технологий искусственного интеллекта наблюдается тенденция к существенному изменению концепции развития промышленных предприятий.

Все действующие производственные системы проводили свою реструктуризацию в прошлом столетии и проектировались по принципам серийного и массового типов производств. Они были направлены на максимальную производительность и имели замкнутый цикл (т.е. все до последнего болта делали сами). Это, по сути, определенный имущественный комплекс, предназначенный для осуществления той или иной производственной деятельности, и включающий в себя производственные и торговые площади, инженерную инфраструктуру, производственное и торговое оборудование, товары на складе и в продаже, денежные средства на расчетном счете и в кассе, наемный персонал, в том числе зачастую — и наемных управляющих. На таких предприятиях выпускаемая продукция не менялась несколькими годами и не учитывала меняющиеся потребности населения. В условиях отсутствия импорта такие предприятия могли существовать и иметь хорошую прибыль, но переход к рыночным методам хозяйствования поставил большую часть наших заводов в тупик. С одной стороны рынок начал требовать конкурентоспособную продукцию, а с другой руководители столкнулись с целым комплексом проблем, которые препятствуют развитию отечественных производственных систем [1].

Глобализация производства, растущая динамика рынка и увеличение издержек побуждают промышленные предприятия к непрерывной инновационной перестройке своих производственных структур применительно к меняющимся условиям. В результате проблемы, связанные с проектированием различных производственных систем, приобретают долго-

срочный характер. Проектирование киберфизических систем становится для предприятий жизненно необходимыми и это позиция обусловлена следующими факторами [2]:

Первый - рост числа устройств со встроенными процессорами и средствами хранения данных: сенсорные сети, работающие во всех протяженных технических инфраструктурах.

Второй - интеграция, позволяющая достигнуть наибольшего эффекта путем объединения отдельных компонентов в большие системы: Интернет вещей (IoT), World Wide Sensor Net, умные среды обитания (Smart Building Environment), оборонные системы будущего.

Третий - ограничение когнитивных способностей человека, которые эволюционируют медленнее, чем машины. В этой связи непременно наступает момент, когда люди уже не в состоянии справиться с объемом информации, требуемой для принятия решений, и какую-то часть действий нужно передать CPS, выведя человека из контура управления (human out of loop).

Библиографический список

1. **Мансуров Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития (монография). Москва, Российская академия предпринимательства, АП «Наука и образование, 2014. – 238 с.
2. **Лещенко Е.С.** Основные направления разработки организационных стратегий в управлении предприятием (статья). Материалы международной заочной научно-практической конференции «Региональная экономика: актуальные вопросы и новые тенденции». – Ульяновск, УлГТУ, 2014. – С. 200-204

УДК 528.2/.5 528.8 528.02

МАНСУРОВ Р.Ш.,
САФРОНОВ И.В., ШАТАГИН Д.А.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным предметом проектирования и управления киберфизическими системами (КФС) на сегодняшний день являются производственные и вспомогательные процессы. Основные процессы связаны с изготовлением изделий и комплектующих, а также их последующей сборкой в готовую продукцию, которая имеет свое функциональное назначение. Но для бесперебойной работы КФС необходима организация и вспомогательных процессов, которые связаны с ремонтом, транспортировкой, хранением и обслуживанием различных элементов производственного процесса. Учет взаимосвязей элементов основных и вспомогательных процессов является неотъемлемой частью процесса принятия технико-экономических решений.

Специфика организации и управления КФС заключается в том, что необходимо с высокой степенью точности спланировать ожидаемую будущую модель с необходимыми видами деятельности и целями. В таком процессе неизбежно возникают различные коллизии в большом объеме аналитической работы, погрешностях в расчетах, исправлениях и сопоставлениях, причиной которых является отсутствие практического опыта, которого сегодня явно недостаточно для организации и управления КФС.

Сам по себе процесс организации и управления КФС в общем виде состоит из разработки будущей модели, ее реализации и введение в эксплуатацию. При этом ее нужно рассматривать как целостную систему, для проектирования которой необходимо учитывать следующее:

1. Основные цели КФС и ее процессов организации и управления;
2. Состав ее основных элементов с учетом их технических характеристик и габаритных размеров;

3. Учет взаимосвязей и взаимозависимостей элементов КФС для достижения основных целей с учетом ее возможностей [1].

По сути, мы получаем проект, который представляет собой концепцию КФС и может иметь следующие цели:

- изготовление продукции по принципу «точно в срок», т.е. изделие или партия должна быть поставлено заказчику в установленные сроки (не раньше, ни позже);
- время производственного цикла должно быть минимальным и при этом необходимо обеспечить оптимальное эффективное использование различных элементов КФС;
- обеспечение гибкости КФС для быстрой переналадки на выпуск однотипной или новой продукции;
- получение высокой экономической эффективности, которая заключается в достижении высокой производительности КФС и минимальных затратах всех видов ресурсов;
- соблюдение всех экологических требований.

Таким образом, концепция КФС это результат взаимодействия человеческих, технических, экономических и организационно-управленческих факторов, направленных на изготовление продукции и выполнение производственной программы.

1. Мансуров Р.Ш. Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития (монография). Москва, Российская академия предпринимательства, АП «Наука и образование, 2014. – 238 с.

УДК 528.2/.5 528.8 528.02

МАНСУРОВ Р.Ш., САФРОНОВ И.В.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс организации и управления КФС связан с большим объемом вариативной входящей информации и здесь необходимо, применять методы моделирования материальных и производственных потоков основным инструментом, которых могут быть нейронные сети. Эти методы позволяют осуществлять аналитическое прогнозирование, а также поиск эффективных решений на основе разработки многочисленных альтернативных вариантов, дающих возможность оценить критические ситуации и степень их неопределенности.

Проекты, связанные с организацией и управлением КФС могут быть разбиты на пять вариантов, которые отличаются друг от друга целями и поставленными задачами [1].

Вариант 1. Организация новой КФС.

Это классический случай, который характеризуется: продолжительным по времени и большому объему работ подготовительной части, долгосрочными прогнозами производственной программы и ее дальнейшего развития, выбором оптимальной инфраструктуры с учетом различных ограничений, выбором оптимальных решений из-за определенной степени свободы на ранней стадии проектирования.

Вариант 2. Реинжиниринг действующего производства с внедрением элементов КФС по принципу «непрерывное проектирование».

Данный проект характеризуется следующими признаками: основная цель это модернизация действующих производственных комплексов в КФС с искусственным интеллектом; возможность составления более точных прогнозов относительно производственной программы и распределения ресурсов; достижение гибкости КФС; внедрений инноваций для сокращения затрат и оптимизации производственного процесса.

Вариант 3. Расширение производственных мощностей за счет внедрения КФС.

Это модернизация с применением КФС вызванной увеличением количества объема производственной программы: расширение производственной территории; возможность точного прогнозирования вызванного высокой степенью определенности будущей производственной программы; перебазирование действующего производства в КФС.

Вариант 4. Сокращение размеров производства за счет внедрения элементов КФС.

Такая ситуация обусловлена сокращением сбыта или сосредоточением на производстве основного продукта и имеет следующие признаки: обновление структуры производственной программы; уменьшение производственных мощностей; внедрение новых режимов производства; реструктуризация; обновление производства за счет внедрения элементов КФС.

Вариант 5. Ревитализация производства.

Ревитализация это преобразование предприятия, т.е. внедрение инноваций на неработающем предприятии для производства новой конкурентоспособной продукции (внедрение более совершенных элементов КФС): детальные прогнозы производственной программы; принятие оптимальных решений, учитывающие инновационную составляющую в производственной программе.

-
1. **Мансуров Р.Ш.** Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития (монография). Москва, Российская академия предпринимательства, АП «Наука и образование, 2014. – 238 с.

УДК 65.007

САПАРОВА А.А., БЕСПАЛОВ В.В.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексева

Производственная система – это концепция управления производственным процессом, направленная на отсутствие дефектов и скорость, необходимую для заказчика. Производственная система позволяет достигать основную цель компании:

«Разрабатывать, производить и продавать продукты высшего качества с коротким временем производственного цикла и последовательным выполнением требуемого срока поставки при низких расходах и постоянном совершенствовании».

В достижении такой цели заинтересованы все: и сотрудники, и сама компания, и заказчик.

Производственная система – это:

1. постоянное совершенствование путем исключения потерь/издержек;
2. бережливая, гибкая и стандартизированная система производства, основывающаяся на принципах и процессах, которые постоянно удовлетворяют требования заказчика в области качества, расходов и сроков поставки;
3. профессиональные сотрудники, включенные в процесс принятия решений;
4. оказывающие поддержку лидеры.

В основе производственной системы лежит минимизация или даже полное исключение потерь/издержек – везде: в процессе производства, администрации и управления. Все сотрудники компании должны отвечать за то, чтобы понимать, внедрять, применять и поддерживать инструменты, методы и стандартные процессы производственной системы [1].

Примеры элементов производственной системы:

- Kaizen;

– это процесс, который ищет и устраняет потери малыми шагами в каждой отдельной части бизнеса. Каждый сотрудник, будучи составной частью компании, обязан постоянно

улучшать и совершенствовать общий бизнес, процессы, процедуры, места работы. Kaizen должен быть безопасным, достаточно простым в реализации, направленным на быстрое решение проблемы, не должен стоить больших средств [2].

- Бережливый менеджмент;
- 5S;

– это принцип организации рабочего места; состоит из 5 шагов: сортировка, создание порядка, содержание в чистоте, стандартизация, совершенствование [3].

- JIT (точно вовремя);

В соответствии с принципом JIT производятся и поставляются компоненты, которые нужны, когда нужны, в правильном количестве, заданного качества, в правильной таре/упаковке, на правильное место [4].

- JIDOKA;

– это встраивание качества в производственный процесс. Основные шаги данной концепции: идентифицировать проблему, остановить проблему, исключить проблему, найти главную причину и принять контрмеры. Инструменты, применяемые в концепции: система Andon, защита от ошибок (Рока-юке) [4].

- Стандартизированная работа

Документированный – лучший метод выполнения работы безопасным и эффективным способом для того, чтобы достичь нужного уровня качества.

Только одна последовательность или метод может быть лучшим, и все должны следовать этой последовательности перед тем, как произвести [1].

- Kanban;

В повседневной жизни люди покупают то, что им нужно. Обыкновенно записывают на бумагу «список покупок», где уточняют, что нужно купить и сколько. Закупленный товар можно взять с собой домой лишь в случае, когда оплачен счет деньгами.

В рамках системы Kanban тоже можно «идти за покупками», т.е. там, где заказчики покупают нужные им компоненты. В данном случае «списком покупок» является карта Kanban: на карте указано, какие компоненты нужны и их количество. Кроме этого, эти карты применяются как деньги и позволяют заказчику приобрести компоненты [5].

- Система вытягивания;

- это схема организации производства, при которой объёмы продукции и сроки её изготовления на каждом производственном этапе определяются исключительно потребностями последующих этапов (в конечном итоге — потребностями заказчика). Отпуск материалов в производство со складов выполняется по требованию потребителя к моменту использования материала в производственных операциях. Решения по пополнению запасов материалов на складах принимаются на самих складах, а не центральной службой или заводом [5].

Библиографический список

1. **Сигео Синго**. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства – Москва: Институт комплексных стратегических исследований, 2010. – 312с.
2. **Масааки Имаи**. Кайдзен. Ключ к успеху японских компаний – Москва: Альпина Бизнес Букс, 2018. – 274с.
3. **Том Фабрицио**, Дон Тэппинг. 5S для офиса: как организовать эффективное рабочее место – Москва: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 264с.
4. **Джеффри К. Лайкер**. Дао Toyota. 14 принципов менеджмента ведущей компании мира – Москва: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402с.
5. Канбан для рабочих – Москва: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 136с.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ И ВОЗМОЖНОСТЯМИ НА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

АО «ОКБМ Африкантов»

Для любого крупного промышленного предприятия необходимым условием развития и повышения конкурентоспособности является выстраивание системы управления рисками и возможностями с целью разработки и реализации комплекса мер, способствующих достижению его стратегических и операционных целей и выполнения функций в условиях неопределенности.

Большинство корпораций, компаний, предприятий и фирм пришли к осознанию того, что им крайне необходимы разработка и внедрение в повседневные практики комплексных систем управления рисками и возможностями (СУРиВ), позволяющих учитывать риски и управлять ими на всех уровнях менеджмента – от стратегических перспектив – до оперативно-технического.

Управление рисками и возможностями в АО «ОКБМ Африкантов» осуществляется в обеспечение требований ISO 9001:2015 и с учетом рекомендаций российских и международных стандартов [1] в рамках реализации задачи «Внедрение комплексной системы управления рисками и возможностями (СУРиВ)» функциональной стратегии «Управление предприятием на 2018-2020 годы» и является одной из приоритетных задач программы стратегического развития организации [2, 3].

В докладе подробно описаны методические подходы построения системы риск-менеджмента на крупных предприятиях, основные результаты работ по внедрению системы управления рисками и возможностями в АО «ОКБМ Африкантов», приведены практические рекомендации по оценке принципов риск-менеджмента среди руководителей и сотрудников, сформированы проблемные вопросы и предложены мероприятия по дальнейшему развитию системы по управлению рисками и возможностями.

Практическая значимость материалов доклада заключается в том, что предложены типовые организационно-технические мероприятия с целью создания эффективной системы управления рисками и возможностями, а также для решения проблемных областей, с которыми могут столкнуться различные предприятия при внедрении данной системы.

Предложенные в настоящем докладе методические подходы и практические рекомендации по построению системы управления рисками и возможностями могут быть использованы и тиражированы крупными промышленными предприятиями в практике стратегического управления.

Библиографический список

1. **Брыкалов С.М.**, Балыбердин А.С., Трифонов В.Ю. Рекомендации по построению системы управления рисками в промышленных комплексах и предприятиях с учетом требований международных и российских стандартов // Экономика и менеджмент систем управления/Научно-практический журнал – Воронеж: Изд. «Научная книга», 2018. - № 3 (38). - с. 19-27.
2. **Брыкалов С.М.** Новый подход к повышению эффективности предприятий машиностроительного дивизиона Госкорпорации «Росатом» (на примере АО «ОКБМ Африкантов») / С.М. Брыкалов // Научная школа Ф.Ф. Юрлова: сборник научных трудов / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2016.
3. **Брыкалов С.М.** Стратегическое управление промышленными предприятиями атомной отрасли на основе многоуровневого подхода: монография / С.М. Брыкалов, Ф.Ф. Юрлов. – М.: Изд-во «Ваш полиграфический партнер», 2015. - 259 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 004.457

БОГДАНОВ Е.В., СИМАКОВ Е.А., ПРОНИН П.И.

РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЯМИ ДЛЯ СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО КОНФИГУРИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во время испытаний автономных робототехнических комплексов возникла проблема переключения управляющего компьютера в другую сеть или изменения параметров текущего подключения. Для этого необходимо было подключиться к терминалу удаленного компьютера при помощи, например, ssh соединения, после чего используя терминальные команды настроить необходимые параметры. Это привело к необходимости создания инструмента, который позволил бы осуществлять подобное конфигурирование сетей через понятный и простой пользовательский интерфейс.

Для реализации данного модуля, который, впоследствии, стал частью системы удаленного конфигурирования, был выбран язык Python. Сам функционал представляет собой класс-singletone, который использует библиотеку subprocess для отправки консольных команд. Управление сетями осуществляется посредством консольной утилиты nmcli.

Данный модуль предоставляет следующий функционал:

- предоставляет список проводных и беспроводных сетей с информацией об уровне сигнала;
- позволяет переключаться между доступными сетями посредством ввода пароля или без него, если подключение к ней выполнялось ранее;
- позволяет включить или выключить режим DHCP;
- устанавливает статический Ip, dns, gateway для подключения.

После интеграции данного модуля в систему конфигурирования был так же реализован пользовательский графический интерфейс на языке JavaScript с использованием фреймворка Vue. Интерфейс представляет собой реактивное web-приложение (рис. 1).

Созданный модуль является неотъемлемой частью системы удаленного конфигурирования и вносит свой вклад в ускорение и упрощение процесса конфигурации автономных исследовательских робототехнических комплексов.

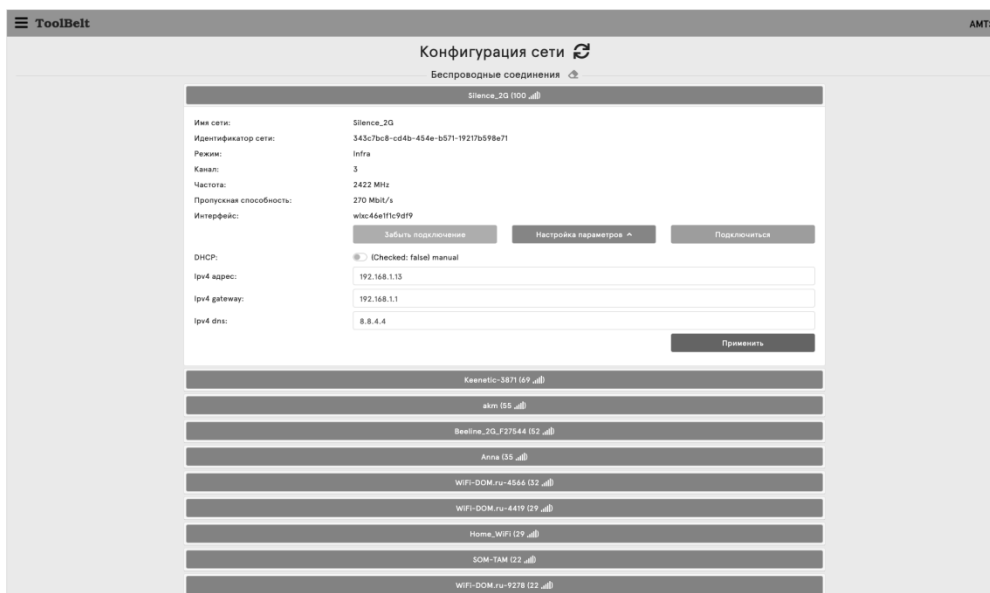


Рис. 1 - Внешний вид окна настройки сетей

УДК 519

БОЧКОВ В.С., КАТАЕВА Л.Ю.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМА К-БЛИЖАЙШИХ СОСЕДЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБНАРУЖЕНИЯ ОГНЯ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе представлен подход к решению задачи классификации визуальных объектов с использованием алгоритма к-ближайших соседей. Разработаны методы нахождения необходимого и достаточного размера тренировочного множества примеров для работы в режиме реального времени. Осуществлен анализ подходов к оптимизации данных.

В работе учитывается характеристика изменения значения цвета пикселя на протяжении нескольких кадров при помощи скользящего среднего первого второго порядков по цветовым параметрам пикселей.

В качестве параметров для конкретных изображений были выбраны следующие:

1. Извлечение пикселей по цветовому фильтру в области [1]

$$PRGB = \sum_{i,j} \begin{cases} 1, R_{i,j} > G_{i,j} > B_{i,j} \\ 0, \neg(R_{i,j} > G_{i,j} > B_{i,j}) \end{cases} / m \cdot n$$

2. Средние компоненты цвета в регионе

$$MR = \sum_{i,j} R_{i,j} / m \cdot n, \quad MG = \sum_{i,j} G_{i,j} / m \cdot n, \quad MB = \sum_{i,j} B_{i,j} / m \cdot n.$$

3. Усредненные значения скользящего среднего второго порядка в целевой области:

$$MDMA(\alpha, \beta) = \sum_{i,j} DMA(P_{i,j}, \alpha, \beta) / m \cdot n.$$

В результате работы выяснено, что наиболее высокая точность распознавания получена при использовании алгоритма поиска одного ближайшего соседа. Несмотря на то, что с ростом количества ближайших соседей данный показатель падает, из результата заметен пропорциональный точности рост ошибки ложно-негативного срабатывания и падение ошибки ложно-позитивного срабатывания. Первую ошибку компенсируется запоминанием позиции огня на 1-2 кадра, в виду того, что низовой лесной пожар относительно медленно распространяется, в то время как со вторым типом ошибок можно

бороться только улучшением алгоритма классификации. Поэтому оптимально использовать алгоритм поиска 7 соседей.

-
1. **Yoon-HoKim**, AllaKim, Hwa-YoungJeong. RGB Color Model Based the Fire Detection Algorithm in Video Sequences on Wireless Sensor Network // International Journal of Distributed Sensor Networks. 2014. 10 с.

УДК 519.25

ДОГИН Д. В., ЗАЙЦЕВ А.И., ЗАЙЦЕВА М.Ю.

РЕГИСТРАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОЛНЕНИЯ ПО ДАННЫМ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы исследовать характеристики поверхностных волн по данным гидростатического давления.

При натурной регистрации поверхностных волн широко применяются донные датчики давления, их использование снижает стоимость и упрощает проведение экспериментов. Однако это накладывает трудности при обработке данных, поскольку датчик придонного давления не регистрирует саму поверхностную волну, а изменение давления на дне. Таким образом, важным является изучение связи между давлением в толще воды и смещением поверхности. В теоретическом плане это весьма трудная задача гидромеханики.

Сбор данных осуществляется непрерывно, с периодичностью в 1 секунду на побережье полуострова Сахалин, в мысе Свободный. Значения параметров температуры, времени и давления в течении полугода записываются на энергонезависимую память, а затем снимаются и используются в исследовательских работах.

Суть обработки полученных данных методами спектрального анализа заключается в применении дискретного преобразования Фурье для получения наглядной картины значимости волн разной частоты. Дискретное преобразование зачастую приносит эффект размывания спектра, который негативно сказывается на результате исследований. Для избавления от погрешностей такого характера данные необходимо предварительно обработать. С этой целью в работе применяются оконные функции Ханна. А так же оконные функции, ограничивающие временной диапазон измерений.

На записи удалось зарегистрировать несколько наиболее сильных шторма: 16.12.14, 07.01.15, 10.03.15. Во время этих событий заметно существенное усиление значительных высот волн. Стоит особо отметить резко изменение спектра волн после этих штормов. 7 января энергия в области ветровых волн, высокочастотной и среднечастотной зыби резко падает, что, очевидно, связано с влиянием ледового покрова моря на волнение. Вероятно, лед был подогнан к берегу сильными штормами. Так же был выполнен поиск аномальных волн.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТОВОГО РАСЧЕТА ДВИЖЕНИЯ ОДИНОЧНОЙ ВОЛНЫ ЦУНАМИ В ПРИБРЕЖНОМ РАЙОНЕ С ИДЕАЛИЗИРОВАННОЙ БАТИМЕТРИЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Специальное конструкторское бюро автоматизации морских исследований,
Дальневосточное отделение РАН, Южно-Сахалинск

Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы исследовать распределение гидродинамических параметров волн цунами в прибрежной зоне, необходимое для оценки эффективности защиты береговой зоны. В расчетах использован вычислительный комплекс НАМИ-ДАНС, решающий нелинейные уравнения мелкой воды. Для расчетов выбран бассейн с длиной 2000 м и шириной 1000 м с максимальной глубиной 50 м. Шаг сетки составляет 2 м в горизонтальных направлениях. На вход бассейна подавался одиночный синусоидальный гребень высотой 4 м с длительностью 3, 24 и 48 минут.

Результаты моделирования показывают, что, как и следовало ожидать, защитные структуры (дамбы, волнорезы) могут задержать поток цунами в поступающем направлении. Однако на некоторых участках значения числа Фруда могут оказаться большими из-за фокусировки и дифракции волн.

Чтобы оценить эффект вдольберегового волнового движения, были выполнены расчеты для случая, когда дамбы расположены близко друг к другу, так что волне трудно проникнуть через узкие промежутки. Результаты исследований продемонстрировали, что единственный способ обеспечить полную защиту от воздействия цунами - это предотвратить переливание волны через дамбы. Однако, если амплитуды волны выше, чем высота защитных сооружений, то волна способна к переливанию через них и затопление продолжится, но энергия потока на берегу уменьшится. Естественным решением было бы увеличить высоту защитной стенки (дамбы), однако трудно построить такую высокую заградительную стену перед береговой зоной города. Во время Японского цунами 2011 года дамбы не защитили города и поселки полностью, но тем не менее многие бетонные здания остались неразрушенными. Поэтому важно, чтобы население переходило на высокие этажи зданий и оставалось там до момента, когда вода спадет. Много высоких бетонных зданий, названных башнями эвакуации от цунами, были построены вдоль побережья Японии. Они спроектированы так, чтобы вода могла проходить сквозь нижние этажи. Это позволяет значительно снизить волновое воздействие на здание. Размер башен учитывает число людей ближайших районов, которые могут быть эвакуированы.

Важным результатом данного исследования является то, что затопление побережья более длинными волнами приводит к однородности затопления при различных конфигурациях расположения защитных сооружений. Это показывает распределение значений гидродинамических параметров (скорость и глубина потока, число Фруда) в зоне затопления при моделировании различных сценариев. Ущерб от цунами произойдет независимо от присутствия защитных сооружений, если волны в состоянии перехлестнуться через них и затопить сушу независимо от того, как расположены здания: плотно или редко. Это явление необходимо учитывать при планировании путей эвакуации от цунами в прибрежных районах.

Исследование проведено при поддержке гранта РФФИ 18-05-80019 («Опасные явления»).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ С ПРИМЕНЕНИЕМ СХЕМЫ WENO

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нелинейность уравнений гидро-газодинамики усложняет получение их аналитического решения. Использование численных методов позволяют решать подобные уравнения. Для задач с кусочно-гладкими решениями, содержащими разрывы разработаны схемы ENO (essentially non-oscillatory) and WENO (weighted essentially non-oscillatory), являющиеся конечно-разностными схемами высокого порядка. Основное отличие схем заключается в аппроксимации, использующую нелинейную адаптивную процедуру для автоматического выбора локально наиболее гладкого шаблона. Это позволяет сглаживать резкие перепады, сохраняя высокий порядок точности в их отсутствии. Метод конечных объемов на основе схемы WENO для приближения гиперболических законов сохранения на адаптивно уточненных декартовых сетках рассмотрен в работе [0]. Выявлено, что метод расщепления по направлениям в сочетании с одномерной версией схемы WENO понижает порядок точности до второго, однако использование двумерной полиномиальной реконструкции представляет сложность. Данная погрешность связана с нелинейностью уравнений, которая не приводит к существенному искажению решения при числах Маха ниже 0.2. Это позволяет применять рассмотренный подход для моделирования лесных пожаров. Построение решателя для одномерной системы уравнений Эйлера было осуществлено на основе подхода, описанного в работах [2,3]. Для моделирования распространения волны от импульсного воздействия в результате мгновенного окисления стержня заданной линейной плотности и удельной теплотой сгорания используется двумерная система нелинейных уравнений Эйлера с расщеплением по направлениям. Продукты окисления стержня и энергии были учтены в начальных условиях согласно распределению Гаусса. Число Куранта присваивается значение 0.3. На границах скорость была равна 0 м/с, давление $P = 10^5$ Па, плотность $\rho = 1.2$ кг/м³. Дискретизация по времени реализовывалась на основе метода Рунге-Кутты 3 порядка [4,5]. Шаг по времени выбирался на основе числа Куранта с учетом максимума собственных чисел, пространственной и временной дискретизации расчетной области и определяется как произведение числа Куранта на шаг по координате соотнесенного к максимальному собственному значению Якобиана.

Библиографический список

1. **Pawel Buchmueller** High-Order WENO Finite Volume Methods on Cartesian Grids with Adaptive Mesh Refinement // zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät an der Heinrich-Heine-Universität zu Düsseldorf, 2016
2. **Shu, Chi-Wang** Essentially non-oscillatory and weighted essentially non-oscillatory schemes for hyperbolic conservation laws // Advanced numerical approximation of nonlinear hyperbolic equations. Springer, Berlin, Heidelberg, 1998. P.325-432.
3. **Jiang, Guang-Shan,** and Cheng-chin Wu. // A high-order WENO finite difference scheme for the equations of ideal magnetohydrodynamics. // Journal of Computational Physics 150.2 (1999). P.561-594.
4. **Катаева Л.Ю.,** Карпухин В.БО методе Гира численного моделирования динамических систем, описываемых жесткими обыкновенными дифференциальными уравнениями // Наука и техника транспорта. 2008. № 1. С. 57-66.
5. **Катаева Л.Ю.** Особенности дискретизации многомерных нелинейных задач // Наука и техника транспорта. 2008. № 4. С. 13-16.

ТРЕУГОЛЬНИКИ СЕРПИНСКОГО, ЗАДАННЫЕ ТРЕМЯ ГОМОТЕТИЯМИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ ПОДОБИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Конечное семейство сжимающих отображений, заданных на полном метрическом пространстве X , называется системой итерированных функций (СИФ) на X . Как известно, любая СИФ имеет единственный аттрактор, представляющий собой непустое компактное инвариантное множество.

В работе рассматривается система $S = \{f_1, f_2, f_3\}$ трех итерированных функций, являющихся гомотетиями $f_i(X) = \lambda_i(X - A_i) + A_i, A_i, X \in E^2, i = 1, 2, 3$, евклидовой плоскости E^2 с произвольными положительными коэффициентами гомотетии $\lambda_i \in (0, 1)$ и центрами A_i , не лежащими на одной прямой.

Системы такого вида для случая $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda$ рассматривались в [1-2]. Аттрактором A_S такой СИФ при $\lambda \geq 2/3$ является заполненный треугольник $\Delta A_1 A_2 A_3$ с вершинами в центрах гомотетий, при $\lambda < 1/2$ аттрактор A_S - канторово множество в $\Delta A_1 A_2 A_3$.

Пусть $\Sigma = \{1, 2, 3\}$, $f_\varepsilon = f_{\varepsilon_1} \circ f_{\varepsilon_2} \circ \dots \circ f_{\varepsilon_n}$, $\varepsilon_i \in \Sigma$, $\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n) \in \Sigma^n, n \in N$. Подмножество M треугольника $\Delta A_1 A_2 A_3$ называется вполне самоподобным [2], если $f_\varepsilon(M) = f_\varepsilon(\Delta A_1 A_2 A_3) \cap M \forall \varepsilon \in \Sigma^n \forall n \in N$. В [2] найдено счетное семейство значений $\omega_n \in (1/2, 2/3)$, $n \geq 2$, коэффициента гомотетии λ , при которых аттрактор является вполне самоподобным. Значение ω_n является единственным положительным корнем многочлена $x^n + x^{n-1} + \dots + x - 1$, $n \geq 2$. Первое число ω_2 из этого семейства равно $(\sqrt{5} - 1)/2$, то есть числу, обратному к золотому сечению. Аттракторы, получаемые при таких значениях ω_n коэффициента λ , называются в [2] золотыми салфетками. Для таких аттракторов хаусдорфова размерность совпадает с размерностью Минковского и равна $\ln \tau_n / \ln \omega_n$, где τ_n - наименьший положительный корень многочлена $3x^{n+1} - 3x + 1$.

В данной работе не предполагается равенство коэффициентов гомотетий. Доказано, что если $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 \geq 2$ то аттрактор A_S системы S представляет собой заполненный треугольник $\Delta A_1 A_2 A_3$. Если $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 < 2$, то аттрактор A_S - треугольник Серпинского с вершинами A_1, A_2, A_3 . В частности, аттрактор A_S является классическим треугольником Серпинского только при $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = 1/2$. Если $\lambda_i + \lambda_j < 1, i \neq j, i, j = 1, 2, 3$, то аттрактор A_S является канторовым множеством на плоскости.

Пусть $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 < 2$ и A_S не является канторовым множеством. В этом случае $\bigcap_{i=1}^3 f_i(\Delta A_1 A_2 A_3)$ может иметь одну, две или три компоненты связности. Для каждого из случаев найдены значения коэффициентов гомотетий, при которых аттрактор A_S является вполне самоподобным.

Приведены примеры аттракторов, не являющихся вполне самоподобными.

Библиографический список

1. **Simon, K.** On the dimension of self-similar sets / K. Simon, B. Solomyak // Fractals. – 2003. – V. 10. – P. 59–65.
2. **Broomhead, D.** Golden gaskets: variations on the Sierpiński sieve / D. Broomhead, J. Montaldi, N. Sidorov // Nonlinearity. – 2004. – V. 17. – P. 1455–1480.

УДК 519.248.25.

КУЗНЕЦОВ П.Д., КОВРИГИН Д.А.

ЗАДАЧА ПЕРКОЛЯЦИИ КВАДРАТНОЙ МАТРИЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель задачи состоит в том, чтобы вычислить вероятность перколяции квадратной матрицы A размерности $N \times N$, начиная, скажем, от ее верхней грани (строки/столбца) до ее нижней противоположной грани (строки/столбца), вследствие случайного «разрушения» n ее ячеек или элементов $A_{i,j}$, каждый из которых представляет один из элементов данной матрицы. Для решения такой комбинаторной задачи можно воспользоваться теорией формальных языков. Алгоритм решения задачи таков:

Вход: Дана квадратная матрица A размерности $N \times N$.

Выход: Вероятность перколяции матрицы $P_N = P_N / C_{N^2}^N$ размерности $N \times N$, где P_N - комбинаторное число, равное количеству элементов множества цепочек длины N , генерируемых грамматикой G , и описывающих перколяцию матрицы A .

Метод решения: Для построения множества цепочек длины N , описывающих перколяцию матрицы A , используется праволинейная грамматика $G = (N, \Sigma, P, S)$, где $N = \{A_{i,j}\}$ - множество нетерминальных символов или множество нетерминалов; S - начальный нетерминал; $\Sigma = \{a_j\}$ - множество терминальных символов или множество терминалов; P - множество правил или продукций грамматики (напомним, что в иерархии Хомского, праволинейная грамматика определяется правилами вида $A \rightarrow a | bB$, где $\forall A, B \in N$, $\forall a, b \in \Sigma$, символ $|$ обозначает альтернативу выбора той или иной продукции из множества правил P):

$$S \rightarrow a_j A_{2,j}; \quad (j = 1..N)$$

$$A_{N,1} \rightarrow a_1 | a_2;$$

$$A_{i,1} \rightarrow a_1 A_{i+1,1} | a_2 A_{i+1,2}; \quad (j = 2..N-1)$$

$$A_{i,j} \rightarrow a_{j-1} A_{i+1,j-1} | a_j A_{i+1,j} | a_{j+1} A_{i+1,j+1}; \quad (i, j = 2..N-1)$$

$$A_{N,j} \rightarrow a_{j-1} | a_j | a_{j+1}; \quad (j = 2..N-1)$$

$$A_{N,N} \rightarrow a_{N-1} | a_N.$$

Количество цепочек языка $\#L(G)$ определяет искомое комбинаторное число P , то есть $P = \#L(G)$.

Библиографический список

1. **Меньшиков М.В.** Теория перколяции и некоторые приложения [Текст] / М.В. Меньшиков, С.А. Молчанов, А.Ф. Сидоренко // Итоги науки и техн. Сер. Теор. вероятн. Мат. стат. Теор. кибернет. – М.: ВИНТИ, 1986. – 110 с.
2. **Эфрос, А.Л.** Физика и геометрия беспорядка. [Текст] / А.Л. Эфрос // Библиотечка «Квант» - М.: Наука, 1982. – вып. 19. – 176 с.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ВНУТРЕННИХ ВОЛН В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день в океанологии, физике атмосферы, геофизике, в связи с проблемами охраны и изучения окружающей среды, эксплуатации сложных гидротехнических сооружений и многими другими значимыми задачами науки и техники отмечается постоянный рост интереса к изучению внутренних гравитационных волн [1, 2]. Этой теме посвящено большое количество научных работ, но до настоящего времени не существовало общедоступного ресурса, позволяющего объединить их в один регулярно обновляемый каталог.

Для сбора, обработки и визуализации данных о регистрации внутренних волн, содержащихся в литературных источниках, а также для открытого доступа к этим данным разработан программный комплекс IGWAtlas (InternalGravityWavesAtlas, Атлас внутренних гравитационных волн) [3]. Он предоставляет возможность ознакомиться с графиками профилей стратификации плотности, солености и температуры, проводить поиск информации в заданном пользователем районе Мирового океана по географическим координатам точек наблюдения, дате, источнику и извлекать данные в текстовые файлы. В программный комплекс интегрирована база данных наблюдений внутренних волн в Мировом океане [4]. В ней представлена информация о 2360 наблюдениях из 484 источников с 1972 года по настоящее время. IGW Atlas выполняет следующие функции: добавление, редактирование, удаление записей из базы данных, а также просмотр, поиск, извлечение данных наблюдений и результатов инструментальных измерений внутренних волн, визуализацию географических координат мест их регистрации. Область применения – статистический анализ, базы знаний, геоинформационные системы, веб-сервисы для задач исследования океана. Обновление данных происходит по мере поступления и обработки новых литературных источников. В программный комплекс IGW Atlas планируется встроить модуль, позволяющий визуализировать географическое распределение зарегистрированных наблюдений и их зависимость от времени года.

Представленные результаты получены в рамках выполнения государственного задания в сфере научной деятельности (задание № 5.4568.2017/6.7 и задание № 5.1246.2017/4.6) и при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации по государственной поддержке научных исследований ведущих научных школ Российской Федерации НШ-2685.2018.5. Интеграция с Базой данных внутренних волн выполнена в рамках гранта Российского Научного Фонда проект № 17-71-10101.

Библиографический список

1. **Морозов Е.Г.** Океанские внутренние волны. – М.: Наука, 1985. 151 с.
2. **Миропольский Ю.З.** Динамика внутренних гравитационных волн в океане. – Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 302 с
3. IGWAtlas– База данных наблюдений внутренних волн Алексеева [Электронный ресурс] URL: <https://lnnad.nntu.ru/ru/igwatlas/> (дата обращения: 10.04.2019).
4. **Рыбин А.В.,** Тюгин Д.Ю., Рувинская Е.А., Крылов С.В., Куркина О.Е. Куркин А.А.. Программный комплекс для работы с данными наблюдений интенсивных внутренних волн и результатами инструментальных измерений стратификации плотности вод в мировом океане // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660337. от 29 сентября 2015 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗОЙ ДАННЫХ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Введение. Во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и в области медицины, нередко возникают вопросы хранения и анализа данных. Увеличивающиеся объемы информации, появление новых диагностических и лечебных технологий требуют современной обработки и интерпретации результатов опроса, осмотра и проводимого тестирования[1,2].

Цели и задачи. Целью работы является разработка приложения для анализа и оценки данных, полученных в результате проведения анкетирования детей разных возрастных групп с целью оценки их психологического статуса. Были выделены следующие задачи:

- 1) создать базу данных для хранения и дальнейшего использования полученной информации;
- 2) оптимизировать поиск необходимой информации для получения результатов анализа, введенных данных и их графической интерпретации;
- 3) реализовать вывод результатов исследования на бумажном и электронном носителях.

Материалы и методы. Основным языком программирования был выбран Python; использовалась графическая библиотека PyQt5 для построения окон, полей ввода информации, кнопок, надписей. Для визуализации графиков, диаграмм применялась библиотека Matplotlib [3,4].

Результаты и обсуждения. Оценка психологического статуса школьников является необходимым элементом для составления комплекса мероприятий с целью предупреждения возникновения трудностей обучения у детей. В помощь врачу амбулаторно-поликлинического звена необходимо было создать программу с графическим интерфейсом. Программа позволяет ввести данные о ребенке, провести первичное или повторное анкетирование и сохранить ответы в базе данных. Далее программа позволяет проводить оценку введенных параметров анкеты по каждому из критериев, где осуществляется подсчет баллов по ответам. Также реализована возможность сохранения результатов в файл и печать на принтере заключительных форм. Программа помогает составить и сохранить общую статистику по каждому из вопросов анкеты детей, у которых проведен опрос. Статистические расчеты могут быть представлены с учетом возраста, пола, класса и ступени обучения ребенка с предоставлением диаграммы распределения величин.

Заключение. В результате разработки программного комплекса удалось осуществить создание базы данных для хранения информации, добиться удобного ввода благодаря наличию средств графического интерфейса, поиска, анализа данных с графической интерпретацией, вывода документов для печати.

Библиографический список

1. Опыт регионального мониторинга состояния здоровья школьников. Богомолова Е.С., Леонов А.В., Чекалова С.А. - Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. - 2007. - № 6. - С. 448.
2. Особенности соматического статуса у школьников с синдромом вегетативной дисфункции. Чекалова С.А., Богомолова Е.С., Леонов А.В., Кузмичев Ю.Г., Чекалова Н.Г. - Российский педиатрический журнал. - 2009. - № 6. - С. 41-42.
3. Прохоренок, Н.А. Дронов В.А. Python 3 и PyQt5 Разработка приложений / Прохоренок, Н.А. Дронов В.А. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург 2016.- 832с
4. Документация PyQt5 [Электронный ресурс] / <http://doc.qt.io/qt-5/reference-overview.html>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МНОГОФАКТОРНОГО АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОМАТИЧЕСКОГО И ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА УЧАЩИХСЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Введение. В настоящее время отмечается ухудшение состояния соматического и нервно-психического здоровья школьников в периоде систематического обучения, что определяет необходимость активного внедрения различных компьютерных программ в работу врачей амбулаторно-поликлинической службы. Это позволит ускорить анализ полученной информации о состоянии здоровья ребенка и поможет в создании индивидуального комплекса оздоровительно-реабилитационных мероприятий[1,2].

Целью работы явилось создание программного комплекса для многофакторного анализа и оценки показателей соматического и психоневрологического здоровья учащихся.

Программа предназначена для хранения информации о состоянии здоровья школьников с возможностью внесения данных, выборки и изменения данных, вывода информации в необходимом формате, а также проведение многофакторного анализа и оценки показателей соматического и психоневрологического статуса детей. Основной целью анализа является ведение статистических расчетов, выявление закономерностей и зависимостей появления и развития различных неврологических и соматических нарушений.

Для разработки программы использовался язык python, база данных SQLite и графическая библиотека PyQt. Построение графиков и диаграмм для отображения статистической информации осуществлялось посредством библиотеки matplotlib. Для выгрузки данных в excel-файл использовалась библиотека xlswriter. Для сборки проекта в exe файл использовалась python библиотека fbs, предназначенная специально для сборки PyQt проектов.[3-5].

В главном окне содержится меню основных функций комплекса, предназначенных для хранения, изменения, обновления и анализа данных. Основные возможные действия пользователя собраны на управляющей панели (toolbar) в виде кнопок с релевантными иконками и всплывающими подсказками, а также продублированы в программном меню. Пункт аналитики позволяет осуществлять статистику и анализ введенных данных.

Таким образом, разработанный программный комплекс способен повысить эффективность деятельности медицинского работника на основе автоматизации трудоемких операций обработки, статистики и анализа информации.

Библиографический список

1. Опыт регионального мониторинга состояния здоровья школьников. Богомолова Е.С., Леонов А.В., Чекалова С.А.-Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология.-2007-№ 6. С. 448.
2. Функциональные резервы организма - ведущий критерий интегральной оценки здоровья учащихся. Чекалова С.А., Чекалова Н.Г., Силкин Ю.Р., Миронова А.И., Кожевникова Т.М., Азова Е.А., Азов Н.А.. В книге: VI Балтийский конгресс по детской неврологии (сборник тезисов конгресса). - 2016 - С. 378-380.
3. MySQL / Поль Дюбуа – Вильямс, 2001. – 816с
4. Базы данных. Основы SQL реляционных баз данных / Копейкин М.В., Доусон М. Программируем на Python. – СПб.: Питер, 2014. – 416 с.
5. Лутц М. Программирование на Python, том II, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 992 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ДЛЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка программного обеспечения для мониторинга автономных робототехнических устройств накладывает определенные ограничения, сказывающиеся, в конечном счете, на итоговом программном продукте.

Первая проблема – это отсутствие мощного серверного оборудования в полевых условиях. Она автоматически отсекает использование в системе каких-либо масштабных «энтерпрайз» решений или крупных готовых модулей. Например, отличной бесплатной платформой для аналитики является Grafana, но для нее необходимо развернуть одну из тяжеловесных баз данных, таких как ClickHouse, PostgreSQL или InfluxDB. Это очевидным образом нас не устраивает, поэтому приходится обходиться более простыми инструментами и компенсировать их минусы.

Однако понятно, что системе мониторинга без какой-либо базы данных все равно не обойтись. Поэтому отличным выбором для подобного вида задач являются встраиваемые файловые базы данных. Из них на данный момент можно выделить двух достойных внимания представителей: SQLite и UnQLite. Они довольно схожи, разница лишь в том, что UnQLite – документоориентированная БД.

В нашем случае выбор пал на SQLite в силу необходимости упрощения интеграции со сторонним кодом. Она имеет полный набор необходимых базовых функций, таких как фильтрация, пагинация и сортировка. При этом ввиду отсутствия большого количества операций типа «запись» непосредственно со стороны сервера будет обеспечена стабильная работа параллельных потоков или процессов, так как операции типа «чтение» не являются блокирующими.

Еще одной проблемой является разнородность датчиков на робототехнических комплексах. Это приводит к тому, что выходные форматы данных, получаемые с них, сильно различаются. Для того чтобы разработать систему, способную обрабатывать информацию от них всех, необходимо спроектировать некий универсальный формат данных на стороне сервера (рис. 1), который и будет использоваться в подавляющей части функционала.

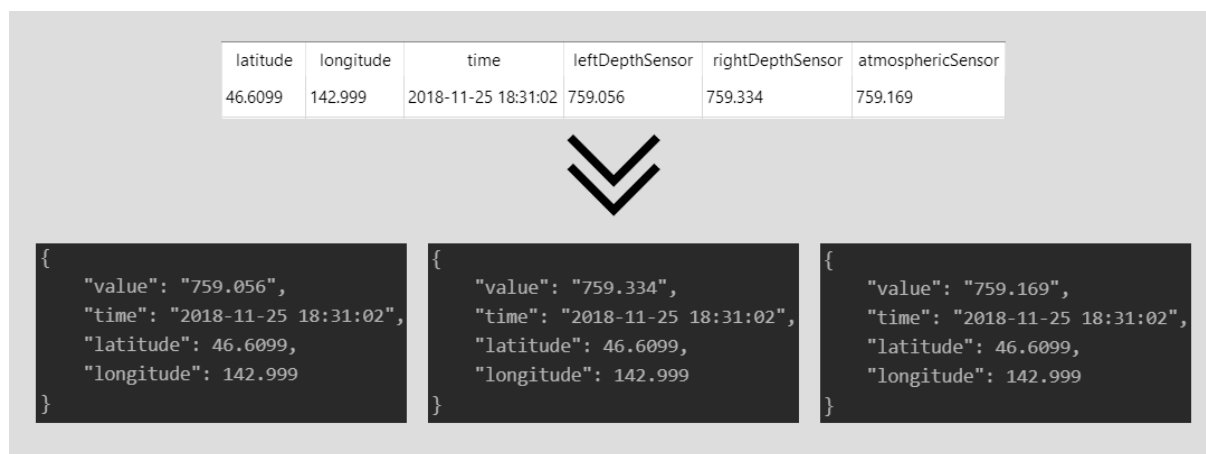


Рис. 1 - Пример преобразования данных в универсальный формат

Подобное решение позволит достаточно сильно упростит построение агрегатов, а также несколько обобщить визуализацию информации в пользовательском интерфейсе.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ХАОСА В ОДНОМЕРНОЙ И ДВУМЕРНОЙ СИСТЕМЕ С ПОТЕНЦИАЛОМ МОРЗЕ

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

Рассматривается классическая система из N взаимодействующих частиц. Потенциальная энергия взаимодействия между частицами определяется потенциалом Морзе:

$$U(r) = D(e^{-2\alpha r} - 2e^{-\alpha r}),$$

где D – постоянная, характеризующая интенсивность взаимодействия 2-х частиц (взаимодействие предполагается парным), r – расстояние между двумя частицами, α – постоянная, характеризующая скорость изменения взаимодействия при изменении расстояния между двумя частицами.

Функция Гамильтона системы имеет вид:

$$H = \sum_{k=1}^N \frac{\vec{p}_k^2}{2m_k} + \frac{1}{2} \sum_{k,j=1}^N U(\vec{r}_k - \vec{r}_j),$$

где \vec{p}_k – импульс, \vec{r}_k – радиус-вектор частицы с номером k .

Динамика системы определяется уравнениями Гамильтониана:

$$\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad \dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial q_i},$$

в которых q_i – обобщенная координата, соответствующая обобщенному импульсу p_i .

Исследуется случай $N = 3$, в котором движение частицы происходит в одном или двух пространственных измерениях. Целью исследования является обнаружение хаотического поведения системы при некоторых начальных условиях и значениях постоянных взаимодействия. Интегрирование уравнений Гамильтона проводилось при помощи программы ode45 (вычислительная среда MATLAB), реализующей одношаговые явные методы Рунге-Кутты 4-го и 5-го порядка. Были исследованы решения уравнений Гамильтона с различными наборами начальных условий для обобщенных координат и импульсов с целью установить, расходятся ли с течением времени траектории точек фазового пространства, первоначально расположенных вблизи друг от друга.

При одномерном движении переход к хаотическому движению системы обнаружен не был. Интегрирование уравнения движения в двумерном случае представляет значительно большие трудности, чем в одномерном. Ожидается, что в этом случае при некотором значении параметров задачи движение системы переходит в хаотический режим. Это связано с тем, что в гамильтоновой системе, имеющей N степеней свободы, финитное движение имеет условно-периодический характер. Наличие или отсутствие расходимости траекторий первоначально близких точек фазового пространства зависит от числа интегралов движения системы: если это число меньше, чем N , в системе возникает стохастичность. Как раз такое соотношение имеет место в случае двумерного движения.

В докладе представлены результаты численного интегрирования уравнений Гамильтона при различных значениях полной энергии системы в случаях одномерного и двумерного движений системы, а также рассмотрен вопрос о зависимости расходимости с течением времени траекторий точек в фазовом пространстве системы, близких в начальный момент, от кинетической энергии, приходящейся на одну степень свободы в системе (относительно глубины потенциальной ямы в потенциале Морзе).

УДК 621.039

БАТЮТА А.Д.¹, ГУРЬЕВА Е.А.², СМЕТАНИН Т.Р.², АНДРЕЕВ В.В.²**МОНИТОРИНГ РАДОНА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**¹ ЧОУРО «НЕРПЦ (МП) Нижегородская православная гимназия
им. Преподобного Сергия Радонежского»²Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ионизирующее излучение воздействует на человека в течение всей жизни, оно может негативно сказываться на здоровье, если его не контролировать. Наибольший вклад в общую дозовую нагрузку, которую человек получает от всех источников радиации, вносит радон. Радон – тяжелый газ, поступающий из почвы, поэтому на открытой местности концентрация радона чрезвычайно низка, но внутри закрытых помещений он обладает способностью к постепенному накапливанию. Радон в доме накапливается в почвах под зданием, поступает из строительных материалов, бытового газа и водных источников [1]. Так как концентрация радона в воздухе открытых пространств незначительна, то говоря о мониторинге радона в городской среде целесообразно интересоваться содержанием радона в помещениях, где большое количество людей находится в течение дня. При этом известно большое количество исследований [2,3], посвященных проблеме накопления радона в жилых помещениях. Поэтому интерес представляет мониторинг радона в помещениях, где человек находится в рабочее время.

Целью нашего исследования является мониторинг уровня радона в учебных помещениях Нижегородской православной гимназии им. Преподобного Сергия Радонежского.

В Российской Федерации нормирование содержания радона в воздухе помещений осуществляется по показателю изотопов радона, который измеряется в Бк/м³. В жилых и общественных зданиях, которые сдаются после строительства, капитального ремонта или реконструкции активность радона не должна превышать 100 Бк/м³, а в эксплуатируемых зданиях – 200 Бк/м³ [1]. Эти допустимые значения были взяты за ориентир при анализе результатов.

Для проведения измерений использовался альфа-радиометр «Альфарад». Суть его работы состоит в определении эквивалентной объемной активности изотопов радона: 222Rn (радон) и 220Rn (торон) в воздухе с помощью спектрометрии альфа-активности на внутреннем фильтре.

Известно, что в процессе естественного радиоактивного распада радон-222 и торон-220 переходят в короткоживущие дочерние продукты радона (ДПР) и торона (ДПТ): полоний-218 и полоний-214 для радона, полоний-212 для торона, которые в свою очередь так же радиоактивны и испускают альфа-частицы различной энергии (6, 7.69 и 8.78 МэВ соответственно). Альфа-частицы, выпущенные дочерними продуктами распада радона, осаждаются на фильтре и альфа-радиометр определяет их количество и энергию. По этим данным уже можно определить активность дочерних продуктов, а по дочерним продуктам определить активность радона и торона в воздухе.

Для корректной работы альфа-радиометра необходимо перед каждым измерением определять внутренний фон прибора, так как альфа-частицы, оставшиеся на фильтре могут исказить данные. Измерения проводились в трех режимах: ЭРОА-2, ЭРОА-5, ЭРОА-10. Ре-

жимы отличаются временем измерения, а также точностью, которая растет при увеличении времени. Для наибольшей точности мы использовали режим ЭРОА-10.

Были проведены измерения во всех помещениях гимназии на первом, втором, третьем и четвертом этажах и сравнение полученной активности радона с допустимыми значениями. Процесс измерения уровня радона в помещении включал в себя: измерение внутреннего фона измерительной камеры альфа-радиометра (16 минут), отбор проб воздуха в пробоотборник (5 минут), перекачка пробы воздуха в измерительную камеру альфа-радиометра (5 минут), измерение эквивалентной равновесной объемной активности радона в измерительной камере (10 минут). Если внутренний фон не был равен нулю, то было необходимо полученные данные уменьшить на величину внутреннего фона прибора

Последовательно проводя измерения в каждом помещении гимназии, мы определили уровень активности радона в них. По полученным результатам был сделан вывод, что все помещения гимназии соответствуют нормам СанПин по содержанию радона в воздухе. При этом, при переходе от нижних этажей к верхним, уровень содержания радона падает, что подтверждает наше предположение о том, что основным источником радона в помещениях гимназии является почва, а не строительные материалы.

Библиографический список

1. **Ершов Э.Б.**, Радиационная гигиена. Словарь основных терминов / Э.Б. Ершов, – СПбЮ: БИНОМ, 2005. –126 с.
2. **Пивоваров Ю.П.**, Радиационная экология/ Ю.П. Пивоваров, - М.: Издательский центр "Академия", 2004, – 239 с.
3. **Грачев, Н.Н.**, Защита человека от опасных излучений/ Н.Н. Грачев, – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. –317 с.

УДК 539.1

ГУСЕВ Д.Р., ПРОЗАРОВСКАЯ Л.А.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МРТ ДИАГНОСТИКИ (МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ)

МБОУ Школа № 14, г. Нижний Новгород

Современные цифровые технологии позволяют выполнять сложнейшие в техническом плане диагностические исследования и реализовывать глобальные медицинские проекты, объединяющие в клиническую сеть учреждения, производящие электронный обмен данными между объектами, разделенными территориально. Целью нашей работы стало изучение физических принципов работы аппаратов магнитно-резонансной томографии (МРТ) и выяснение значения средств МРТ диагностики в жизни спортсмена. Объектом предлагаемого исследования является явление ядерного магнитного резонанса. Предмет исследования – физические принципы работы современного способа изучения человеческого тела. Задачи, стоящие перед нами при выполнении данного исследования: анализ источников информации, связанных с МРТ с целью выяснения теории и представлений об основных понятиях темы «Ядерная физика» (резонанс, явление ядерного магнитного резонанса, магнитные свойства веществ, сверхпроводимость, строение ядер, томограф); изучение принципов работы МРТ; изучение проблемы и перспективы работы этого сложного технического объекта, в том числе его безопасность эксплуатации; выявление мест в Н. Новгороде, где установлены томографы; установление стоимости исследований и возможности использования способа МРТ для диагностики заболеваний с точки зрения физики; исследование общественного мнения по отношению к МРТ и сравнение его с мнением специалистов; представить исследованный материал по физике на обсуждение в ходе конференции «Будущее технической науки» с докладом и научно-исследовательской работой. Нами изучен теоретический материал по физическим основам работы МРТ [1, 2]: рассмотрели классификацию ви-

дов томографов, их различия на практике, нашли от каких факторов зависит работа, узнали о причинах возникновения проблем, ознакомились с принципом работы томографа, изучили основные сведения о технических характеристиках. Рассмотрели вопросы из истории развития современной МРТ диагностики, где ведущую роль играют Российские достижения. Сравнили диагностические методы изучения «внутренностей» человека: УЗИ (ультразвуковое исследование для исследования частей тела с большим количеством полостей: шеи, брюшной полости и органов таза, - т.к. ультразвук хорошо отражается на границах разных сред), Рентген (для исследования костей и желудочно-кишечного тракта: кости и контрастные вещества, вводимые в желудок и кишечник, эффективно поглощают излучение) и МРТ (позволяет увидеть под любым углом и в любом разрезе все мягкие ткани, или, как говорят медики, «живые структуры»: ведь эта технология показывает распределение воды (точнее, протонов) в организме. А любая патология (любая болезнь) это распределение меняет). Для получения изображения используется не рентгеновское излучение, применяемое в традиционной рентгенологии и компьютерной томографии (КТ), а радиоволны и магнитное поле, что делает метод абсолютно безвредным для здоровья. Я занимаюсь таким видом спорта, как фехтование и потому решил проводить свое исследование именно по этой теме, ведь МРТ – это неотъемлемая часть моего медицинского обследования. Помимо этого, о МРТ напоминают кадры из фильма 2018 года «Веном», в котором виден сам МР-томограф и другие измерительные приборы, нужные для МРТ диагностики. Сам же МР-томограф может очень сильно шуметь, это зависит от самого томографа и этот стук происходит из-за вибрации металлических спиралей в машине, которая вызывается быстрыми импульсами электроэнергии. В фильме «Веном» как раз это и демонстрировалось, ведь «Симбиот» внутри Эдди не любит громкие звуки, поэтому его очертания стали проявляться. По теме исследования в различных источниках информации на сегодняшний день найдены и другие положительные мнения о важности МРТ. Мы провели анкетирование среди одноклассников для выявления знаний о медицинской диагностике. Результаты опроса показали, что знают об УЗИ – 70%, рентген (в том числе флюорографию) – 90 %, клинические исследования (анализы крови и мочи) и хирургические вмешательства - 40% анкетированных, 30 % слышали о методе МРТ диагностики. Большинство опрошенных (69 %) назвали 2 места в городе Н. Новгород, где проводятся МРТ исследования: больница № 5 и больница Семашко. Анкетированные (87 %) считают, что чаще используется такой метод диагностики в России в Москве и С. Петербурге. Все опрошенные респонденты считают на 50% безопасным процесс работы ядерного томографа. На сегодняшний день 70% считают МРТ - дорогим обследованием, но родственникам пришлось все равно платить. Выделим преимущества метода МРТ диагностики перед другими: на основе МРТ облегчается постановка диагноза больным даже с заболеванием ЦНС; данный метод является дорогим, но является необходимым. Он позволяет «бескровно разрезать человека», то есть при жизни больного получить внутреннее изображение, облегчить диагностику: с большой точностью можно распознать практически все заболевания, определить локализацию очага поражения, выбрать тактику лечения данного заболевания и способствует наблюдению за правильностью проведения лечебных мероприятий; безопасный метод диагностики заболеваний. По найденным материалам выполнена презентация работы в электронном варианте. Новизна работы заключается в том, что были изучены материалы последних пяти лет и проведено собственное исследование следующими методами: анализ литературы, технической документации, рекламных проспектов, готовых снимков исследований и интернет источников, связанных с темой работы; беседы с медицинскими работниками и родителями; свое медицинское исследование – МРТ грудного отдела позвоночника от 01.03.2019 г.; интервьюирование, анкетирование одноклассников.

Библиографический список

1. Грек, А. Мозги на просвет //Популярная механика/Popular mechanics. – М.: ООО «Фэшн Пресс», 2008. – февраль №2 (64). – с. 54-58.
2. Марусина М.Я., Казначеева А.О. Современные виды томографии: учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 132 с.

МОНИТОРИНГ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

¹ ЧОУРО «НЕРПЦ (МП) Нижегородская православная гимназия
им. Преподобного Сергия Радонежского»

²Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В различных отраслях промышленности приходится сталкиваться с задачей охлаждения рабочих сред. Использование традиционных способов решения этой задачи, так называемые «машинные способы температурной стратификации», требуют применения сложных технических устройств – насосов и холодильников. Известны также и другие способы получения потоков воздуха низкой температуры – «безмашинные способы разделения» - с использованием различных устройств, например, вихревых трубок Ранка-Хилша или резонансных труб Гартмана-Шпренгера.

Вихревая трубка - это устройство, в котором сжатый газ при расширении разделяется на два потока - один более холодный, чем исходный, а второй - более горячий. Достоинством вихревых трубок является простота их конструкции вследствие отсутствия движущихся частей. Недостатком является довольно низкий коэффициент полезного действия, связанный с большой затратой энергии на сжатие газа.

Опыт использования систем с вихревыми трубками (в системах охлаждения металлообрабатывающих станков, системах рекуперации нефтепродуктов, элементах систем разделения воздушных потоков, загрязненных механическими примесями и др.) позволяет реально оценивать преимущества и недостатки подобных систем. К недостаткам можно отнести необходимость наличия в системах запасов сжатого воздуха или оборудования по получению сжатого воздуха для работы системы.

Таким образом, разработка оптимальной конструкции вихревой трубки, позволяющей сохранить ее преимущества (простоту конструкции) и повысить коэффициент полезного действия является актуальной задачей.

Объектом исследования в данной работе являются процессы разделения потоков воздуха на основе использования эффекта Ранка в вихревой трубке, предметом исследования – отдельные элементы этой вихревой трубки, обеспечивающие оптимальные параметры ее работы.

Вихревые трубки оправданы в тех случаях, когда в наличие имеется сеть сжатого воздуха.

Отсутствие точного теоретического обоснования работы вихревых трубок заставляет ориентироваться на эмпирические способы повышения эффективности их конструкции, подбирая на основе экспериментов оптимальные параметры основных конструктивных элементов.

Цель настоящего исследования – оптимизировать конструкцию вихревой трубки на основе экспериментального исследования зависимости разницы температур от ряда конструктивных параметров.

В данной работе поставлены и решены следующие задачи:

изучить принцип действия вихревых трубок;

проанализировать полученные эмпирические результаты и подобрать оптимальные характеристики вихревой трубки;

рассмотреть варианты использования вихревых трубок в различных системах, например, в системах безопасности ЯЭУ.

Работа выполнялась на базе лаборатории «Теплогидравлические исследования» НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Был выполнен комплекс экспериментальных исследований. Результаты которых были представлены на отборочном этапе всероссийского конкурса научных и инже-

нерных проектов «Балтийский научно-инженерный конкурс». По итогам которого один из авторов исследования был награжден дипломом 2 степени. Выполнен анализ возможности использования вихревых трубок в активных системах безопасности АЭС, обеспечивающих теплоотвод от активной зоны в тяжелых запроектных авариях и в обеспечивающих системах безопасности с целью повышения надежности их функционирования и эффективности выполнения требуемых функций.

Выполнено свыше 80 различных экспериментов по продувке исследуемой вихревой трубки. Варьирование различных сочетаний исследуемых факторов позволило экспериментально определить, что среди исследуемых конструктивных параметров наибольшую значимость имеет длина разделительной трубы и давление подаваемого в трубку воздуха. С увеличением количества заходов эффективность работы вихревой трубки – снижается. Вклад других исследуемых параметров неоднозначен и менее значим.

Сформулированы направления работ по повышению эффективности работы разрабатываемой конструкции разделительной трубы. В частности, сформулированы предложения по использованию клапана и улитки другой конструкции, а также о целесообразности перехода на продувку вихревой трубки потоком воздуха большего давления.

УДК 53.07

КОНОВАЛОВ Я.К., ПРОЗАРОВСКАЯ Л.А.

ИЗУЧЕНИЕ НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ С ПОМОЩЬЮ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

МБОУ Школа № 14, г. Нижний Новгород

Целью нашей работы стало изучение и выяснение возможностей виртуальных программ для интерактивного изучения Галактики. Задачи, стоящие перед нами в исследовательской работе: изучить историю изучения нашей Галактики; рассмотреть строение нашей Галактики; выяснить основные методы изучения галактики; изучить возможности современных программ; сравнить теоретические расчеты и практически измеренные параметры нашей Галактики; принять участие в различных конкурсах и представить исследованный материал на обсуждение в ходе школьного и районного НОУ и конференции «Будущее технической науки». Актуальность данной темы заключается в том, что нам доступны современные компьютерные средства, которые способны визуализировать процессы, происходящие с космическими объектами. Новизна работы заключается в том, что в ходе нее было проведено исследование, как официальных, так и неофициальных документов, литературы и интернет сайтов; был в полной мере использован доступ к фотоматериалам источников и т.д. При написании работы мы также использовали статьи и публикации, напечатанные в научных периодических изданиях, например, статьи, опубликованные на сайте «Популярная механика», на портале «Астронет». Нами изучен теоретический материал по общим астрономическим понятиям о нашей Галактике – «Млечный путь», рассмотрели строение Галактики, методы изучения ее структуры (определение расстояний до звезд, годичный параллакс звезд, метод спектральных параллаксов, геометрический метод, определение числа звезд в Галактике и их распределение), выделили элементы структуры Галактики (размеры, распределение звезд, межзвездная среда, положение солнечной системы, ядро, подсистемное строение, галактическая корона, спиральная структура), показали в кинематике Галактики методы изучения характеристик (собственные движения звезд, пространственные скорости звезд и движение солнечной системы в Галактике, вращение Галактики, ее Эволюция). На сегодняшний день существует множество интерактивных программ, позволяющих непричастным к астрономии людям увидеть просторы космоса во всем их великолепии. Есть программы, позволяющие увидеть созвездия, складывающиеся из звезд, есть те, которые позволяют приблизить-

ся к этим звездам и даже к их планетам, а есть те, где можно увидеть взаимодействие космических тел при изменении различных параметров. Мы сравнили методы изучения Галактики с помощью виртуальных программных средств (Celestia, Space Engine, Universe Sandbox и др.). В исследовании показаны как достоинства программ, так и ряд ограничений в способах изучения нашей Галактики. Celestia отображает около 120 000 звезд, ориентируясь по каталогу HIPPARCOS. Программа использует точную систему расчета траекторий, благодаря чему отображаются карликовые планеты, малые спутники планет, астероиды, кометы, экзопланеты и космические аппараты, моделируется любое время в прошлом, настоящем и будущем до двух миллиардов лет. Пространство вселенной программы Space Engine не ограничивается пределами Солнечной системы или Млечного Пути, а имеет размеры, сопоставимые с размерами реальной видимой Вселенной, в ней используются каталоги небесных тел NGC/IC и HIPPARCOS. В программе Universe Sandbox используются законы физики, которые помогают реалистично показать столкновение, расщепление, деформацию и другие гравитационные действия с сгенерированными и настоящими планетами Солнечной системы, их спутниками, звездами, черными дырами, галактиками и многими другими астрономическими объектами. Возможно, уже через несколько лет другие программы появятся для изучения космических объектов. По найденным материалам выполнена презентация работы в электронном варианте.

УДК 621

КРАСИЛЬНИКОВ Д.А., ГОНЧАРОВ К.О.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФЮЗЕЛЯЖА БПЛА

МАОУ «Лицей №36», г. Нижний Новгород

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Беспилотные летательные аппараты, именуемые далее БПЛА, это стратегически выгодные разработки. Прежде всего, потому что выполняемые ими цели очень многообразны от гражданских и до военных. БПЛА в современном мире служат для: доставки грузов, исследования территории, картографирования, отслеживания объектов и многого другого. В связи с этим была поставлена цель спроектировать БПЛА, так как создано уже не мало различных моделей, как российскими, так и зарубежными конструкторами, задача оказалось не простой.

Проектирование БПЛА было начато с изучения уже существующих моделей, на основе которых стало ясно, что самым логичным развитием инженерной мысли в этом деле станет оптимизация уже существующих летательных аппаратов по средствам изменения конструктивных деталей, для этого были проанализированы возможные конструкторские решения, применяемые для построения БПЛА.

Любой ЛА состоит из нескольких элементов: фюзеляж, хвостовое оперение, шасси. Далее будут рассмотрены виды фюзеляжей. Фюзеляж, в свою очередь, это корпус летательного аппарата, связывающий между собой консоли крыла, оперение и иногда шасси. В настоящее время выделяют три вида конструкций фюзеляжа: лонжеронный, главным элементом которого являются лонжероны - силовой элемент, бывает монолитным или сборным; стрингерный, главным элементом этого решения выступает стрингер - продольный элемент силового набора ЛА, предназначен для восприятия особых усилий растяжения и сжатия; обшивочный, силовой конструкцией служит сам корпус, этот тип характерен для незначительных по габаритам ЛА так как вес обшивки соизмерим с прочностью, необходимой для защиты аппарата.



Рис. 1. – Виды конструкций фюзеляжа

При создании прототипа фюзеляжа (рис. 2) за основу был взят обшивочный тип фюзеляжа, усиленные изнутри силовой конструкцией, что позволит более равномерно распределить нагрузки на корпус при падении, и защитить установленное оборудование от повреждения. Также наличие силовой конструкции продиктовано необходимостью закрепить крылья ЛА.

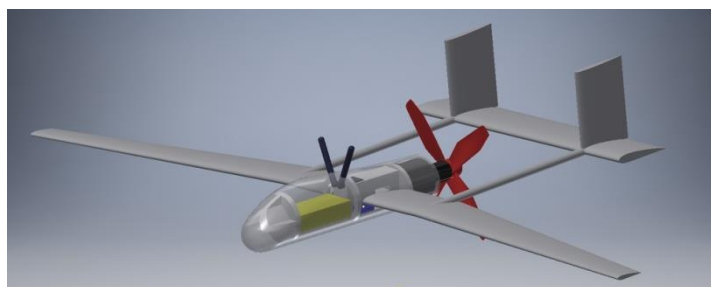


Рис. 2 – Прототип БПЛА

Дальнейшая задача состоит в том, чтобы на основе экспериментов оптимизировать фюзеляж, за счет уменьшения коэффициента лобового сопротивления, не проиграв при этом в объеме.

УДК 621.039

ЛУЧЕВНИКОВ Р.В.¹, ГУРЬЕВА Е.А.²,
СМЕТАНИН Т.Р.², АНДРЕЕВ В.В.²

МОНИТОРИНГ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

¹ ЧОУРО «НЕРПЦ (МП) Нижегородская православная гимназия
им. Преподобного Сергия Радонежского»

² Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Измерение радиационного фона крайне важно. Радиация представляет собой ионизирующее излучение, наносящее непоправимый вред всему окружающему. Самая большая опасность заключается в том, что она не видима человеческим глазом, поэтому важно знать об ее главных свойствах и воздействии, чтобы защититься.

Повреждения, вызванные в живом организме излучением, будут тем больше, чем больше энергии излучения передается тканям. Количество такой переданной организму энергии называется дозой. Выявить опасный фон помогут специальные приборы – радиометры или дозиметры. Дозиметры - это приборы, предназначенные для измерения дозы или мощности дозы ионизирующего излучения (ИИ). В основе этих приборов лежат регистрация и количественная оценка ионизационного, сцинтилляционного, фотографического, химического и других эффектов, возникающих при взаимодействии ИИ с веществом.

Целью исследовательской работы является мониторинг мощности дозы ионизирующего излучения. В качестве места для проведения исследовательской работы были выбраны лаборатории и аудитории НГТУ им. Алексева Института ядерной энергетики и технической физики имени академика Ф.М. Митенкова, так как в них фон ионизирующего излучения возможно окажется из-за наличия источников ИИ, которые используются при выполнении лабораторных работ.

Для измерения мощности ионизирующего излучения в помещениях был использован дозиметр-радиометр ДКС-96 в сочетании с блоком детектирования БДПГ-96.

Принцип действия дозиметров основан на использовании высокочувствительного метода сцинтилляционной дозиметрии, который заключается в измерении, накоплении и подсчете импульсов, генерируемых в сцинтилляционном детекторе под воздействием регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения. В качестве сцинтиллятора используется иодид натрия с активирующими центрами таллия, в качестве активатора для усиления световых выходов.

Преобразование потоков импульсов в непосредственно измеряемые физические величины (мощность дозы и дозу) осуществляется автоматически. Алгоритм работы обеспечивает непрерывность процесса измерения, вычисления "скользящих" средних значений и оперативное представление полученной информации на табло, статистическую обработку результатов измерений и оценку статистических флуктуаций в процессе поступления сигналов от детектора, быструю адаптацию к изменениям уровней радиации. Был выбран именно этот дозиметр, потому что в лабораториях ИЯЭиТФ использовались гамма-источники.

В процессе исследовательской работы была замерена мощность в нескольких помещениях, таких как лаборатория защиты от ионизирующих излучений, а также в учебных аудиториях на том же этаже. Выбор этих помещений обоснован тем, что в отличие от альфа- и бета- частиц у гамма-квантов длина пробега много больше, и они могут повышать фон ионизирующего излучения не только в самой лаборатории, а также и в соседних помещениях и коридорах. Измерения в ходе экспериментов по замеру дозы ИИ выполнялись допущенными к выполнению данных операций сотрудниками ИЯЭиТФ.

В ходе исследовательской работы был проведен замер дозы ионизирующего излучения прибором ДКС-96. На основе полученных данных можно сделать следующие выводы: дозиметр-радиометр ДКС-96 совместно с поисковым блоком детектирования БДПГ-96 подходит для проведения мониторинга мощности ионизирующего излучения в помещениях; мощность ионизирующего излучения зависит от расстояния до гамма-источника. Чем ближе к бассейну выдержки расположена аудитория, тем выше уровень фона, при этом уровень ионизирующего излучения в лаборатории и в учебных аудиториях, соседствующих с ней, не превышает нормы, установленной СанПиН 2.6.1.2523-09 для лиц категории Б, следовательно, в этих помещениях можно проводить учебные занятия неограниченно долго.

Библиографический список

1. Воздействие на организм человека вредных и опасных физических производственных факторов. Том 2. Метрологические аспекты. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004, 635с.
2. **Ершов Э.Б.**, Радиационная гигиена. Словарь основных терминов./ Э.Б. Ершов, – СПбЮ: БИНОМ, 2005. –126 с.

УДК 629.1.07

МОЛЕВ М.Ю.², МАКАРОВ В.С.¹

ВИЗУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ СОСТАВНЫМИ ЧАСТЯМИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

²МБОУ Лицей №21 г. Дзержинска Нижегородской области

В данной работе представлены результаты обработки статистических данных о техническом состоянии транспортных средств, движущихся по дорогам Нижегородской области.

По информации ГИБДД МВД РФ каждый год в России погибают в дорожно-транспортных происшествиях более 16 тысяч человек и около 200 тысяч человек получают

травмы различной тяжести [<http://www.1gai.ru/521669-statistika-dtp-v-rossii-za-yanvar-noyabr-2018-goda.html>]. Ущерб от аварийности на дорогах оценивается величиной, равной около 300 млрд. руб (181 млрд – выплаты только страховых компаний [<http://www.insur-info.ru/analysis/1242/>]), что составляет около 0,3-0,5% ВВП [<http://investorschool.ru/vvp-rossii-2018-rost-vvp-rossii-v-2018>]. Одним из наиболее перспективных направлений борьбы с аварийностью является совершенствование конструкции транспортных средств, повышения их активной и пассивной безопасности. Следует отметить, что несмотря на значительные успехи в данной отрасли, до настоящего времени отсутствуют необходимые методы обработки статистических данных, которые позволили бы оценить влияние того или иного параметра транспортного средства на безопасность дорожного движения, а также оценить изменение параметров технического состояния транспортного потока в реальном времени.

В настоящее время требования к техническому состоянию транспортных средств в Российской Федерации устанавливаются в Техническом регламенте таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств, ТР ТС 018/2011 и ГОСТ 33997-2016 Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки. Согласно данных документов проверка технического состояния транспортных средств проводится с использованием инструментальных методов проверки, за исключением оценки работоспособности средств наружного освещения и сигнализации. Согласно результатов технического осмотра транспортных средств, проведенных на пунктах осмотра, у 10% автомобилей было зафиксировано наличие той или иной неисправности, запрещающих эксплуатацию [Мозжухин Д.Г. Повышение безопасности дорожного движения путем совершенствования технологии технического осмотра автомобиля. Дисс. на соискание степени магистра техники и технологии по программе «Управление транспортными процессами» - Н.Новгород, НГТУ, 2019.] из них только 1,65% приходится на неисправности устройств освещения и световой сигнализации. С учетом того, что более половина неисправности устройств освещения и световой сигнализации приходится на такие элементы как освещение номерного знака, установка приборов по своей конструкции не соответствующей данному транспортному средству и т.п. неисправности собственно ближнего света фар и дневных ходовых огней диагностируется не более чем на 0,8-1,0% транспортных средств, проходящих технический осмотр. При этом для различных групп автомобилей изменение данного показателя может меняться от 0,3 до 2,5%. Проведя статистический анализ можно установить, что величина среднего отклонения σ_{Σ} для данной выборки составит 0,5

Проверка технического состояния транспортных средств в потоках на дорогах Нижегородской области проводилась в период с 1 марта по 1 мая 2019 года. В связи с тем, что общее количество транспортных средств при каждом исследовании не превышало 1000 штук, считалось, что существенного влияния на общий массив информации, состоящий из оценки технического состояния миллиона автомобилей данное исследование оказать не может. Поэтому суммарная величина отклонения считалось постоянной, а определялась и сравнивалась средне отклонение, полученное в результате каждого конкретного замера. Результаты проведенных исследований приведены в таблице 1.

В исследованиях не учитывались автомобили, двигавшиеся без света фар или с одними габаритными огнями, так как данный характер движения свидетельствует не о наличии неисправности как таковой, а о том, что данный водитель не соблюдает требования ПДД РФ (следует отметить, что иногда таких транспортных средств фиксировалось до 30%).

ОБЩИЙ ВЫВОД: предложенная методика оценки технического состояния транспортных средств, являющихся составными частями транспортных потоков позволяет получать довольно объективные данные как о техническом состоянии транспортных средств, так и организации работ по контролю и поддержанию их в исправном состоянии. Несколько большие значения количества неисправных транспортных средств в транспортном потоке, по сравнению с транспортными средствами, проходящими технический осмотр показывают наличие роста неисправностей автомобилей между двумя периодическими осмотрами. Уменьшение сроков периодичности осмотра могло бы улучшить техническое состояние

транспортного потока в целом, однако из-за наличия большого количества водителей, игнорирующих требования ПДД РФ о необходимости обозначения своего транспортного средства в светлое время суток на дороге, в настоящее время повышение безопасности дорожного движения данным способом является невозможным. Наиболее перспективным направлением является ужесточение контроля не за техническим состоянием транспортных средств, а за соблюдением требований ПДД РФ.

Таблица 1. Результаты статистических исследований

№	Место исследования	Общее кол-во транспортных средств за период исследования	Из них с негорящим одним из внешних световых приборов	%	σ	σ/σ_{Σ}
1	Магистраль М7	3000	63	2,1	0,4	0,8
2	Нижегородское шоссе г. Дзержинска	1000	25	2,5	0,45	0,9
3	Московское шоссе г. Н.Новгорода	3000	66	2,2	0,35	0,7
4	Канавинский мост г. Н.Новгорода	3000	54	1,8	0,35	0,7
5	ул. Минина г. Н.Новгорода	1000	17	1,7	0,4	0,8
6	п-кт Циолковского г. Дзержинска	2000	50	2,5	0,45	0,9
7	ул. Терешковой г. Дзержинска	1000	22	2,2	0,45	0,9
8	ул. Патоличева г. Дзержинска	1000	24	2,4	0,4	0,8
9	ул. Фрунзе г. Дзержинска	500	12	2,4	0,4	0,8
10	Дворовые территории	500	13	2,6	0,35	0,7

УДК 621.039

МОРИН Д.А.¹, ГУРЬЕВА Е.А.², СМЕТАНИН Т.Р.², АНДРЕЕВ В.В.²

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОИСКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ НАЛИЧИИ В НИХ РАДИОАКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ

¹ ЧОУРО «НЕРПЦ (МП) Нижегородская православная гимназия им. Преподобного Сергия Радонежского»

² Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Большинство современных отраслей промышленности основываются на добыче или переработке полезных ископаемых. Однако ни один из природных ресурсов не является бесконечным, поэтому существует необходимость постоянно исследовать и открывать новые месторождения. Разведка месторождений полезных ископаемых – сложный и затратный процесс, поэтому в мире постоянно идут исследования и поиск способов удешевления разведки полезных ископаемых.

Рассматривая разведку залежей урана нужно отметить возможность выдачи предварительных заключений об аномалиях радиоактивности, создаваемых повышенными концентрациями урана, тория и калия. Изотопы этих элементов выдают свое присутствие мощным потоком гамма-излучения изотопов радиоактивных элементов и дочерних продуктов их распада. Для "поимки" гамма-квантов физики используют крупные искусственно выращенные кристаллы йодида натрия (NaI), в которые добавлен редкий элемент - таллий. Внешне они не отличаются от прозрачных кристаллов обычной поваренной соли, но обладают способностью ярко светиться под действием гамма-излучения. Интенсивность свечения пропорцио-

нальна энергии излучения, это и позволяет определять концентрации калия, тория и урана в горных породах [1,2].

Гамма-излучение от этих источников достигает высоты над земной поверхностью более 200 метров; поэтому аппаратура, установленная на самолете или вертолете, летящем на высоте около 100 метров, способна вести дистанционный анализ прямо в полете. Поскольку гамма-излучение полностью задерживается метровым слоем горных пород, данные анализа относятся только к поверхностным отложениям, в таком случае геолог может без всякого бурения разыскать аномалию, взять пробы и оценить ее рудоперспективность [1].

Целью нашего исследования явилась оценка возможности создания экспериментальной установки, с помощью которой можно было бы осуществлять поиск полезных ископаемых при наличии в них радиационных компонентов, с использованием в качестве детектора счетчик Гейгера-Мюллера.

Счетчик Гейгера - это газоразрядный прибор для автоматического подсчета числа попавших в него ионизирующих частиц. Представляет собой газонаполненный конденсатор, который пробивается при пролете ионизирующей частицы через объем газа.

В ходе исследования была собрана экспериментальная установка, в которую входит счетчик Гейгера-Мюллера, а плата служит усилителем напряжения и регистратором импульсов счетчика. Цилиндрический счетчик Гейгера - Мюллера типа СТС-6 состоит из металлической трубки и тонкой металлической нити, натянутой по оси цилиндра. Нить служит анодом, трубка - катодом. Трубка заполняется разреженным газом, в большинстве случаев используют благородные газы - аргон и неон. Между катодом и анодом создается напряжение до 400 вольт.

В собранной схеме использовалось 17 деталей, подобранных специально с достаточно большими размерами для возможности демонстрации работы дозиметра. Монтаж схемы выполнялся на стандартной монтажной плате размером 10*16 см, в схеме использовались такие, достаточно редкие, детали, как импульсные диоды типа КД411БМ, произведенные в СССР. На плате, в качестве светового индикатора, используется тиратрон типа МТХ-90, а для звукового детектирования использовался динамик-сигнализатор типа ЗП-1.

Для тестирования работы собранного детектора было выбрано помещение лаборатории «Защиты от ионизирующего излучения» Института ядерной энергетики и технической физики имени академика Ф.М. Митенкова, где в ходе измерения мощности дозы от источника Со-60 и верификации результатов измерений с показаниями приборов ДКС-96, была подтверждена работоспособность разработанного прибора-детектора.

По итогам эксперимента можно сделать выводы о том, что прибор работает корректно и фиксирует ионизирующие излучения различной интенсивности. В ходе эксперимента было выявлено, что общий фон в лаборатории превышает естественный фон в учебной аудитории, но находится в допустимых для помещений данного класса пределах. Измерения в ходе экспериментов по проверке детектора выполнялись допущенными к выполнению данных операций сотрудниками ИЯЭиТФ.

Библиографический список

1. **Портнов А.М.** Золото в радиоактивном ореоле // Независимая газета. 2002. № 4. С. 24–25.
2. **Пивоваров Ю.П.** Радиационная экология / Ю.П. Пивоваров, - М.: Издательский центр "Академия", 2004, – 239 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИХРЕВОЙ ТРУБКИ КАК ОДНОГО ИЗ СПОСОБОВ БЕЗМАШИННОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ПОТОКОВ ВОЗДУХА

¹ ЧОУРО «НЕРПЦ (МП) Нижегородская православная гимназия
им. Преподобного Сергия Радонежского»

²Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В различных отраслях промышленности приходится сталкиваться с задачей охлаждения рабочих сред. Использование традиционных способов решения этой задачи, так называемые «машинные способы температурной стратификации», требуют применения сложных технических устройств – насосов и холодильников. Известны также и другие способы получения потоков воздуха низкой температуры – «безмашинные способы разделения» - с использованием различных устройств, например, вихревых трубок Ранка-Хилша или резонансных труб Гартмана-Шпренгера.

Вихревая трубка - это устройство, в котором сжатый газ при расширении разделяется на два потока - один более холодный, чем исходный, а второй - более горячий. Достоинством вихревых трубок является простота их конструкции вследствие отсутствия движущихся частей. Недостатком является довольно низкий коэффициент полезного действия, связанный с большой затратой энергии на сжатие газа.

Отсутствие точного теоретического обоснования работы вихревых трубок заставляет ориентироваться на эмпирические способы повышения эффективности их конструкции, подбирая на основе экспериментов оптимальные параметры основных конструктивных элементов.

Цель настоящего исследования – оптимизировать конструкцию вихревой трубки на основе экспериментального исследования зависимости разницы температур от ряда конструктивных параметров.

В данной работе поставлены и решены следующие задачи:

- изучить принцип действия вихревых трубок;
- проанализировать полученные эмпирические результаты и подобрать оптимальные характеристики вихревой трубки.
- рассмотреть варианты использования вихревых трубок в различных системах, например, в системах безопасности ЯЭУ;

Определение оптимальных параметров вихревой трубки (длина участка разделения, расход горячего воздуха) практически значимо, поскольку позволяет сформулировать признаки оптимальной по конструкции вихревой трубки.

Библиографический список

1. Меркулов, А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. Самара: Оптима, 1997. 225 с.
2. Леонтьев, А.И. Газодинамический метод энергоразделения газовых потоков // ТВТ. 1997. Т. 29 №1. С. 157-159.
3. Леонтьев, А.И. Устройство вихревого газодинамического энергоразделения / А.И. Леонтьев, С.А. Бурцев // Доклады Академии наук. 2015. Т. 464. №6. С. 679-681.

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SEAMATICA**

МАОУ «Лицей № 38»,

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях постоянно увеличивающихся объемов информации и ограниченности времени на ее освоение необходимо более активно использовать в учебном процессе электронные обучающие материалы, под которыми в данном случае мы понимаем как лекционные и методические материалы, так и полноценные электронные учебники. Однако в высшем образовании, особенно техническом, данному вопросу уделяется недостаточно внимания. И в качестве одной из причин сложившейся ситуации, помимо сложности разработки таких материалов, можно назвать, например, нехватку информации, посвященной средствам разработки электронных обучающих материалов и анализу их преимуществ и недостатков.

Обычно при анализе средств разработки электронных учебников выделяют языки программирования, средства мультимедиа, гипертекстовые средства, специальные программы [1]. Все названные средства различаются по сложности их освоения и функционалу получаемых электронных обучающих материалов, которые связаны либо с их собственной спецификой, либо с ограничениями бесплатной версии программы.

В процессе работы в научном обществе учащихся нами была проанализирована возможность использования в качестве средства разработки электронных обучающих материалов программного комплекса Seamatica, который по своему прямому назначению относится к средствам разработки интерактивной электронной технической документации на сложную наукоемкую продукцию и используется в таких отраслях, как машиностроение, авиация, судостроение, атомная энергетика.

Анализ возможностей Seamatica и разработка пробных электронных обучающих материалов показали, что бесплатная версия программы может быть сопоставлена со специальными программными средствами по созданию электронных учебников, а по некоторым параметрам и превосходит их возможности. В результате мы получаем обучающие материалы нелинейной структуры (имеющие гиперссылки), любого уровня вложенности, включающие текстовый материал, интерактивную графику (2D и 3D), видео, внешние ссылки, интерактивные подсказки.

Достаточно важным преимуществом является то, что работа с программой не требует от разработчика глубоких знаний в области информационных технологий или языков программирования и сводится к набору стандартных действий по импорту готового текста (или его набору в программе), графики, созданию ссылок и гиперссылок.

Немаловажным является и тот факт, что Seamatica является российским программным продуктом.

В настоящее время на кафедре «ТиОМ» НГТУ им. Р.Е. Алексеева с использованием программного комплекса Seamatica разрабатываются электронные обучающие материалы по нескольким дисциплинам, в частности по дисциплине «Автоматизированное решение инженерных задач».

-
1. **Бужинская, Н.В.** Обзор программных средств создания электронных учебников / Н.В. Бужинская, И.Б. Макаров // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 4-1. – С.29-32; URL: <http://expeducation.ru/ru/article/view?Id=9733> (дата обращения: 15.04.2019).

РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ШКАЛЫ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

¹ ЧОУРО «НЕРПЦ (МП) Нижегородская православная гимназия
им. Преподобного Сергия Радонежского»

²Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во время своей жизни человек постоянно подвергается различным воздействиям окружающей среды. Одним из самых опасных воздействий является ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение – это совокупность различных видов микрочастиц и физических полей, обладающих способностью ионизировать вещество, то есть образовывать в нем электрически заряженные частицы – ионы. Его опасность заключается в том, что человек не может его почувствовать органами чувств, однако при сильном и неконтролируемом воздействии оно может сильно повлиять на человека и даже привести к смерти [1,2].

Целью исследовательской работы является разработка альтернативной шкалы измерения мощности дозы ионизирующих излучений. Так как ионизирующее излучение всегда воздействует на человека, необходимо создать шкалу, в которой наглядно было бы показано какую дозу радиации получает каждый человек при прохождении различных стандартных процедур.

В настоящее время предельно допустимые уровни ионизирующих облучений определяются «Нормами радиационной безопасности НРБ-99» и «Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72».

Предельно допустимая доза ПДД - годовой уровень облучения персонала, не вызывающий при равномерном накоплении дозы в течение 50 лет обнаруживаемых современными методами неблагоприятных изменений в состоянии здоровья самого облучаемого и его потомства.

Исходя из возможных последствий влияния ионизирующих излучений на организм устанавливаются следующие категории облучаемых лиц: категория А - персонал; категория Б - отдельные лица из населения; категория В - население в целом (при оценке генетически значимой дозы облучения). Так как большинство населения относится к группе В, за предельное значение эффективной дозы был взят 1мЗв в год и оно было использовано как максимальное.

Банановый эквивалент - понятие, применяемое сторонниками ядерной энергетики для характеристики активности радиоактивного источника путем сравнения его активности с активностью калия-40, содержащегося среди других изотопов калия в обычном банане. Многие пищевые продукты естественно радиоактивны из-за содержащегося в них изотопа калия-40. В грамме природного калия происходит в среднем 32 распада калия-40 в секунду (32 беккереля, или 865 пикокюри).

Банановый эквивалент определяется как активность вещества, вводимого в организм при съедании одного банана. Средний банан содержит около 0,42 грамма калия. Радиоизотопы, содержащиеся в бананах, имеют активность 3520 пикокюри на килограмм веса (130 Бк/кг) или примерно 520 пикокюри (19 Бк) в 150-граммовом банане. Эквивалентная доза в 365 бананах (один банан в день в течение года) составляет 3,6 миллибэра или 36 микрозивертов.

По известной активности одного банана была составлена таблица сравнения доз, полученных человеком в различных ситуациях, с дозой, получаемой в том случае, если человек съел 1 банан. Для определения предельно допустимого количества процедур или продуктов

было использовано предельное значение эффективной дозы для населения из НРБ-99 в 1мЗв/год.

Метод бананового эквивалента оказался очень наглядным показателем, какую дозу мы получаем при прохождении, казалось бы, обычных процедур. По этой таблице можно сделать выводы, что не рекомендуется делать флюорографию больше одного раза в год, а также не стоит часто ходить на рентген обследование. Но с другой стороны, нельзя относиться к факту превышения этих норм с чрезмерным вниманием, потому что максимальный безопасный уровень доз при облучении человека по нормам радиационной безопасности выбран с большим запасом и его разовое или незначительное превышение не приведет к серьезным проблемам со здоровьем.

Библиографический список

1. **Пивоваров Ю.П.**, Радиационная экология/ Ю.П. Пивоваров, - М.: Издательский центр "Академия", 2004, – 239 с.
2. **Грачев, Н.Н.**, Защита человека от опасных излучений/ Н.Н. Грачев,– М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.–317 с.

УДК 53.087.4

ТИХОНОВ В.А., ВИНАЕВ Д.А., АГАФОНОВ Д.А.,
РУКАВИШНИКОВА У.С., ФРОЛОВ Е.А.

ПОРТАТИВНАЯ МЕТЕОСТАНЦИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПОМЕЩЕНИИ «ZANETT»

МБОУ «СОШ №3», МБОУ «СОШ №4», г. Балахна

Что сподвигло нас на создание этого проекта? В классе постоянно возникают споры: кому-то душно, кому-то жарко, кому-то холодно и т. д. В нашем приборе установлены показатели идеальных температуры и влажности для обучения. Это позволит не только избежать дискуссий среди людей, но также и позаботиться об их здоровье! Благодаря этому прибору, хотим создать в нашей школе условия обучения, приближенные к идеальным. Мы преследовали цель: сделать практичное, компактное, многофункциональное устройство, с широкой сферой деятельности, которое могло бы быть как в школе, так и в каждом доме.

Проект выполнен на базе устройств компании Arduino. Arduino - торговая марка аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и роботехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей. Программная часть состоит из бесплатной программной оболочки для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры.

Простота создания и широкий функционал являются важными факторами в современном производстве. При создании устройства мы придерживались именно этих принципов. Наша метеостанция проста в изготовлении и использовании, при этом имеет обширный спектр возможностей.

Рассмотрев аналоги, мы выявили ряд достоинств нашего изобретения (табл. 1).

По итогу сравнения, наше устройство превосходит аналог по многим техническим характеристикам. Устройство можно легко доработать путем подключения дополнительных устройств, различных датчиков и модулей. Таким образом наше изобретение имеет большие перспективы и возможность дальнейшей реализации и развития.

Простота создания и широкий функционал являются важными факторами в современном производстве. При создании устройства мы придерживались именно этих принципов. Наша метеостанция проста в изготовлении и использовании, при этом имеет обширный спектр возможностей.

Таблица 1. Сравнительный анализ портативных метеостанций

Характеристики	REXANT 70-0518	Zanett
Диапазон температур	От -10 до +50 °С	От 0 до +50°С
Диапазон влажности	От 20% до 90%	От 20% до 95%
Индикация	ЖК-дисплей	LED
Сигнализация	Отсутствует	Зуммер
Возможность дальнейшей модернизации	Отсутствует	Возможность подключения доп. датчиков, модулей
Возможность замены комплектующих	Отсутствует	Все комплектующие подлежат замене
Сопряжение с компьютером	Отсутствует	Вывод данных на экран компьютера, возможность перепрошивки

Основные нормы микроклимата учебных помещений отражены в СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям организации обучения в общеобразовательных учреждениях». Требования к воздушно-тепловому режиму весьма строги. Температура воздуха в учебных помещениях и кабинетах должна составлять не менее 18 и не более 24°С, а влажность воздуха - 40-60%. Наше устройство будет выводить данные на экран компьютера и с помощью светодиодов и зуммера сигнализировать о том, находятся ли показания температуры и влажности в заданных нами рамках. Если показания выйдут из нормы, загорится красный светодиод и зуммер издаст звук в виде писка. Таким образом он будет информировать о необходимости изменения воздушной среды помещения. Также к Zanett можно подключить дополнительные модули и устройства, что позволит не только сообщать нам показания приборов и оповещать нас, но и контролировать саму окружающую среду.

Наш прибор способен выполнять все функции более дорогих аналогов. Кроме того, он не только определяет показатели, но и информирует о необходимости проведения изменений для улучшения воздушной среды в помещении. Аналог нашей метеостанции в магазине стоит 945 рублей, что почти в полтора раза дороже. Расширенный функционал и финансовая выгода, которая необходима для ограниченного школьного бюджета делают наш прибор выгодным и незаменимым.

Библиографический список

1. <https://www.arduino.cc/index.php>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
3. <https://rs24.ru/product/2007678>
4. <https://mosmetod.ru/metodicheskoe-prostranstvo/srednyaya-i-starshaya-shkola/istoriya/normativnye-dokumenty/sanitarno-epidemiologicheskie-trebovaniya-k-usloviyam-organizatsii-obucheniya-v-obshcheobrazovatelnykh-uchrezhden.html>
5. <http://arduino.zl3p.com/modules/led>.

СОЛНЕЧНЫЙ ТРЕКЕР

Школа №174, г. Нижний Новгород

На конец 2018 года установленная мощность фотовольтаических электростанций превысила 400 ГВт, что составляет 2 % мирового спроса на электроэнергию [1].

Мировыми лидерами развития солнечной энергетики являются Германия (8,4% от годовой выработки страны), Дания (2,8%), Португалия (1,5%), Великобритания (3%) [3]. Установленная мощность солнечных электростанций России на конец 2018 года составила 243 МВт [2].

К основным достоинствам использования солнечной энергетики относят отсутствие негативного воздействия на окружающую среду, гибкость местоположения и возможность обеспечения децентрализованного энергоснабжения.

Недостатками применения фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) являются высокие затраты на установку систем охлаждения и аккумуляирования, деградация структуры ФЭП и как следствие снижение эффективности фотоэлементов, малый КПД солнечных панелей и неравномерная генерация в течение дня.

Мощность, вырабатываемая солнечной панелью, зависит от угла падения солнечных лучей на ее поверхность. Солнечные панели наиболее эффективно работают при падении светового потока перпендикулярно поверхности ФЭП. Однако угол падения солнечного света постоянно меняется, что не позволяет обеспечить стабильный уровень генерации в течение дня.

Для повышения КПД использования солнечных панелей предложено устройство, предназначенное для отслеживания положения солнца и ориентирования несущей конструкции для получения максимального КПД ФЭП – солнечный трекер. Трекер состоит из несущей конструкции, системы ориентации и программируемой системы управления.

Наиболее эффективным способом управления трекером является активный. При таком подходе в определенные интервалы времени системой управления при помощи внешних датчиков определяется местоположение солнца и на основании полученных данных контроллером подается сигнал системе ориентации, которая перемещает ФЭП в оптимальное положение.

Трекеры классифицируются на одноосевые, ориентирующие нагрузку в одной плоскости, и двухосевые, выполняющие поворот в двух плоскостях.

Исследования эффективности применения солнечных трекеров, свидетельствуют о том, что одноосевые трекеры дают прибавку 15% электроэнергии к панелям с фиксированным углом наклона, а двухосевые - 30% [4].

Библиографический список

1. Мировое потребление электроэнергии [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>.
2. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2018 году [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2019/ups_rep2018.pdf
3. ВИЭ наступают: итоги 2018 года [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2019/01/19/vie-nastupayut-itogi-2018-goda/>.
4. **Самойленко В.О.** Обзор текущих трендов развития и современного опыта использования распределенных энергетических ресурсов [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: http://www.cigre.ru/47/pdf/C6_Самойленко.pdf

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ (УМНИК)

УДК 62.50

АРХИРЕЕВ А.М.

РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫМ НАГРУЖАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нагружающие электроприводные устройства являются неотъемлемой частью испытательных стендов двигателей внутреннего сгорания, элементов трансмиссий, а также приборов для исследования физико-механических свойств конструкционных материалов и жидкостей. Они обеспечивают деформацию исследуемой среды и измерение механических напряжений при этой деформации. Измерение вязкости, упругости, пластичности и исследования, определяющие, при каких деформациях изменяется структура веществ, обеспечивают ротационные реометры. Из зависимости структуры исследуемого вещества следует необходимость гарантированной формы переходного процесса при изменении механического напряжения или скорости деформации. Здесь недопустимо перерегулирование. Проблема решается применением модального регулятора в системе электропривода реометра.

Для формирования сигналов обратной связи применено нагружающее устройство.

Таким образом обеспечивается нужная передаточная функция. Например, применительно к жидкости, реологические свойства которой описываются законом Максвелла, эта передаточная функция имеет вид:

$$W_3 = \frac{\omega(s)}{\omega_3} = \frac{\omega_0^3 T_{\text{рел}} s + \omega_0^3}{s^3 + 3\omega_0 s^2 + 3\omega_0^2 + \omega_0^3}.$$

В результате работы реометра определяется величина $T_{\text{рел}}$, которая отражает вязкоупругие свойства вещества

Все указанные компоненты системы управления и вычислительные блоки реализованы микропроцессорными средствами. Разработаны соответствующие адаптеры и программа управления.

Для доведения разработки до опытного образца планируется организация опытно-конструкторских работ (ОКР). Подготовлено техническое задание на ОКР, определены кандидаты в члены творческого коллектива. Разработан бизнес-проект трансфера результатов ОКР приборостроительному предприятию, в проекте предусмотрены оценки рынка потребителей, модель проникновения инновационной разработки на этот рынок, произведена оценка экономической эффективности проекта.

Библиографический список

1. **Малышев**, Моисеев Д.В., Современная теория управления. Модальный синтез регуляторов и наблюдателей – Москва 2015, 82с.
2. **Н.М. Мухин**, В.Г., Бурындин, Определение реологических и физико-механических свойств полимерных материалов – Екатеринбург 2011, 33с.
3. http://mkprog.ru/wp-content/uploads/2017/09/ATmega328-328P_Datasheet.pdf [Техническое описание ATmega328. электронный ресурс]

УДК 66.0

АТЛАСКИНА М.Е., ВОРОТЫНЦЕВ А.В., ВОРОТЫНЦЕВ В.М.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Высокочистые вещества находят широкое применение в полупроводниковой технике, квантовой электронике, волоконной оптике и ряде других отраслей. Интерес к высокочистым веществам обусловлен тем, что практически все физические и физико-химические свойства веществ в той или иной мере зависят от количества содержащихся в них примесей. Взвешенные частицы вызывают появление неоднородностей, центров рассеяния, что значительно ухудшает оптические свойства материалов. В связи с этим, актуальной задачей является получение органических жидкостей с низким содержанием примесных частиц субмикронных размеров.

На практике для глубокой очистки веществ наиболее широко применяются дистилляционные методы, например, перегонка и ректификация, но малоизученное поведение наноразмерных частиц в традиционных двухфазных дистилляционных методах разделения требует новых технологических подходов и решений.

В настоящем проекте за счет интенсификации процесса массообмена в колонне планируется обеспечить максимальную эффективность очистки органических жидкостей от наноразмерных примесей, увеличить фактор разделения и добиться высокой чистоты различных веществ. Такое воздействие может оказать температурное поле, приводящее к возникновению дополнительного термофоретического переноса частиц в паровой фазе. Результаты предварительных расчетов показывают, что метод пленочной ректификации с воздействием на пар температурного поля эффективнее, чем традиционные методы очистки жидкостей от частиц нанометрового размера.

В качестве модельной органической системы был выбран 1,2-трансдихлорэтилен, так как он является мягким растворителем, и имеет высокую востребованность в микроэлектронной промышленности. Стоимость данного вещества с чистотой 99,7% на сегодняшний день составляет 300 долларов за 25 грамм. Использование предложенного метода очистки позволит значительно снизить стоимость, повысить степень очистки и реализовать его полное импортозамещение.

УДК 621.337.41

БЕРДНИКОВ И.Е., СЛУЗОВ А.П., ЛАБУТИНА А.А.

ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО ИНВЕРТОРНОГО ТИПА ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ С УЛУЧШЕННОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТЬЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С каждым годом на дорогах нашей страны появляется все больше электромобилей. Основным источником энергии в них является высоковольтный литиевый аккумулятор (АКБ) большой емкости, который можно быстро зарядить на специализированных зарядных станциях, используя промышленную сеть с напряжением 380В.

Однако не у каждого есть доступ к сети большой мощности, тогда аккумулятор приходится заряжать от бытовой сети 220В, что занимает значительное время. Для организации

правильного заряда высоковольтного аккумулятора нами разрабатывается зарядное устройство. Его функциональная схема представлена на рисунке 1.

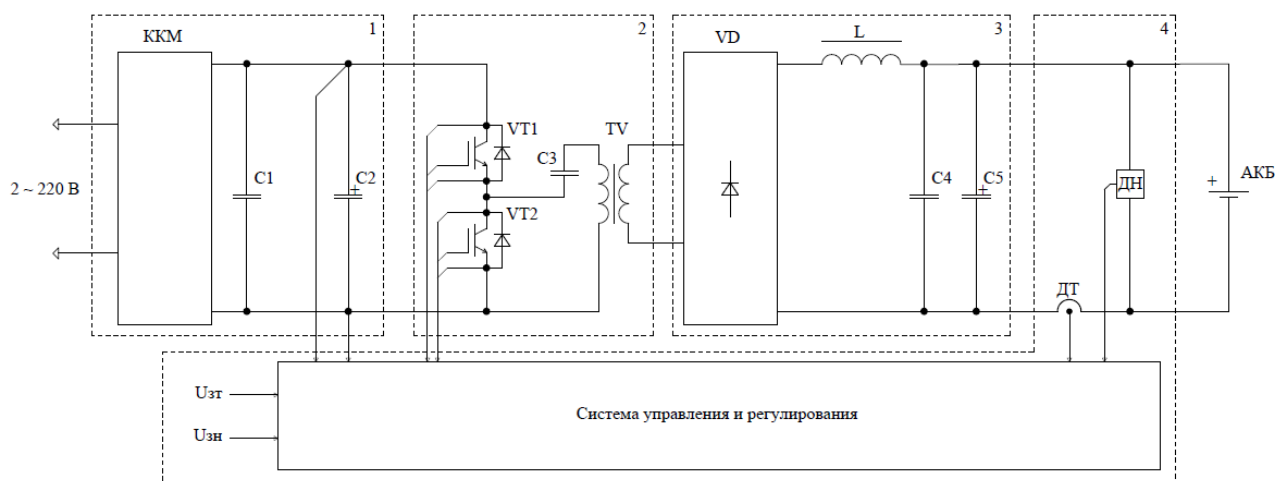


Рис. 1 - Функциональная схема зарядного устройства

На функциональной схеме устройства можно выделить 4 блока:

1) На входе зарядного устройства вместо обычного диодного моста включен корректор коэффициента мощности (ККМ), благодаря которому из сети потребляется синусоидальный ток, а также формируется повышенное напряжение на фильтровых конденсаторах C1 и C2. Применение ККМ позволяет значительно улучшить электромагнитную совместимость зарядного устройства с питающей сетью [1].

2) Высокочастотный преобразователь трансформирует напряжение звена постоянного тока в переменное напряжение высокой частоты (50 кГц). Он состоит из: транзисторной стойки, разделительного конденсатора и высокочастотного трансформатора, который развязывает цепь аккумуляторной батареи от питающей сети. Так как преобразование энергии происходит на высокой частоте, то существенно уменьшаются габариты трансформатора [2].

3) Быстродействующий выпрямитель позволяет улучшить энергетические характеристики разрабатываемого устройства, а LC фильтр сгладить пульсации тока и напряжения, поступающих на аккумуляторную батарею.

4) Система управления и регулирования формирует сигналы управления силовыми транзисторами, обрабатывая сигналы задания и датчиков. Она построена на ШИМ контроллере с двумя контурами регулирования, что позволяет отдельно устанавливать уровни зарядного тока и напряжения.

В зарядном устройстве применены современные IGBT транзисторы. Для обеспечения гальванической развязки силовой части от цепей управления применены датчики тока и напряжения на элементах Холла, а в драйверах управления силовыми транзисторами использована опторазвязка.

Библиографический список

1. **Розанов, Ю.К.** Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. 2-е изд., стереотипное. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 632 с.: ил.
2. **Забродин, Ю.С.** Промышленная электроника: Учебник для — М.: Высш. школа, 1982.-496с., ил.

РАЗРАБОТКА РЕГУЛЯРНОЙ НАСАДКИ ДЛЯ КОЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

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

Одним из направлений ресурсосберегающей энергетики является использование установок вторичной переработки газовых выбросов. На сегодняшний момент они получили довольно широкое распространение в промышленности разных стран. В рамках использования приведенной технологии улавливания CO₂ из газовых выбросов, предлагаются многочисленные варианты извлечения. Наиболее сложным и капиталоемким видом оборудования является колонное.

В частности, при реализации стадии поглощения/десорбции углекислого газа используются колонны существенных размеров и объемов (несколько десятков м³). Процесс поглощения сопровождается быстрой химической реакцией, в связи с чем гидродинамика движения фаз начинает играть существенную роль в процессе. В связи с этим, в колонне целесообразно применять регулярные контактные устройства, которые, обладая высокими показателями по массообмену, позволяют существенно удешевить процесс за счет низкого гидравлического сопротивления (3–4 мБар/м). Большинство передовых насадочных контактных устройств выполняют из полимеров и композитных материалов. На рынке РФ отсутствуют отечественные варианты регулярной насадки из полимерных материалов. Такая насадка обладает рядом преимуществ, таких как химическая стойкость, легкость, более дешевое производство в сравнении с насадкой из стали.

Кроме этого данная насадка также имеет ряд ограничений по использованию, таких как температура и ограничение по высоте слоя в связи с прочностными показателями. Основными производителями такого типа насадок являются Sulzer, Koch–Glitsch и компании КНР. Первые две компании, как правило, продают контактные устройства по достаточно высокой цене. Кроме этого при продаже самой насадки, как правило, имеет место полное проектирование аппаратов. Продукция компаний из КНР на сегодняшний момент не пользуется большим спросом. Для данных насадок отсутствуют достоверные источники для проведения расчета и имеется нестабильность воспроизведения качества. Система доставки не является удобной, и отсутствует поддержка производителя при монтаже аппаратов.

Разработка таких контактных устройств ведется и на базе кафедры ТОТС ДПИ НГТУ [1, 2]. Эти контактные устройства допускают производство из пластика. Основными причинами, обуславливающими трудность их внедрения, является непроработанность технологии изготовления, необходимость проведения дополнительных исследований существующих устройств перед применением. Основными преимуществами разрабатываемой насадки является особая конфигурация гофра, создающая высокую турбулизацию потоков газа и жидкости, а также возможность внедрения теплообменных элементов в структуру контактного устройства для оптимизации температуры.

Библиографический список

1. **Степыкин, А.В.** Исследование гидравлических особенностей работы блочно-модульного теплообменного контактного устройства / А. В. Степыкин, А. А. Сидягин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2015. – № 5. – С. 7 – 9.
2. **Степыкин, А.В.** Массообменные характеристики регулярной насадки с внедренными теплообменными модулями / А.В. Степыкин, А.А. Сидягин, В.М. Ульянов // Вестник ТГТУ. – 2015. – №3. – С.445– 452.

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ANSYS MECHANICAL

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

Высокое качество, долговечность и конкурентоспособность продукции являются основными задачами при проектировании изделий. Решение этих задач в условиях высокой конкуренции, при наличии сдерживающих факторов (время, стоимость и риски производства инновационной продукции), возможно с использованием современных решений.

Разработка новых и совершенствование уже освоенных изделий связаны с решением задач проектирования принципиально новых деталей, которые необходимо вместить в ограниченное пространство, сделать легкими и долговечными, в то время как у конструктора есть лишь общее представление о том, как эти детали должны выглядеть. Если детали топологически не оптимизированы, то каждая из них в сборке, вероятно, весит больше, чем нужно. Это означает, что используются избыточные материалы, нагрузки на движущиеся части завышены, энергоэффективность и технические характеристики изделия занижены.

Традиционные подходы к проектированию не позволяют максимально использовать новые методы производства, такие как аддитивное производство, которые устраняют конструктивные ограничения и открывают новые возможности. Оптимальная форма детали часто органична и противоречит интуиции, поэтому ее проектирование требует другого подхода. Оптимизация топологии позволяет указать, где расположены опоры и нагрузки на объеме материала, и позволяет программному обеспечению найти наилучшую форму (рис.1).



Рис. 1 - Варианты конструкции, полученные в результате топологической оптимизации

При выполнении топологической оптимизации определяются цели оптимизации и применяются элементы управления для обеспечения выполнения производственных требований, минимизации толщины материала и определения областей исключения.

В результате реализации проекта предполагается разработать перспективные методы топологической оптимизации при создании равнопрочных конструкций, с использованием ANSYS Mechanical (ANSYS; User's Manual. Swanson Canonsberg, PA: Analysis Systems, Inc. 2015), которые позволят автоматизировать расчеты и проводить параметризованные исследования множества вариантов конструкции для поиска наилучшего решения. Результаты прочностных расчетов конструкций, полученных с использованием методов топологической оптимизации, могут быть связаны с другими расчетными пакетами для проведения междисциплинарных расчетов и анализа поведения сложных конструкций в условиях, максимально близких к реальным.

Экономическая эффективность обусловлена повышением качества продукции за счет возможности разработки прочных и легких компонентов для любого изделия.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ И ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ РАДИОФОТОНИКИ ПРИ СОЗДАНИИ УСТРОЙСТВ ГЕНЕРАЦИИ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СВЧ СИГНАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение оптических методов передачи и обработки радиочастотных сигналов в радиолокации и связи является одним из перспективных направлений. Использование методов радиофотоники при создании узлов приемопередающей аппаратуры может обеспечить значительное улучшение их основных тактико-технических характеристик. Достижение преимуществ возможно благодаря внедрению функциональных узлов на основе электрооптических модуляторов, демодуляторов, источников и приемников оптического сигнала, оптических линий задержек и фазовращателей, волоконно-оптических линий связи.

Одним из основных узлов практически любого радиофотонного устройства является оптическая линия задержки (ВОЛЗ) радиочастотного сигнала. В зависимости от функционального назначения устройства она может быть выполнена по-разному [1]. Генераторы СВЧ сигналов, которые строятся по традиционным технологиям, для многих задач оказываются малоприспособными из-за недостаточной стабильности, высокого уровня фазовых шумов или малой перестройки по частоте. На основе линии задержки был изготовлен макет одноконтурного радиофотонного автогенератора СВЧ-сигналов, работающий в диапазоне частот от 15 до 22 ГГц. Радиофотонные умножители частоты представляют большой интерес, прежде всего тем, что работают по новому принципу, не схожому с применяемыми в классических умножителях. Основным элементом, благодаря которому и происходит умножение, является модулятор на основе интерферометра Маха-Цандера [2]. Смеситель сигналов также является важным компонентом приемно-передающей аппаратуры, спутникового оборудования, информационно-измерительных систем и т.д. [3]. Перспективными и принципиально новыми являются смесители сигналов, построенные на элементной базе радиофотоники.

В данной работе рассмотрены все вышеперечисленные устройства, выполненные с применением принципов радиофотоники. Проведены теоретические расчеты и экспериментальные исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-19-01628).

Библиографический список

1. **Raevskii A.S.** Investigation of the characteristics of fiber optic delay lines with different types of optical emission intensity modulation / A.S. Raevskii, V.V. Biryukov, V.V. Grachev, S.A. Kapustin, S.G. Lobin // Proc. of SPIE. Optical Technologies for Telecommunications 2016. Vol. 10342, 103420K-1 – 103420K-6. doi: 10.1117/12.2270386.
2. **Белоусов А.А.**, Вольхин Ю.Н., Дубровская А.А. Обзор и исследование возможных вариантов реализации сверхширокополосных детекторов, смесителей и других аналоговых процессоров диапазона СВЧ // Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем: материалы V юбилейной общерос. науч.-техн. конф. 7-8 октября 2014 г.
3. **Морозов О.Г.**, Бурдин В.А., Морозов Г.А., Дашков М.В., Талипов А.А. Радиофотонные системы двух-частотного симметричного зондирования контура усиления Манделъштама-Бриллюэна в одномодовых оптических волокнах // Прикладная фотоника. 2015. Т.2. №3. С.223-245.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД РУЛЕВОЙ РЕЙКИ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Реалиями настоящего времени являются разработка и тестирование беспилотных транспортных средств. Интеллектуальный электропривод рулевой рейки является весьма актуальным устройством, разработкой которого занимается творческий коллектив института электроэнергетики Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

Функциональная схема интеллектуального электропривода рулевой рейки приведена на рис.1. В качестве исполнительного двигателя используется вентильный двигатель. Он представляет собой синхронную машину переменного тока с постоянными магнитами на роторе и датчик положения ротора на элементах холла[1].

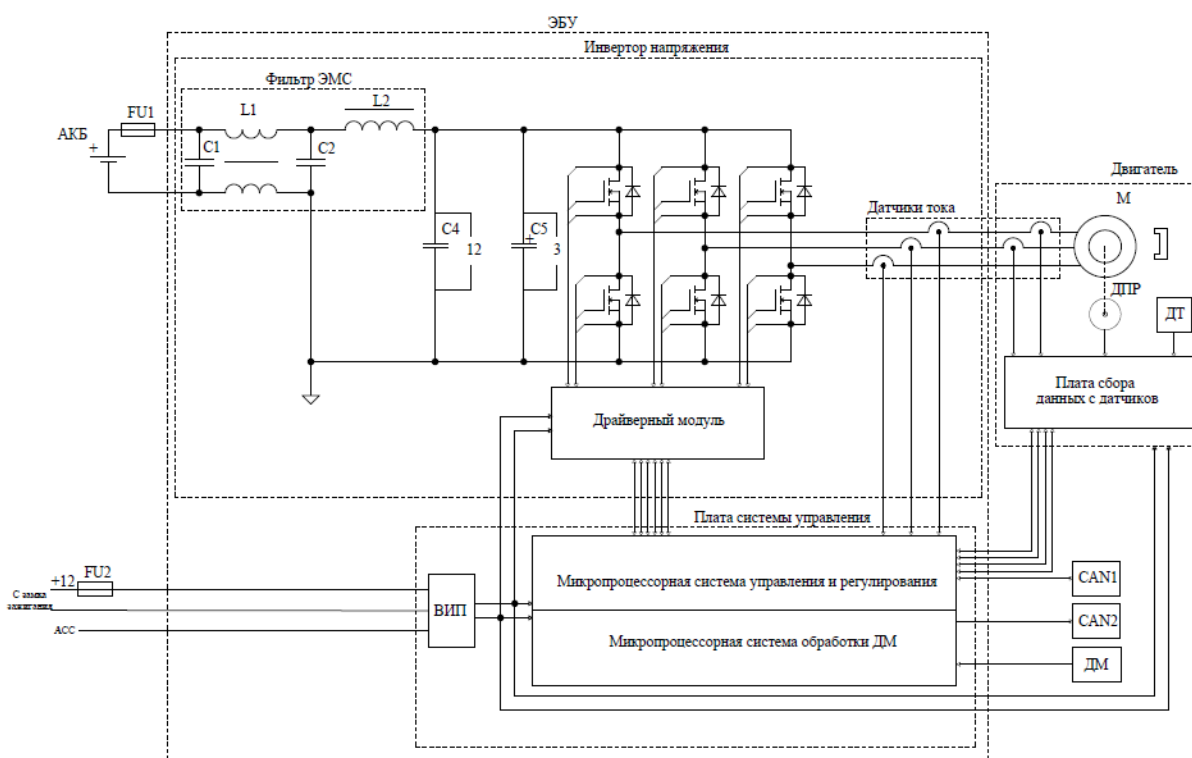


Рис. 1 – Функциональная схема интеллектуального электропривода рулевой рейки

Питание исполнительного двигателя осуществляется от электронного блока управления (ЭБУ), в состав которого входят: интеллектуальный инвертор напряжения [2] и система управления.

Она состоит из двух микропроцессорных подсистем:

- Микропроцессорной системы управления и регулирования, построенной на микроконтроллере STM32F405RGT6. В нем реализована трехконтурная система управления: с векторным контуром тока и скалярными контурами скорости и положения.
- Микропроцессорной системы обработки датчика крутящего момента, установленного на рулевом валу. Подсистема реализована на базе ПЛИС семейства MAXII, которая расшифровывает сигнал с датчика момента и отправляет данные с высокой скоростью по CAN в систему регулирования.

В самом двигателе установлена плата со скоростным АЦП и цифровым каналом общения с системой управления и регулирования. Благодаря чему информация с датчика положения ротора, датчиков тока и температуры передается в цифровом виде с высокой точностью.

ЭБУ рулевой рейки предусматривает работу в трех режимах:

- 1) Режим электроусилителя – отработка задания поступающего с датчика момента.
- 2) Позиционный режим – отработка задания поступающего с блока верхнего уровня.
- 3) Режим шунт (bypass) – программное отключение электроусилителя руля.

ЭБУ постоянно связывается с блоком верхнего уровня по CAN шине в соответствии с протоколом J1939. Так же предусмотрен и испытан переход из режима позиционирования в режим электроусилителя при определенном усилии на руле создаваемым водителем.

В настоящее время интеллектуальный электропривод рулевой рейки успешно прошел стендовые и ходовые испытания, а команда нашего университета вошла в группу лидеров на квалификационных соревнованиях беспилотных автомобилей «Зимний город», проходивших в феврале-марте 2019 года в центре испытаний «НАМИ» г. Москва.

Библиографический список

1. **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.
2. **Багрецов, И.В.** Интеллектуальный транзисторный инвертор напряжения для низковольтных двигателей переменного тока. Актуальные проблемы электроэнергетики. сб. ст./ И.В. Багрецов, И.Е. Бердников, А.О. Кечкин, А.П. Слuzов, А.В. Шахов. – Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018.

УДК 621.9.06

КИСЕЛЁВ А.В., КАБАЛДИН Ю.Г., КОЛЧИН П.В.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА 3D ПЕЧАТИ НА СТАНКАХ С ЧПУ И ЕГО ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В 2016 году в России началась реализация Национальной технологической инициативы (НТИ), которая предусматривает трансформацию экономики страны и производства. Основными драйверами роста новой промышленности в рамках НТИ должны стать внедряемые компоненты Индустрии 4.0, такие как цифровые технологии, искусственный интеллект, аддитивные технологии и автономные системы. Для реализации НТИ необходимо разрабатывать такие подходы, которые позволят отечественным предприятиям перейти к цифровому производству с уже имеющимися станками.

Для решения этой задачи нами разработан экспериментальный образец устройства, позволяющий переоборудовать вертикально-фрезерный ЧПУ станок в 3D принтер, наплавляющий слой металла на подложку. К предлагаемому устройству создается его цифровой двойник, в основе которого лежит система из двух нейронных сетей. Данное решение позволяет с минимальными затратами перевести на уровень цифрового производства все предприятия страны, которые используют станки с ЧПУ.

Разрабатываемое устройство встраивается в станок с ЧПУ и реализует технологию полуавтоматической электродуговой наплавки плавящимся электродом в среде защитных газов. Для формирования траектории наплавления используются возможности используемого станка с ЧПУ. При этом наплавляющая головка устанавливается на место режущего инструмента. Контроль процесса 3D печати проводится с помощью цифрового двойника устройства. Одна из искусственных нейронных сетей (ИНС) цифрового двойника, на основе данных акустической эмиссии процесса и данных, получаемых с датчиков, установленных на

станке, управляет процессом печати и поддерживает стабильный режим наплавки, регулируя скорость печати, силу тока, напряжение, подачу защитных газов и другие параметры. Применение в разрабатываемом устройстве ИНС позволяет, в определенной степени, управлять микроструктурой и механическими свойствами будущего объекта. По завершении 3D печати станок заменяет печатающую головку на режущий инструмент и выполняет чистовую механическую обработку заготовки.

Помимо ИНС позволяющей управлять параметрами в процессе печати в состав цифрового двойника устройства входит вторая ИНС, которая решает задачу подготовки управляющей программы с наиболее предпочтительными режимами. Данная ИНС применяется в САМ системе, когда разработчик составляет технологию, по которой будет производиться заготовка и ее финишная обработка, выбирается оснащение, режимы, рассчитываются траектории перемещений и выполняется моделирование процессов. На этом этапе цифровой двойник, используя данные о заложенных в изделие механических свойствах, его геометрии, а также информацию об используемом при построении материале и размеры сечения каждого отдельного наплавляемого валика, из которых состоят слои будущей заготовки, назначает режимы печати для каждой траектории перемещения печатающей головки. Это позволяет управлять отдельными свойствами будущего объекта еще на стадии его разработки и подготовки производства, а также более рационально использовать затрачиваемые при формировании заготовки ресурсы.

Преимуществами разрабатываемого устройства являются – мобильность, доступность полуавтоматической электродуговой наплавки по сравнению с другими методами печати. Использование цифрового двойника дает большую предсказуемость и контроль процесса 3D печати заготовок, возможность управлять микроструктурой и механическими свойствами создаваемого объекта.

УДК 621.928.37

КУЗНЕЦОВ А.Е. СМОРОДИНА С.И. ГЛАДИКОВ А.С. ДИКОВ В.А.

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛОЧНОГО МУЛЬТИ-ГИДРОЦИКЛОНА В УСЛОВИЯХ БЛИЗКО ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

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

Классификация сыпучих материалов – сложный и затратный процесс. В промышленности часто требуется разделять компоненты с близким дисперсным составом. Примером может быть сепарация силвинит содержащих руд [1].

При проведении таких процессов наиболее часто используется химический метод, однако он отличается дороговизной. Альтернативным методом является гидромеханический, основанный на использовании специальных аппаратов – гидроциклонов. Данный способ является простым и дешевым, но требует индивидуального подбора геометрии устройства для оптимизации степени очистки и производительности. Требуется также комбинирование аппаратов как параллельно, так и последовательно. Непосредственно для классификации возникает необходимость организации потока жидкости внутри аппарата таким образом, чтобы создать отдельные области отбора. Кроме этого возможно применение нескольких разных аппаратов, соединенных последовательно для выделения требуемых фракций в системе. Это приводит к большим габаритам всей конструкции [2] и не может использоваться в малых площадях предприятия, а малейшие поломки приводят к необходимости останова участка. Хорошим технологическим решением данной проблемы является установка батарейного гидроциклона. Но, несмотря на это, вопрос индивидуального подбора в данном случае остается открытым.

На современном этапе развития активно используются технологии аддитивного производства, что помогает существенно снизить габариты конструкции при объединении изделий в блок, состоящий из ячеек. Каждая ячейка имеет входные и выходные патрубки. Они могут объединяться между собой в любую конструкцию последовательных и параллельных соединений, необходимых для определенного производственного процесса.

Таким образом, создание блочного комплекса гидроциклонов поможет не только снизить габариты оборудования, но и создать универсальное устройство, позволяющее работать в различных условиях производства.

Библиографический список

1. **Поваров, А.И.** Гидроциклоны на обогатительных фабриках.– М.: Недра, 1978 . - 232 с.
2. **Брагина, В.И.** Технология обогащения и переработки неметаллических полезных ископаемых: учеб. пособие / В. И. Брагина– Красноярск: ИПК СФУ, 2009. –228 с.

УДК 66.074

ЛЕДРОВА Е.С., БУХАРОВ Д.М., КОНОВАЛОВ В.С., СТЕПЫКИН А.В.

РАЗРАБОТКА ДЫХАТЕЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

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

Фильтры (фильтрационные установки) поглотители и вентиляционные установки предназначены для фильтрации и поглощения из атмосферного воздуха отравляющих, химических и бактериологических веществ, аэрозолей, радиоактивной пыли, дымов и других агрессивных веществ. Фильтр представляют собой цилиндрическую емкость пропускной способностью от 50–500 м³/ч. Фильтр-поглотитель устанавливается на вентиляционную трубу резервуаров с помощью разъемного фланцевого соединения. Методика расчета такого фильтра в целом должна соответствовать [1], с учетом [2].

Принципиально разрабатываемый фильтр состоит из корпуса и перепускной трубы, являющейся частью жесткого каркаса. Устойчивость данной конструкции дополнительно создается ребрами жесткости. На опорные решетки последовательно, в два слоя, засыпаются гидрофобный и гидрофильный адсорбенты. Сверху адсорбент также зажимается специальной решеткой. Обеззараживающие устройства расположены по периметру фильтра. Сверху байпасной трубы устанавливается сетка, которая препятствует попаданию крупного мусора. Для защиты фильтрационной установки от воздействия окружающей среды предусмотрен колпак, который накрывает конструкцию. В выносном блоке сконструированы элементы аналитического управления, выполняющие роль центра по поддержанию фильтра в рабочем состоянии. Блок способен, помимо поддержания заданных технологических параметров, следить за состоянием адсорбента, контролировать процесс его частичной регенерации. За счет чего можно сократить габариты фильтрационной установки.

Главная цель проекта - создание качественного отечественного фильтрующего устройства с минимальными затратами, содержащего «умную» систему адаптации к заданным условиям работы. При этом будут иметь место следующие преимущества разрабатываемого фильтра поглотителя:

- меньшая стоимость и меньший вес;
- простота конструкции, продолжительный срок службы без капитальной замены наполнения;
- применение отечественного адсорбента, производство которого находится в Нижегородской области;

– система саморегулирования параметров, адаптированная под разные условия эксплуатации.

Реализация проекта, главным образом связано с заинтересованностью химических предприятий в приобретении данного типа оборудования.

Библиографический список

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Под ред. Ю. И. Дытнерского. – М.: Химия, 1983. – 272 с.
2. **Паранук А.А.**, Хрисониди В.А. Исследование адсорбционной емкости цеолита КАСо // Успехи современного естествознания. № 9-0. С. 29–33

УДК 542.06

МАРКОВ А.Н., ВОРОТЫНЦЕВ А.В., ПЕТУХОВ А.Н., КУЛИКОВ А.Д.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТЫХ МОНОДИСПЕРСНЫХ НАНОЧАСТИЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, в связи с развитием нанотехнологий, а также микро- и наноэлектроники в частности, с каждым годом возрастает потребность в высокочистых наночастицах различного состава и размера, а, следовательно, существует очевидная потребность снижения их себестоимости и уменьшения затрат на их производство. Кроме того, развитие различных областей науки и техники приводит к увеличению спроса и ведет к увеличению мощностей производства, что ухудшает экологическую ситуацию при использовании традиционных реагентов для получения наночастиц: этиленгликоля, этанола и других органических растворителей. Таким образом, крайне важно внедрять и развивать относительно новые методы получения, которые могли бы элиминировать существующие проблемы. Для решения поставленных задач в проекте предполагается всестороннее изучение метода индукционной потоковой левитации для получения наночастиц, где базисным видом сырья, являются проводящие или магнитные материалы.

Индукционная потоковая левитация является весьма перспективным методом для получения микро- и наноразмерных частиц, который ещё только развивается, но реальные перспективы его применение уже видны как для научной сферы, так и для промышленности. Основные преимущества индукционной потоковой левитации (ИПЛ) заключаются в бесконтактном нагреве в большом диапазоне давлений и температур, с возможностью проведения синтеза в различных газовых средах с различной теплопроводностью. Низкая рабочая температура самой среды позволяет создавать большие температурные градиенты в области формирования наноразмерных частиц и аэрозолей. Это также способствует как закаливанию сильнонеравновесных структур, так и их замораживанию, при охлаждении в потоке инертного газа-хладагента при высокой скорости. Оборудование для создания индукционной потоковой левитации относительно недорогое, габаритные размеры его малы, а конструкция удобна, что позволяет легко автоматизировать и адаптировать его к требуемым техническим условиям. Этот факт свидетельствует о быстрой возможности внедрения такой технологии в промышленности. Сам же метод ИПЛ является экологически чистым, и отвечает основным 12 принципам «Зеленой химии».

Таким образом, предлагаемый проект является актуальным как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения, а комплексное решение поставленных задач позволит, в будущем, внедрить данную технологию в промышленное производство, как наиболее экономичный и экологичный метод получения наночастиц.

Для определения частотных характеристик был проведен расчет зависимости размера частиц от частоты, в ходе которого выявлена потенциальная возможность левитации частиц

при частоте 3 МГц. В рамках работы выполнено проектирование и монтаж оборудования, а также проведена апробация экспериментальной установки для получения наночастиц алюминия. Были установлены основные характеристики процесса, эмпирическим путем подобрана оптимальная геометрия индуктора, при которой происходит выход на режим левитации.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант № 17-73-20275) и РФФИ (грант № 18-33-00914).

УДК 621.039

МАРОВ А.Р., БЕЗНОСОВ А.В., БОКОВА Т.А., ЛУКИЧЕВ Н.С.

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА, В УСЛОВИЯХ РЕАКТОРНЫХ КОНТУРОВ СО СВИНЦОВО-ВИСМУТОВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 200-350°С

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель работы: обоснование работоспособности гидростатического подшипника, в РУ со свинцово-висмутовым теплоносителем при температурах 200-350°С.

Задачи:

1. Провести анализ опыта работ подшипников скольжения в условиях тяжелого жидкометаллического теплоносителя [1, 2, 3, 4,].

2. Обосновать выбор типа подшипника скольжения для условий свинцово-висмутового теплоносителя при температурах 200-350°С [3, 5].

3. Провести расчетно-теоретическое и экспериментальное исследование выбранного типа подшипника скольжения:

3.1 Провести расчетно-теоретическое исследование характеристик подшипников скольжения [1, 2, 4];

3.2 Разработать программу-методику испытаний;

3.3 Разработать чертежно-техническую документацию на узлы экспериментального стенда, опираясь на результаты расчетно-теоретического исследования и проведенного анализа опыта работы с подшипниками скольжения;

3.4 Подготовить экспериментальный участок и циркуляционный контур исследовательского стенда со свинцово-висмутовым теплоносителем, провести испытания, получить результаты испытаний: тормозящий момент силы на валу, распределение поля температур в стенке подшипника, перепад давления на подшипнике, анализ шлифов и измерение изменения шероховатости трущихся поверхностей.

4. Сопоставить расчетно-теоретическое исследование и экспериментальные данные испытаний, провести анализ, полученных результатов, на основе которого разработать рекомендации по конструированию, производству и эксплуатации подшипника скольжения.

Библиографический список

1. **Синев, Н.М.** Бессальниковые водяные насосы / Н.М. Синев, П.М. Удовиченко. – М. :Атомиздат, 1972 – 494 с. : ил.
2. **Будов, В.М.** Насосы АЭС / В.М. Будов. – М.: Энергоатомиздат. 1986 – 408 с. : ил.
3. **Безносков, А.В.** Технологии и основное оборудование контуров реакторных установок, промышленных и исследовательских стендов со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями: учеб.пособие / А.В. Безносков, Т.А. Бокова, П.А. Боков ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, Литера, 2016. – 488 с.
4. **Антоненко, М.А.** Обоснование проектных решений гидростатических подшипников главных циркуляционных насосов реакторов на быстрых нейтронах, охлаждаемых свинцовым и свинец-висмутовым

теплоносителями :дис. на соис. уч. ст. канд. техн. н. : 05.04.11 / Антоненков Максим Александрович; [Место защиты: ОАО ОКБ "Гидропресс"].- Нижний Новгород, 2013.- 260 с.

5. **Безносков, А.В.** Обоснование возможности создания подшипников скольжения, работоспособных в реакторных контурах со свинцово-висмутовым и свинцовым теплоносителями при температурах 200-350°С ("новая технология ТЖМТ") / А.В. Безносков, А.Р.Маров, Т.А. Бокова, Н.С. Волков // 21-я Международная Конференция молодых специалистов по ядерным энергетическим установкам: сборник докладов конференции (10-11 апреля 2019; Подольск) / ОКБ «ГИДРОПРЕСС». – Подольск, 2019.

УДК 615.8

НОВИКОВА Д.А., МЕЛУЗОВ А.Г., ЕГОШИН М.А.

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОЖГОВЫХ РАН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ожоговые травмы являются важнейшей медико-социальной проблемой современного общества, что обусловлено их распространенностью, высокой смертностью, значительными показателями временных трудовых потерь и первичной инвалидности.

Целью проводимой работы являлась разработка прототипа устройства, с помощью которого было бы возможным оказать медицинскую помощь пациентам с ожоговыми повреждениями.

В данном направлении имеется проблема: отсутствие консервативного, эффективного и универсального способа лечения пациентов, получивших повреждение поверхности тела ожогом.



Рис. 1 - Внешний вид переносного модуля

Классический метод лечения сводится к наложению повязок с необходимыми медикаментами на поврежденный участок. В результате под сохнувшую повязку удаляют с поверхности двумя способами: либо отмачивая ее (длительный процесс), либо повреждая рану, отрывая от повязки, а вместе с ней частички кожи, что причиняет боль и вновь открывает рану. Такая тактика увеличивает время лечения и доставляет дискомфорт пациенту.

В настоящее время существует несколько традиционных способов лечение ожоговых ран, но все они в итоге сводятся к

травмированию поверхности раны на стадии отделения от поврежденного участка вспомогательных материалов (бинт, марля и т.д.). И ни один из традиционных методов лечения не позволяет использовать комплексный подход к лечению на различных стадиях.

Предлагается разработать комплекс, который будет состоять из стационарного (многоразового) и персонального(одноразового) модулей.

Переносной модуль представляет собой контактную поверхность, в рамках которой осуществляется непосредственное воздействие на поврежденный участок ткани. Сама контактная поверхность выполнена в форме ракушки с встроенными сетками красных и инфракрасных светодиодов (рисунок 1). Для распыления смесей в верхней части корпуса установлена форсунка со степенью свободы, позволяющей ей вращаться.

Стационарный модуль будет способен обеспечить подвод к одноразовому модулю медикаментов, либо физ. растворов. Либо же подать на модуль необходимую газовую смесь. Он будет оборудован насосами, системой управления, системой очистки растворов и газовых

смесей, блоком смешения и приготовления лекарств, накопительными емкостями. Планируется создать многоразовый модуль таким, чтобы его при любой необходимости возможно было бы переместить/перевезти для работы вне больницы.

В заключение хотелось бы отметить, что данный комплекс подойдет для лечения открытых ожоговых ран, затрагивающих от поверхностного, до глубинных слоев тканей, но не имеющих доступа в полости организма. Прототип позволил бы воздействовать на раневую поверхность не только на этапе активного образования выделений, но и в фазе вторичного ушивания раны.

УДК 621

ОКУНЕВ А.В.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АКТИВНОГО ШУМОПОДАВЛЕНИЯ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью работы является анализ существующих систем активного шумоподавления и разработка математической модели для использования в автомобильных двигателях.

В работе проводится анализ существующих систем активного шумоподавления. Выбран и обоснован наиболее эффективный алгоритм для применения в активных глушителях автомобильного транспорта, также проведено математическое моделирование выбранного алгоритма.

В результате моделирования определено, что предложенный подход может быть использован для конструирования глушителей. Он позволит не только уменьшить массу выхлопных систем и улучшить гидродинамические показатели, но и приведет к снижению стоимости новых выхлопных систем автомобилей.

Основным преимуществом системы активного шумоподавления является снижение гидравлического сопротивления выхлопной системы, а также более эффективное снижение низкочастотного шумового компонента в двигателе.

УДК 004.45

ПОТАПОВ А.Д.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ХИМИИ И ХИМИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ

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

Причиной отказа от проведения экспериментов в обычной университетской лаборатории может быть слишком дорогое оборудование или сырье, а также потенциальная угроза жизни и здоровью. А значит, проблемным становится приобретение навыков работы с техническим оборудованием и проверка теоретических знаний и умений будущих инженеров и научно-технических кадров. Для химической отрасли характерны все вышеперечисленные причины и именно она наиболее остро нуждается в альтернативном решении.

Решением указанной проблемы может быть программный пакет, включающий интерактивные элементы обучения и проверки знаний, способный симулировать химические процессы, используя их математические модели, и визуально представлять результаты. Подобный продукт может быть использован в высших учебных заведениях для проведения лабора-

торных работ и экзаменов, а также может быть внедрен на предприятия соответствующего профиля для отбора кандидатов на должность или для подготовки новых сотрудников.

В основу архитектуры прототипа программного продукта, разрабатываемого группой студентов 2-го курса, была положена гибкая система конструирования лабораторных работ (или экспериментов), позволяющая быстро разрабатывать новые модули для приложения, которые могут быть включены в последующие его сборки. Вычислительная составляющая разрабатываемого приложения реализуется с использованием численных методов решения дифференциальных уравнений [1], а в будущем предполагается проводить моделирование кинетики химического процесса с использованием искусственной нейронной сети [2].

Для реализации проектируемого программного продукта был выбран фреймворк *Qt* для языка *C++* [4]. Причины выбора данного средства разработки:

- Наличие всех необходимых для данного проекта инструментов разработки пользовательского интерфейса;
- Встроенная поддержка *OpenGL* [5], позволяющая в дальнейшем внедрить в приложение элементы трехмерной графики, не меняя его базовую архитектуру;
- Все необходимые компоненты *Qt* распространяется под лицензией *GNU GPL*, что позволяет разрабатывать ПО, используя фреймворк как свободное ПО с открытым исходным кодом.

Библиографический список

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. — 630 с. — ISBN 5-93208-043-4. — С. 363—375.
2. M. R. Rahimpour, M. Shayanmehr, M. Nazari Modeling and Simulation of an Industrial Ethylene Oxide (EO) Reactor Using Artificial Neural Networks (ANN). - Industrial & Engineering Chemistry Research 2011, 50,6044–6052.
3. Беркинблит М. Б. Нейронные сети. — М.: МИРОС и ВЗМШ РАО, 1993. — 96 с. — ISBN 5-7084-0026-9.
4. Страуструп Б. Язык программирования *C++*. — Бином, 2011. — 1136 с. — ISBN: 978-5-7989-0425-9.
5. Kessenich J., Sellers G., Shreiner D. — Addison-Wesley, 2017 — 802 с. — ISBN: 978-0-13-449549-1.

УДК 547-316

РУМЯНЦЕВ С.С.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА СИНТЕЗА ПОЛИВИНИЛБУТИРАЛЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

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

Поливинилбутираль (ПВБ) является важнейшим крупнотоннажным техническим продуктом, востребованным во всех развитых странах мира. Этот полимер характеризуется уникальным набором адгезионных и связующих свойств, высокой прочностью волокон и пленочных материалов, благодаря чему он находит широкое применение в гражданской и военной промышленности. В частности, пластифицированный ПВБ применяют, как соединительную пленку, в производстве бесосколочных стекол (триплекс), а также используют в качестве адгезива при производстве лаков, грунтовок, эмалей и мастик.

На практике ПВБ получают химической модификацией растворенного в воде поливинилового спирта (ПВС) бутаналем в присутствии кислотных катализаторов. В ходе реакции альдегид реагирует с двумя гидроксильными группами ПВС, формируя бутиральное кольцо. Из-за того, что водные растворы ПВС склонны к структурированию, наряду с образованием бутирального кольца (1,3-диоксолановый цикл) также возможно протекание межмолекулярного ацеталирования, в котором участвуют ОН-группы, принадлежащие сегментам разных цепей. Образованная таким образом межмолекулярная сшивка приводит к повышению неод-

нородности ПВБ и ухудшению его эксплуатационных свойств. Так, помимо прочего ухудшается растворимость ПВБ в органических растворителях, что осложняет получение ценных технических продуктов на его основе. В связи с этим основная задача состояла в разработке экологичного способа синтеза однородного ПВБ с узким молекулярно-массовым распределением не содержащего межмолекулярных сшивок.

Для реализации поставленной задачи было предложено использование водно-органических смесей в качестве среды для проведения процесса. Комплекс экспериментов с применением спектральных и реологических методов показал, что для растворов ПВС с добавками диолов и N-метилпирролидона характерно улучшение термодинамических характеристик. Также было установлено, что оптимальной температурой для синтеза ПВБ в смешанных растворителях является 40 °С. Полученные в ходе физико-химических исследований растворов ПВС результаты были использованы при оптимизации рецептуры синтеза ПВБ. Сравнительный анализ синтезированных образцов показал, что для ПВБ полученного по стандартной методике (из водного раствора) характерен бимодальный характер молекулярно-массового распределения, а коэффициент полидисперсности M_w/M_n равен 5.0, что указывает на неоднородность полученного продукта и наличие в нем межмолекулярных сшивок. С другой стороны, для ПВБ синтезированного в предложенном нами водном растворе с добавкой всего 10% бутандиола наблюдается унимодальное распределение и более низкое значение M_w/M_n , равное 3.4. Полученные данные указывают на то, что в ходе синтеза ПВБ в среде смешанного растворителя не происходит сшивания полимерных цепей, что обусловлено улучшенными термодинамическими характеристиками полимерного раствора. В настоящее время работа направлена на поиск добавок (5-10 масс.%) позволяющих не только получать более однородные продукты на основе ПВБ, но и выступающих в роли сокатализатора, обеспечивающего синергетическую активацию реакции ацеталирования ПВС бутаналем.

УДК 620.186.4; 539.37

РЯБОВ Д. А., ХЛЫБОВ А.А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ НАВОДОРОЖЕННЫХ ТИТАНОВЫХ ТРУБ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Титан и его сплавы относятся к числу важнейших конструкционных материалов, широко применяемых в авиакосмической, химической, судостроительной, атомной, водородной энергетике и других наукоемких отраслях промышленности. Водород при взаимодействии с титановыми сплавами может изменять их свойства, как в положительную, так и в отрицательную стороны [1]. Негативное действие водорода чаще всего проявляется в виде водородной хрупкости, характеризующейся резким снижением механических свойств титановых сплавов при содержании водорода больше критического. Уменьшение способности титана к деформации обусловлено образованием достаточно хрупких гидридов на основных плоскостях скольжения и двойникования вследствие малой растворимости водорода в α -фазе при комнатной температуре [2]. В наибольшей степени подвержены охрупчиванию псевдо- α -сплавы, которые широко используются в теплообменном оборудовании ядерных энергетических установок.

Поиск и разработка методов неразрушающего контроля для исследования конструкционных материалов, склонных к водородному охрупчиванию, является одной из важнейших задач для ядерной энергетике. Разработка и освоение этих методов позволит отслеживать техническое состояние конструкций и оборудования, контактирующих с водородсодержащими средами, контролировать их соответствие механическим и прочностным параметрам и прогнозировать время их отказа и разрушения.

Цель настоящей работы – разработка методики оперативной акустической оценки поврежденного состояний теплообменных титановых труб с применением современного акустического измерительно-вычислительного комплекса.

В качестве физической основы предложенного метода контроля выступает зависимость параметров распространения акустических волн в материале от его физико-механических свойств, в частности от степени наводороженности металла.

Применение поверхностной акустической волны (волны Рэлея) позволяет быстро и с высокой точностью оценить поврежденное состояние поверхностных слоев изделия (рисунок 1).

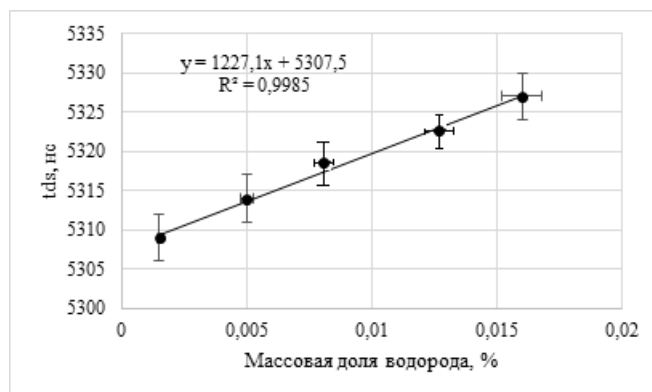


Рис. 1 – Влияние содержания водорода в образцах на параметры акустических волн

Библиографический список

1. Колачев Б.А. Водородная хрупкость металлов. М.: Metallurgy, 1985. 216 с.
2. Ливанов В. А., Буханова А. А., Колачев Б. А. Водород в титане. М.: Metallurgy, 1962. 246 с.

УДК: 661.183

САДИКОВ А.Ю.^{1,2}, КОРОТАЕВ М.С.¹, ЗАРУБИНА И.С.¹

РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ СОРБЕНТОВ С КАТИОННЫМИ ГРУППАМИ N-[(ДИАЛКИЛ)АМИНОАКИЛ](МЕТ)АКРИЛАМИДОВ

¹Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексева

²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

N-замещенные (мет)акриламиды находят широкое применение во многих областях техники и науки. Полимеры на их основе применяются в качестве добавок в нефтедобывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, в качестве флокулянтов, а также в производстве лакокрасочных и других покрытий. При производстве высокоэффективных сорбентов широко применяются N-замещенные амиды с дополнительной функциональной группой. Данные сорбенты находят применение в ионообменной жидкостной хроматографии, в системах очистки воды, для идентификации и очистки альбуминов и пептидов, при адсорбции газов.

Целью работы является разработка новых высокоэффективных сорбентов на основе N,N-[(диалкил)аминоалкил](мет)акриламидов.

Для производства сорбентов были синтезированы восемь N-замещенных аминосодержащих (мет)акриламидов (табл. 1).

Таблица 1. Синтезированные диэтиламиноалкил(мет)акриламиды

Мономер	Структурная формула
N-[2-(диэтиламино)-этил] акриламид	$\text{CH}_2=\text{CHCONHCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
N-[2-(диэтиламино)-этил] метакриламид	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONHCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
N-[3-(диэтиламино)-пропил] акриламид	$\text{CH}_2=\text{CHCONHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
N-[3-(диэтиламино)-пропил] метакриламид	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
N-[3-(диэтиламино)-1,1-диметилпропил] акриламид	$\text{CH}_2=\text{CHCONHC}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
N-[3-(диэтиламино)-1,1-диметилпропил] метакриламид	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONHC}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$
N-[3-(диметиламино)-пропил] акриламид	$\text{CH}_2=\text{CHCONHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$
N-[3-(диметиламино)-пропил] метакриламид	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_2$

Для синтезированных мономеров был исследован гидрофильно-гидрофобный баланс, установлено наличие межфазно- и поверхностно-активных свойств, рассчитан коэффициент распределение между водной и органической фазами. Изучены кинетические особенности и механизм образования гомо- и сополимеров. Исследовано влияние природы растворителей на композиционную неоднородность сополимеров. Растворной полимеризацией были синтезированы перспективные сополимеры N-[3-(диэтиламино)пропил]метакриламида с акриламидом (диоксан, $r_1=0.36$, $r_2=1.25$), N-трет-бутилакриламидом (диоксан, $r_1=1.64$, $r_2=0.65$) и N-[3-(диэтиламино)пропил]акриламидом (диоксан, $r_1=1.25$, $r_2=0.70$; толуол $r_1=0.76$, $r_2=0.59$).

На следующем этапе планируется проведение НИОКР по получению ионообменных сорбентов с заданными свойствами, их очистка и комплексное исследование физико-химических свойств полученных сорбентов с целью определения перспектив их дальнейшего использования.

УДК 004.8

СЕКАЧЕВ Б.С., ДМИТРИЕВ Д.В.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ ЛИЦА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача биометрической идентификации по изображению лица заключается в установлении личности пользователя из его визуального образа. Необходимо отметить, что эта задача, сама по себе, является достаточно общей и имеет разные прикладные применения, куда можно отнести, например, системы аутентификации, поиска, обнаружения присутствия или автоматической настройки. Говоря об актуальности, нельзя не упомянуть, что существуют разного рода подходы, которые в той или иной степени предлагают решения описанной задачи. Однако, здесь есть два момента. Во-первых, по-прежнему существует ряд нерешенных подзадач, как например, вариативность освещения или позы образа. Во-вторых, здесь нет доступных *end-to-end* систем. Термином *end-to-end* мы обозначаем систему, которая предоставляет инструментарию для воспроизведения от начала и до конца, каждого из этапов комплексной задачи. Таким образом, целью этого проекта является разработка комплексной, масштабируемой и гибкой системы биометрической идентификации.

Каждый из перечисленных выше атрибутов нуждается в более подробном обосновании, а также в сопровождении некоторыми техническими деталями. Так, говоря о том, что система является комплексной, мы имеем в виду, что она состоит из разных компонентов, каждый из которых решает отдельную подзадачу. Например, система идентификации разби-

вается на такие модули, как детектирование, предварительная обработка, извлечение признаков и классификация. Наиболее эффективная реализация этих модулей возможна с применением современных алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения [1]. Кроме того, система должна быть масштабируемой, т.е. при ее разработке следует предусмотреть возможность работы как на слабом аппаратном обеспечении, так и на полноценных кластерах в зависимости от нагрузки. Здесь ключевую роль сыграет распределенная архитектура системы, основанная на микросервисах, с применением балансера нагрузки. При реализации подобного рода микросервисных систем отлично подойдет разработка *Spring Cloud* [2] от *Netflix*. И конечно, еще на этапе проектирования возникает вопрос развертки подобной системы и она может быть прекрасно реализована на основе использования технологий виртуализации, в частности – *Docker* [3]. Наконец, атрибут гибкости повествует о том, что вместо сосредоточения на конкретной прикладной задаче, системе следует предоставлять возможность тривиального подключения к себе, дополнительных модулей, достаточно просто решающих ту или иную прикладную задачу с использованием уже готовых компонентов системы.

Биометрическая ниша в России активно развивается, о чем свидетельствует создание в 2017 году единой биометрической системы, а также рост интенсивности использования биометрических технологий. Так в перспективе работа может быть успешно внедрена в отечественные производства с целью решения как перечисленных выше задач, так и каких-то других, более специфических. И для того, чтобы иметь возможность внедрить ее, на этапе разработки планируется использование программных компонентов только с открытым исходным кодом и свободной лицензией. Это обеспечит прозрачность работы с данными российских пользователей, а также поможет избежать бюрократических вопросов в будущем.

Библиографический список

1. **Bima Prihasto.** A survey of deep face recognition in the wild [Текст] / Bima Prihasto, Shabrina Choirunnisa, Muhammad Ishak Nurdiansyah и др. // 2016 International Conference on Orange Technologies (ICOT): сб. статей. – Melbourne, VIC, Australia, 2016. – С. 76 - 79.
2. **Piotr Minkowski.** Mastering Spring Cloud [Текст] / Piotr Minkowski. – Packt Publishing, 2018. – 432 с.
3. **Adrian Mouat.** Using Docker: Developing and Deploying Software with Containers [Текст] / Adrian Mouat. – O'Reilly Media, 2015. – 354 с.

УДК 621.3

СИДОРОВ М.В.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В большинстве случаев программное обеспечение, направленное на оптимизацию систем на стадии их разработки, является универсальным и не предназначено для решения конкретных задач оптимизации электротехнических комплексов, как минимум, из-за отсутствия базы данных специализированного оборудования.

Предлагается разработанная автором концепция экспертной системы, которая осуществляет выбор пассивных, регулирующих и коммутирующих элементов для агрегатов разрабатываемого электротехнического комплекса. Экспертная система содержит:

- базу данных электротехнического оборудования, которая является фундаментом работы алгоритма;
- алгоритмы расчета параметров требуемых элементов для выбранной типовой схемы разрабатываемого устройства;

- алгоритмы расчета параметров и характеристик требуемых элементов на основе данных, представленных в каталогах;
- алгоритмы формирования запросов к базе данных;

Программная часть экспертной системы позволяет методом перебора вариантов типовых схем разрабатываемого устройства на основании заданных ограничений, накладываемых на характеристики синтезируемого устройства, установок материальных предпочтений для выбранной системы отобрать наилучшее схемное решение и представить список элементов в соответствии с заданными условиями эксплуатации электротехнической системы. Пользовательский интерфейс позволяет управлять программой.

Оптимизация оборудования для электротехнических систем осуществляется с учетом:

- ограничений, накладываемых на характеристики комплекса, например, частота питающего напряжения, допустимая амплитуда пульсаций напряжения на выходе выпрямителя, КПД устройства и других;
- материальных предпочтений пользователя по отношению к проектируемой системе, например, увеличение начальных вложений в элементную базу комплекса позволит сократить затраты на эксплуатационные потери энергии, выделяемой в спроектированном устройстве в ходе его работы;
- ограничений, вызванных объемом базы данных элементов для конкретного проектируемого устройства, то есть количество спроектированных систем, подходящих по техническим параметрам (их объем растет с увеличением набора элементов, содержащихся в базе данных).

Библиографический список

1. **Юрьев В.Н.** Методы оптимизации в экономике и менеджменте: учебное пособие / Юрьев В.Н., Кузьменков В.А. // Санкт-Петербург, Издательство Политехнического университета, 2015. -540 с.
2. **Шрейнер Р.Т.** Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления [Текст]: учебное пособие / Р.Т. Шрейнер, А.В. Костылев, В.К. Кривовяз, С.И. Шилин; под ред. Проф. Д.т.н. Р.Т. Шрейнера. Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. ГОс. Проф.-пед ун-т», 2008, 361 с.

УДК 621.337.41

СЛУЗОВ А.П., БЕРДНИКОВ И.Е., КЕЧКИН А.О.

ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в промышленности и на транспорте широкое распространение получают электроприводы на базе синхронных двигателей с постоянными магнитами. Такие системы активно применяются в электровелосипедах, электроскутерах, гироскопах и электромобилях. Это связано с лучшими массогабаритными показателями, более высоким КПД и надежностью синхронной машины. Для управления такими двигателями используются сложные алгоритмы управления, которые легче реализовать на микроконтроллере [1]. Разработкой тягового электропривода автономного транспортного средства с микропроцессорной системой управления занимается команда нашего института (рисунок 1).

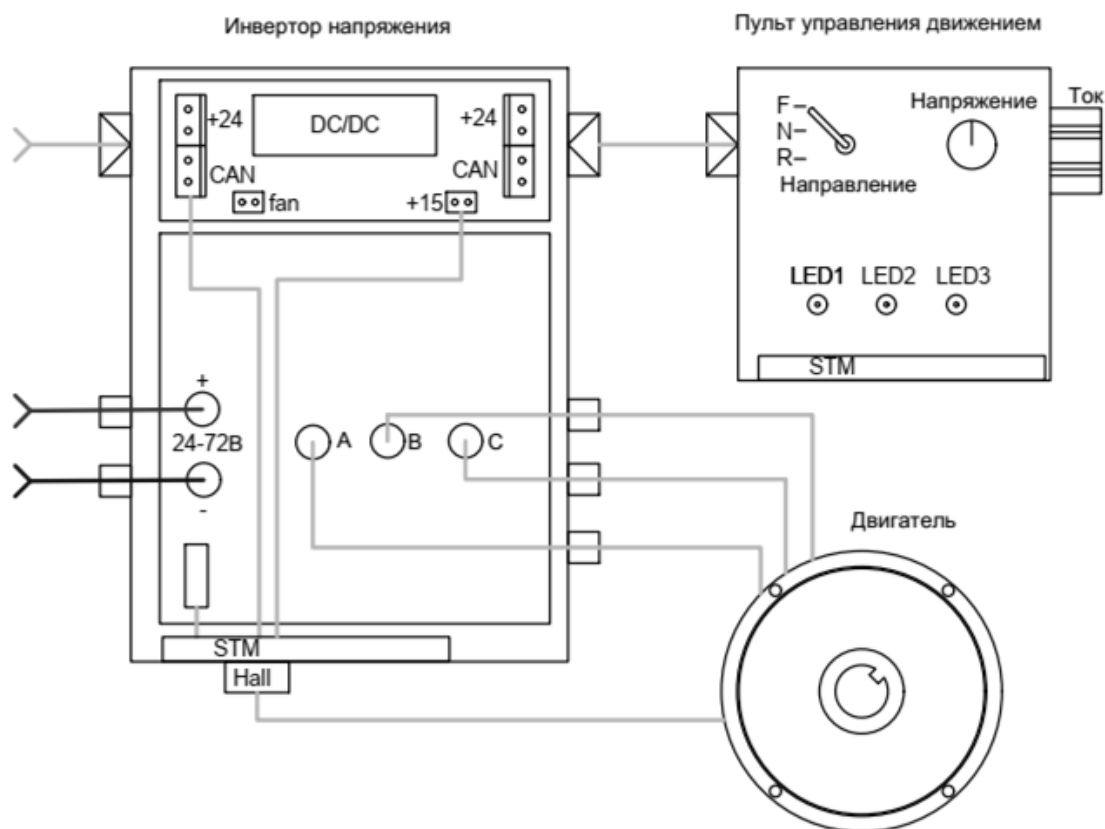


Рис. 1 – Функциональная схема электропривода

Основным узлом тягового электропривода является интеллектуальный, транзисторный, трехфазный автономный инвертор напряжения [2]. В качестве силовых ключей в инверторе могут применяться как MOSFET, так и IGBT транзисторы. Этого удалось добиться благодаря универсальной схеме драйверного модуля. В его основе лежит связка двух микросхем: драйвера управления MC33153 и токового сенсора IR25750. Такое схемное решение позволяет организовать настраиваемую аппаратную защиту транзисторов от сверхтоков. Питание модуля обеспечивается DC/DC конвертером с гальванической развязкой. Передача сигналов управления и неисправности осуществляется посредством быстродействующих оптронов. Подобная схема построения модуля позволяет адаптировать преобразователь под требуемую мощность электродвигателя.

Управление инвертором производится от микроконтроллера. В него записана программа, позволяющая производить настройку контуров регулирования, выбирать вид датчика положения ротора, настраивать тепловую защиту инвертора и двигателя, обмениваться информацией с органами управления по CAN шине.

На данный момент разработанный блок управления применяется на маломерном судне, участвующем в соревнованиях «Солнечная регата» [3]. Автономность лодки обеспечивается двумя солнечными панелями и бортовым аккумулятором. В качестве исполнительного двигателя используется синхронная машина с возбуждением от постоянных магнитов. Испытания энергосистемы проводились в ходе заездов на скорость, маневренность и выносливость. В общем зачете команда нашего университета заняла второе место. Этот результат подтверждает надежность и эффективность разработанного тягового электропривода.

Библиографический список

1. Ануцин, А.С. Системы управления электроприводов. Учебник для вузов / А.С. Ануцин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. - 373 с.

2. **Багрецов, И.В.** Интеллектуальный транзисторный инвертор напряжения для низковольтных двигателей переменного тока. Актуальные проблемы электроэнергетики. сб. ст./ И.В. Багрецов, И.Е. Бердников, А.О. Кечкин, А.П. Слuzов, А.В. Шахов. – Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2018
3. **Слuzов, А.П.** Модернизация электрооборудования гоночной лодки для «Солнечной регаты». Будущее технической науки: тез. докл. XVII Международной молодежной научно-техн. конф./ Слuzов А.П., Бердников И.Е., Кечкин А.О., И.В. Багрецов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018

УДК 621.039

СМЕТАНИН Т.Р., ГУРЬЕВА Е.А., АНДРЕЕВ В.В.

РАЗРАБОТКА ЖИВОГО ДОЗИМЕТРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ионизирующее излучение (ИИ) потенциально опасно для человеческого организма. При больших дозах ИИ может вызывать серьезные поражения тканей, рак или индуцировать генетические дефекты [1]. Отсутствие у человеческого организма способностей к детектированию ИИ делает особенно актуальным работы по изучению различных способов детектирования излучения. Приборы, осуществляющие детектирование ионизирующего излучения, называются детекторами и подразделяются на несколько видов в зависимости от способа работы [1,2]. Однако детекторы могут осуществлять только детектирование различных ионизирующих излучений, но не дают информации о мощности и дозе излучения, что особенно важно при необходимости определения продолжительности выполнения работ в условиях ИИ. Для получения более полной информации о излучении источника ИИ используют дозиметры. Целью нашей работы было создание альтернативного, «живого» дозиметра, основанного на реакции некоторых живых организмов на ионизирующее излучение для его количественной оценки. В основе работы этого биологического («живого») детектора лежит влияние ионизирующего излучения на культуру дрожжей-сахаромицетов - *Saccharomyces cerevisiae* (пекарских дрожжей). Даже при краткосрочном воздействии ИИ малой мощности, в колонии дрожжей начинают погибать отдельные клетки и характеристики процесса жизнедеятельности колонии будут меняться.

Количество выживших и погибших от ИИ клеток дрожжей можно определить, основываясь на следующем: в процессе своей жизнедеятельности клетки дрожжей поглощают питательные вещества и выделяют углекислый газ. Количество живых клеток дрожжей в колонии будет определять количество произведенного ими углекислого газа. При попадании в воду углекислый газ, после превращения в угольную кислоту и последующего распада ее, будет изменять (уменьшать) сопротивление раствора, что можно определить количественно потенциометром. Таким образом, сопротивление воды будет служить показателем количества выделенного углекислого газа, а, следовательно, и показателем количества погибших от ИИ клеток дрожжей. Была сконструирована установка, позволяющая определять сопротивление воды после растворения в ней углекислого газа, на которой были проведены эксперименты с облученными клетками дрожжей. Эксперименты по облучению были проведены в лаборатории «Защита от ионизирующих излучений», в качестве источника ионизирующего излучения был выбран гамма-источник Co-60 типа ГИК 2-9 с активностью $2,38 \cdot 10^{-2}$ Ки. В итоге были получены зависимости сопротивления воды от поглощенной клетками дрожжей дозы ИИ.

По результатам выполненных работ можно сделать вывод о возможности экспериментального определения количественной связи между дозой ИИ (количеством выживших после облучения клеток дрожжей) и сопротивлением раствора электролита, образующегося при барботировании углекислого газа, произведенного клетками дрожжей через слой воды в измерительной установке.

Библиографический список

1. **Ершов Э.Б.** Радиационная гигиена. Словарь основных терминов. /Э.Б.Ершов, –СпбЮ:БИНОМ,2005.–26 с.
2. **Пивоваров Ю.П.** Радиационная экология/Ю.П. Пивоваров, - М.:Издательский центр "Академия",2004, - 239 с.

УДК 621.74.01.

ЧВАНОВА Л.А., БЫСТРОВ К.А., ЕГОРКИН О.В., ХАУСТОВ А.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВНЕДРЕНИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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

В последние годы активно развиваются аддитивные технологии и уже накоплено множество технологий аддитивного производства. Одна из наиболее широко используемых – выращивание объемных объектов методом послойного построения изделия из расплавленной пластиковой нити (Fused deposition modeling, FDM). Наибольшее распространение 3D-печать получила в промышленном производстве.

Одно из направлений, где только начинает применяться 3D-печать, – это литье по выплавляемым моделям [1]. В рамках установившейся традиционной технологии работы по данному методу для подготовки формы используют воск и полимеры. Это требует дорогостоящего оборудования и материалов, высококвалифицированного персонала. Данной технологии также присущи большие трудозатраты и затраты времени, сложности с внесением изменений в готовую модель. Поэтому применение технологий 3D-печати, которые сводят до минимума перечисленные выше проблемы, является перспективным.

Следует отметить, что и применение 3D-печати без правильной предварительной подготовки 3D-модели также не дает ожидаемых результатов. При этом возникает неравномерность усадки отливки, неполное заполнение тонкостенных поверхностей из-за неполного выгорания пластика и скопление газов (пузырчатость). Это относится и к оборудованию. Так, проведенные авторами исследования показали, что для одной 3D-модели, получаемой на одном оборудовании с различными диаметрами сопла печатающей головки, вес модели различен. Оптимизации также подлежат и заявленные производителями параметры печати. Именно неправильная скорость печати в совокупности с температурой плавления PLA- пластика является причиной расслоения 3D-модели.

Таким образом, обсуждаемая технология способна заменить традиционную технологию, но недостаточно эффективна по своей себестоимости.

В рамках предварительных исследований процесса получения детали «Опора» авторами были проведены исследования по оптимизации всех этапов получения данной отливки. Так, согласно экспериментальным данным, подготовленному специалисту по обычной технологии в среднем необходимо 15 часов рабочего времени для получения модели, используемой для литья. Для 3D-принтера Ultimaker 2+ с установленным диаметром сопла в 0,4 мм время печати аналогичной модели составило 19 часов 30 минут. Данный результат свидетельствует в пользу традиционной технологии. Однако после оптимизации всех технологических параметров печати и правильной подготовке 3D-модели время печати составило 4 часа 27 мин. Эти данные показывают эффективность применения 3D-печати в литейном производстве.

Результатом данных исследований является сотрудничество с рядом предприятий Нижегородской области в сфере подготовки производственных процессов получения высокоточных отливок.

Библиографический список

1. А.Н. Хаустов, В.В. Глебов, Т.В. Рябикина. Исследование процесса 3D-печати для литья по выплавляемым моделям с целью определения ее режимов // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса: история, реальность, инновации: межвузовский сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции / Электрон. дан. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2017. – С. 172-176.

УДК 004.92

ШАПОШНИКОВА М.О., ДУДАКОВ Н.Ю.,
ТОМЧИНСКАЯ Т.Н., ФИЛИНСКИХ А.Д.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ: «ВИРТУАЛЬНАЯ АВТОШКОЛА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема аварийности, связанная с автомобильным транспортом, в последнее десятилетие приобрела особую остроту в связи с несоответствием дорожно-транспортной инфраструктуры потребностям общества в безопасном дорожном движении, недостаточной эффективностью функционирования системы обеспечения безопасности дорожного движения и крайне низкой дисциплиной участников дорожного движения.

Решением данной проблемы может стать предлагаемое приложение для мобильной платформы предназначенное, прежде всего для начинающих водителей и курсантов автошкол.

Рассматриваются три пути обеспечения безопасности дорожного движения.

1. Предварительный просмотр незнакомого участка пути с использованием расширенной реальности. Наведя камеру смартфона на карту города, например, на Яндекс карту, водитель может увидеть реалистичную модель конкретного участка дорожной инфраструктуры на экране смартфона со всеми знаками и разметкой.

2. С помощью погружения в виртуальную реальность [1] автомобилист может увидеть в стерео-режиме живую ситуацию произошедшего ДТП на конкретном участке реалистично смоделированной части конкретного города. Посмотреть данную ситуацию с разных точек зрения, как пострадавший, виновник или случайный свидетель и понять все причины данного происшествия.

3. Для курсантов автошкол предлагается система динамических тестов, выполненных на реально существующих участках с повышенной статистикой ДТП конкретных городов [2].

В ходе обучения в автошколах курсантам предлагаются статичные иллюстрации в книжке с тестами, которые дают обучающемуся время на раздумье, против динамической ситуации на дороге, в которой времени для принятия решения крайне мало. Предлагается система динамических тестов, выполненных на реально существующих участках с повышенной статистикой ДТП, рассмотренных на примере конкретного города. Во время прохождения динамического теста, на экране монитора непосредственно перед обучающимся отображается вид из машины с водительского места. Тестируемый может вращать головой по сторонам, как это происходит в реальной жизни. На каждом из участков, рассматривается несколько вариантов заданий, исходя из реального расположения дорожных знаков, разметки и возможных препятствий (например, других автомобилей, нарушающих правила, вследствие чего водитель может не заметить дорожный знак).

В результате реализации проекта планируется разработать мобильное приложение, реализующее функцию тестирования и обучения водителей в режиме виртуальной и расширенной реальности на примере дорожной инфраструктуры одного из районов Нижнего Новгорода

Библиографический список

1. Обучение Вождению в виртуальной реальности. / <http://top-butik.com/item/80-obuchenie-vozhdeniyu-v-virtualnojj-realnosti> [Электронный доступ] (последний доступ 26.04.2019)
2. **Дудаков, Н.Ю.** Разработка системы динамических тестов для начинающих и опытных водителей с применением технологий виртуальной и дополненной реальности / Н.Ю. Дудаков, И.Н. Мерзляков, А.Р. Ханнанов, Т.Н. Томчинская // Труды конференции Графикон-2017. 2017. - С. 308-311.

УДК 621.113

ЯКИМОВ М.О., ФИЛАТОВ-БОБРОВ Д.А., ГОНЧАРОВ К.О.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И СРАВНЕНИЕ С РАЗРАБОТАННОЙ СИСТЕМОЙ НА БАЗЕ НГТУ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА. ПРИМЕНЕНИЕ АСУДД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время все больше городов (как крупных, так и средних) стремятся перейти к адаптивному управлению транспортными потоками. Перспективы развития этого направления достаточно широкие, так как опытным путем доказано, что АСУДД - эффективна.

В НГТУ им Р.Е. Алексеева ведется работа по анализу эффективности внедрения АСУДД на участке УДС Нижнего Новгорода. Объектом исследования был выбран Т-образный перекресток на пересечения проспекта Гагарина и улицы Батумской. В ходе исследования был проведен анализ существующих систем АСУДД в мире, выявлены системы, которые позволяют увеличить пропускную способность дорог и перекрестков (табл. 1).

Таблица 1.

Существующие системы адаптивного управления транспортными потоками и их характеристики.

	BALANCE	MOTION	ITACA	RHODES	SCATS	SCOOT	UTOPIA	НГТУ
Метод оптимизации	ООВ	ООВ	ООВ	ООВ	ООП	ООД		
Интервал	5 мин	5-15 мин	Фаза/цикл/5 мин	Посе-кунд.	Цикл	Цикл/5 мин	3 с - цикл	5 мин
Уровень	Ц/Л	Ц/Л	Ц/Л	Ц/Л	Ц/Л	Ц/Л	Ц/Л	Ц/Л
Моделирование	Да	Да	Да	Да	Нет	Да	Да	Да
Время	Р, Тд, С, ПФ	Р, ДЦ, С, ПФ	Р, Дц, С	Р	Р, ДЦ, С	Р, Дц, С, ПФ	Р, ПФ	Р, Дц, С, ПФ
Гибкость	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да
Адаптивные операции	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да
Взаимосвязь с другими системам	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да (частично)	Да

Примечания:

Интервал времени для внедрения нового времени сигналов.

Уровень: Л = локальный; Ц = централизованный.

Под моделированием понимается использование макроскопических, мезоскопических и микроскопических моделей для оценки условий движения, которые в дальнейшем используются в качестве исходных данных для регулировки времени сигналов.

Время: Р = разбивка; ДЦ = длина цикла; С = сдвиг; ПФ = последовательность фаз.

Гибкость. Для некоторых СВУ (например, SCOOT, SCATS) необходимо всю охватываемую область разбить на те области или подсистемы перекрестков, которые обычно нуждаются в координации. В таком случае пограничные одной подсистемы

могут иногда выиграть от исключения их из текущей системы и присоединения к соседней подсистеме.

Адаптивные операции. Под этим понятием подразумеваются общие операции по адаптивному управлению, выполняемые локальными контроллерами.

В данный момент в НГТУ им Р.Е. Алексеева разрабатывается алгоритм модели умного светофора, система которого способна повысить пропускную способность дорог на 15-20%, увеличить среднюю скорость движения на 7-10%.

Система «Умный светофор» НГТУ предназначен для повышения пропускной способности перекрестков с помощью динамического управления сигналами светофора. Предполагается, что система будет состоять из контроллеров, камер и датчиков, которые в режиме реального времени оценивают загруженность перекрестков и регулируют режим работы светофора. Исходными данными к работе системы являются - природный, сезонный, временной факторы, а также скорость движения, количество ТС, наличие ДТП. Эти данные имеют влияние на ряд математических вычислений, в результате которых формируется длительность цикла светофора, промежуточные и основные такты. Операция пересчета значений повторяется каждые 5 минут.

Особенность разработки состоит в создании автономной системы управления дорожным движением «Умного светофора» на российской компонентной базе и замещении импортных аналогов.

В разрабатываемой системе будет учитываться зависимости, предложенные в отраслевом методическом документе Росавтодора: ОДМ 218.6.003-2011. На основании этой методики рекомендуется рассчитывать оптимальный цикл светофора по формуле:

$$T = \frac{1.5T_n + 5}{1 - Y}$$

где T_n – сумма всех промежуточных тактов; Y – суммарный фазовый коэффициент перекрестка.

Промежуточный такт рассчитывается как:

$$T_n = \frac{v_a}{7.2a_t} + \frac{3.6(l_i + l_a)}{v_a}$$

где v_a – средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к пересечению и в его зоне без торможения (с ходу), км/ч; a_t – среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала (для практических расчетов $a_t = 3 \div 4$ м/с²); l_i – расстояние от стоп-линий до самой дальней конфликтной точки, м; l_a – длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

В 2018 году было проведен замер режимов работы светофоров на исследуемом участке УДС. По зависимостям Росавтодор получены теоретические оптимальные значения параметров, представленных в таблице 2.

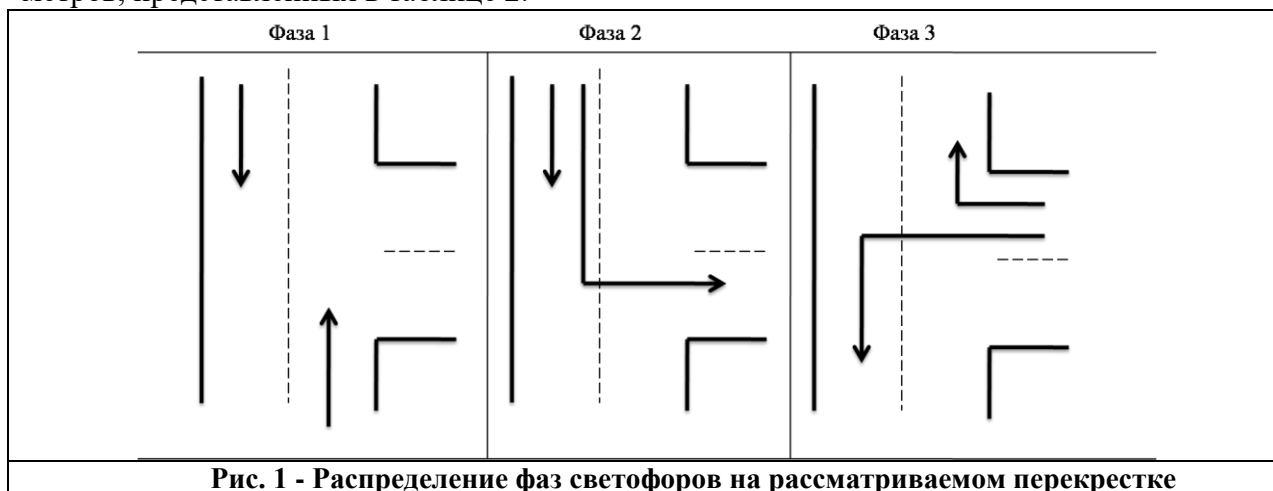


Рис. 1 - Распределение фаз светофоров на рассматриваемом перекрестке

Таблица 2.

Сравнение параметров длительности фаз исследуемого перекрестка

	До оптимизации	После оптимизации по формулам Росавтодора
Цикл светофора	97 сек.	141 сек.
Фаза 1	57 сек.	113 сек.
Фаза 2	13 сек.	9 сек.
Фаза 3 (+ пешеходы)	27 сек.	19 сек.

Применение существующих, а также усовершенствованных зависимостей расчета ведет к улучшению транспортно-дорожной ситуации на участке УДС. При широком внедрении системы АСУДД светофоры способны будут не только определять оптимальные значения времени проезда в данный момент, но и прогнозировать их на ближайший период..

ТЕХНИКА В СОЦИАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

УДК 1/14. 001.167

АБУЗЯРОВ Т.Х., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ РОЛЬ ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ИЗУЧЕНИЮ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Освоение истории науки и техники – важнейшая составляющая подготовки инженера. Историко-научная составляющая, переплетаясь с философско-методологической частью магистерских дисциплин и аспирантским курсом «История и философия науки, – позволяют ориентироваться в электроэнергетической отрасли, оценивая тенденции и перспективы ее развития [1, с.191]. Опыт предшествующих поколений, включающий ретроспективный взгляд на ключевые события отрасли, – это «территория», позволяющая «охватить» коммуникации, пригласив в единое мыслительное пространство задействованных в них субъектов прошлого и настоящего. Осмысление этого опыта, в том числе и его нереализованных возможностей, полезно всем, кто уже начал профессиональную деятельность. История – ключ к разгадке настоящего и будущего; технонаука не есть исключение: погружение в исторические сценарии может инициировать исследования в сфере современной электроэнергетики.

В большинстве общеобразовательных программ изучение истории любой научной дисциплины представляет сборник фактов и изобретений, линейно расположенных в единый временной ряд, связанных между собой логическими временными связями. Понятие науки, выведенное с помощью *кумулятивного подхода*, носит чисто ознакомительный характер, не всегда соответствуя реальной научно-исследовательской практике. В жизни науки, как и вообще в жизни, вероятно, преобладает *эволюционистский подход*, что наряду с линейными восхождениями включает и элементы нисхождения, связанные с невозможностью реализовать нечто, опережающее время, остающееся за гранью понимания современников. При данном подходе некоторые концепции – можно назвать мифами или заблуждениями. Однако некоторые из них использовали те же методы и обоснования, что и современные научные знания. В свою очередь, если все их называть научными, то неизбежны противоречия с наукой и ее методами. Возникающие при традиционных философско-методологических подходах противоречия, в некоторой степени, разрешаются при замене кумулятивной модели развития науки *антикумулятивистской, или парадигмальной моделью*, предложенной в 1962 г. Томасом Куном в работе «Структура научных революций» [2].

Рассуждая о генезисе и эволюции электротехники через призму парадигмальной модели развития науки, необходимо учесть некоторые особенности, связанные с применением этого подхода к дисциплине, во-первых, являющейся технической [3, с. 62], а во-вторых, имеющей не столь продолжительную историю, как, например, астрономия или механика. Принимая во внимание последнее, можно признать неудивительным тот факт, что, впервые установившись, парадигма в электротехнике не сменялась другими, как это было с переходом от геоцентрической системы Птолемея к гелиоцентризму Коперника в астрономии, од-

нако, становясь автономной дисциплиной, претерпевала значительные изменения и дополнения. Причем, вопрос о демаркации научного знания от ненаучного при парадигмальном подходе становится менее острым, чем при кумулятивном подходе, ибо парадигма «схватывает» соответствие конкретному временному отрезку ее существования.

Последующая проработка альтернативных философско-методологических подходов к изучению истории развития электротехники [4] способствует более глубокому пониманию текущего уровня развития отрасли, анализу актуальных проблем и синтезу их оптимальных решений, включая и альтернативные источники развития энергетики.

Библиографический список

1. Михайлова, Т.Л. О концептуальных основаниях магистерского курса «История и методология науки и техники в области электроники: обобщение опыта» // Философия науки и техники в России: вызовы информационных технологий: сборник научных статей; М-во науки и образования РФ, Вологодский гос. ун-т; под общей ред. Н.А. Ястреб. – Вологда: ВоГУ, 2017. – С.191-194.
2. Кун, Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
3. Михайлова, Т.Л. От модели Т. Куна – к конструированию концептуальной истории науки, или об одном учебном проекте // Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, социуме: сборник научных статей; под общей ред. И.Т. Касавина, А.М. Фейгельмана. – Н.Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, 2017. – С. 62-65.
4. История электротехники; под ред. Академика РАН и АЭН РФ И.А Глебова. – М.: Издательство МЭИ, 1999. – 524 с.

УДК 025.4.03

АФАНАСЬЕВА М.Г., ТЕРЕХИНА О.А., МАКОВЕЕВ Н.В., ЦЕЛИЩЕВА С.С.

ОПЫТ ПОДКЛЮЧЕНИЯ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ К ЗАРУБЕЖНЫМ РЕФЕРАТИВНЫМ БАЗАМ ДАННЫХ В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПОДПИСКИ

АО «ОКБМ Африкантов»

В 2018 году специалистами АО «ОКБМ Африкантов» (ОКБМ) реализована инициатива по участию в национальной подписке на базы Web of Science и Scopus. Это реферативные базы данных патентов и публикаций в научных журналах, позволяющие на высоком уровне выполнять подборку литературы в рамках патентных исследований, а также отслеживать показатели публикационной активности.

Национальная подписка – это проект Минобрнауки России, созданный в 2004 году с целью обеспечения информационной поддержки научных и образовательных учреждений. В рамках национальной подписки организован лицензионный доступ к ведущим зарубежным научным ресурсам: полнотекстовым и фактографическим базам данных и базам данных индексов научного цитирования. Подключение осуществляется при помощи оператора, в роли которого в настоящее время выступает Государственная публичная научная библиотека (ГПНТБ) России.

Рыночная стоимость подписки для организации составляет ~5 млн руб. Национальная подписка оформляется для организаций на безвозмездной основе.

Главным условием подключения к национальной подписке является статус научной организации. Несмотря на то, что ОКБМ по основному виду деятельности является промышленным предприятием, научная деятельность играет в жизни компании существенную роль.

Процедура подключения к национальной подписке состояла из следующих этапов: регистрация компании на сайте Федеральной системы мониторинга научных организаций (ФСМНО), заполнение данных отчетной формы, утверждение заполненной формы представителем вышестоящей организации и одобрение Минобрнауки, подписание сублицензионных соглашений.

Регистрация компании в Федеральной системе мониторинга научных организаций заключалась в заполнении электронной онлайн-формы данными на основе учредительных документов.

Далее была организована подготовка отчетной формы, включающей комплекс данных по различным направлениям деятельности предприятия.

В течение года была проведена работа по сбору отчетных данных у профильных служб организации, согласованию заполненной анкеты с Госкорпорации «Росатом» и Минобрнауки.

Сложности выполняемой задачи были связаны, прежде всего, с необходимостью правильно соотнести показатели, учет которых ведется ОКБМ для формирования отчетности перед вышестоящими организациями, с показателями отчетной формы ФСМНО. В ходе ряда переговоров с представителями ФСМНО и ответственным сотрудником от вышестоящей организации, отчетные данные ОКБМ были адаптированы для корректного заполнения отчетной формы.

После успешного прохождения всех этапов процедуры подключения к национальной подписке и сообщения о получении бесплатного доступа, сотрудники ОКБМ – разработчики реакторных установок и оборудования проявили высокий интерес к данным ресурсам. Таким образом, национальная подписка позволила обеспечить проработку более двух десятков тем для информационного поиска по поступившим от разработчиков запросам.

УДК 16 / 174

БАРАНОВ Д.В.

ФИЛОСОФИЯ И ЭТИКА ВИРТУАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ: «ТЕРРИТОРИЯ» ОБСУЖДЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Внедрение IT-технологий приводит к формированию нового технологического уклада, определяющего новые конфигурации человеческого бытия. По мнению М. Кастельса, «обработка и передача информации стали фундаментальными источниками производительности и власти» [1, с.77]. Информация как исходная клеточка социальности, – основа информационно-технологической парадигмы. Приведем обоснования. Во-первых, *информация* – сырьё парадигмы; перед нами технологии для воздействия на информацию, а не информация для воздействия на технологию. Во-вторых, всеохватность эффектов новых технологий, влияющих на природу человека. В-третьих, сетевая логика систем и отношений внутри них, инициирующих обсуждение проблем организационной сложности. В-четвертых, гибкость, несущая «репрессивную тенденцию». В-пятых, растущая *конвергенция технологий* в высоко интегрированной среде, породившая феномен NBICS.

Реализацией *информационно-технологической парадигмы* становится феномен электронного бизнеса, приобретающего все большее значение. Эта форма работы организаций снижает ряд затрат, свойственных традиционным формам предприятий, но несет проблемы, для решения которых следует изучить философские и этические основания.

Философия управления зародилась еще в Древнем Китае; в частности, известны школы: конфуцианство, даосизм, «законники» (Шан Ян) [2]. Конфуцианцы делали акцент на нравственном воспитании, соблюдении ритуала, приближении к образу «благородного мужа». Власть – обладательница «мандата Неба», при отрицании ею нравственных норм предусматривалось право народа на восстание. В даосизме акцент с внешнего поведения перемещен на душевное состояние («неделание»), выжидание. У Шан Яна власть – над нормами морали. В европейской мысли есть четыре концепции власти: а) волюнтаристская, концептуальный узел которой связан с понятиями «общественный договор» и «социальный атомизм»,

б) герменевтическая (коммуникативная), в) структуралистская (власть как способность действовать), г) постмодернистская, в которой главное – язык и символ.

Среди философских аспектов выделим теорию социальных систем. Рассмотрение организации невозможно без *системного подхода*, исследование виртуальной организации предполагает обращение к системному подходу в его современных версиях [3]. Среди исследователей в этом направлении отметим Р. Акоффа и Н. Лумана. Р. Акофф – один из основателей теории систем, хотя он же признал ее частичную несостоятельность. Н. Луман развил теорию автопоэзиса с понятием генерализированных кодов, характеризующих систему. Например, в науке код – это истина, в искусстве – красота, в экономике – выгода [4]. Среди мыслителей, изучавших социальные системы, отметим А.А. Зиновьева, заговорившего о нравственных проблемах информационного общества [5]. Например, глобальная слежка, подмена человека машиной во всех сферах, в том числе, творчестве. В ответ на эти вызовы Г. Леонгард предлагает создать глобальный совет ученых по контролю за технологиями [6, с. 240-242]. *Электронный бизнес*, становящийся реальностью, инициирует становление *прикладной этики* – направления, подтверждающего *футурологические прогнозы* и без которого его развитие становится проблематичным.

Библиографический список

1. **Кастельс, М.** Информационная эпоха: экономика, общество и культура / Пер. с англ. под науч. ред. О. И. Шкаратана. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с.
2. **Искусство управления;** сост., пер., вступ. ст. В.В. Малявина. – М.: Астрель, АСТ, 2003. – 432 с.
3. **Михайлова, Т.Л.** [Новая системная парадигма как методологическая основа управления социальными и информационно-коммуникативными системами // Вестник НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Серия: Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. 2009. № 1. – С. 6-20.](#)
4. **Луман, Н.** Общество как социальная система; пер. с нем. А. Антоновского. – М.: Логос, 2004. 232 с.
5. **Зиновьев, А.А.** Глобальный человек. – М.: Изд-во Алгоритм, Эксмо, 2003. – 448 с.
6. **Леонгард, Г.** Технологии против человека / Герд Леонгард; пер. с англ. А.О. Юркова, М.Ю. Килина. Г.Ю. Глазкова, предисловие М. Федорова. – М.: Аст, 2018. – 320 с.

УДК 16.101.004

БЛИНКОВ А.В., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ПРОЕКТ КАК ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОНАУКИ, ИЛИ О «ФЕНОМЕНОЛОГИИ ЖИЗНИ ИНЖЕНЕРА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность выбранной темы бесспорна: она обусловлена очевидным фактом, суть которого состоит в конституирующей роли инженерной деятельности, благодаря чему и создается современное общество. Все, чем пользуется человек, весь мир искусственного как репрезентант созданной среды, – все это есть результат постоянно изменяющейся инженерной деятельности и ее организационных форм. Собственно, последнему аспекту инженерной деятельности – ее организационным формам, посвящены эти тезисы. *Наша задача* – артикуляция изменений, составляющих существо феномена науки на ее современном этапе, именуемом технонаукой, этим сравнительно недавно возникшим феноменом, изменившим конфигурации науки и инженерного творчества.

Процессы дифференциации и интеграции научного знания, будучи типичными для всей науки, пронизывают и технoзнание, влияя на инженерную деятельность. В частности, проектная организация технонауки, ставшая популярной в последнее десятилетие, есть следствие осуществления такого рода интеграции. Влияние, оказываемое проектной формой организации технонауки на современную инженерную деятельность, факторы, из которых она складывается, – есть тот островок знания, который не может не притягивать внимание маги-

стров инженерных специальностей. Этот интерес фокусируется вокруг того, что словами Бруно Латура, называется *феноменологией жизни современного инженера*.

Современный проект как конструирование искусственной реальности включает различные виды инженерных разработок, научных исследований и методологических программ. Один и тот же проект нередко есть предмет деятельности специалистов различных областей науки, техники и социальной практики, объединенных в множественные группы, для разработки конкретных задач. Поэтому координация различных аспектов инженерной деятельности является важной научной, технической и организационно-управленческой задачей. При этом, возникает совершенно неожиданный вывод при таком подходе, а именно: все актанты, будь то микробы, люди как субъекты проекта, реактивы, технические установки и приборы – имеют совершенно одинаковый статус действующих лиц. «С точки зрения разработчиков, инженеров и наладчиков производства, гибель подопытных свинок, нехватка оборудования, внезапный уход инвестора, общественные протесты против разработок или потеря актуальности текущих исследований имеют одни и те же последствия – конец проекта» [1, с.11-12]. Поэтому все множество факторов в феноменологии жизни современного инженера имеют один *онтологический статус*. Говоря языком *акторно-сетевой теории*, их можно уравнивать как *элементы одной сети*, сплетения которой и образуют «ткань» проекта, его удачу или неудачу. Результат проекта – это задача, стоящая перед инженерами и разработчиками, становящимися на определенных этапах проекта менеджерами или социологами. Таковы реалии времени: чтобы инновация стала инновацией, требуется выход производимого изделия в серийное производство, а это предполагает учет привлекательности производимого продукта или услуги, что невозможно без изучения целевой аудитории, начинающейся с ее мысленного представления и отождествления с ней.

В новом *прагматическом* мире актуализируется успех запуска разработки, а не абстрактный вопрос относительно статуса ее элементов: имеют ли они «человеческий» или «природный» характер. Мишель Каллон, один из представителей акторно-сетевой теории, первым описал эту особенность, когда он приводил примеры из интересующей нас электроэнергетической отрасли.

При исследовании проблемы столкновения электроэнергетической монополии EDF и заводов «Рено» в 1970-е годы относительно реалистичности создания электромобиля под названием VEL, Каллон заметил, что «инженеры и той, и другой компании были как бы стихийными социологами, имеющими свои представления о том, как работает или как должно работать общество» [1, с.11]. Инженеры обоих предприятий свободно переходили с политических на технические аргументы несколько раз в течение одного спора; причем, апелляции к вещам только помогали им решить разногласия по поводу социальных процессов. Последнее как раз инициирует интерес магистров к смежным массивам знаний, т.е. к социально-гуманитарным знаниям, без которых, оказывается, сложно понять природу инноваций, составляющих атрибут технонауки.

Пример со спором инженеров EDF и «Рено» показывает, как сформировалась традиция исследования того, что можно назвать феноменологией жизни инженера. Кроме того, он учит нас, будущих инженеров, пониманию осознания связанности всех массивов знаний в условиях реальности проекта, когда интенция на прагматику есть «нерв» проекта, пульсация которого и составляет жизнь современного инженера в его многоликих ролях повседневности проектной деятельности.

1. **Латур, Б.** Наука в действии: следуя за учеными и инженерами внутри общества; пер. с англ. К. Федоровой. – СПб: Изд-во Европейского ун-та в Санкт-Петербурге, 2013. – 414 с.

НАНОХИМИЯ КАК РАЗДЕЛ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ – ЧЕРЕЗ РЕФЛЕКСИВНОЕ ОСМЫСЛЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В КЛАССИЧЕСКОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ И КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В XX веке возникает *междисциплинарная область науки*, впоследствии названная «нанонаукой». Ее появление связывается с лекцией «Там внизу полным полно места: приглашение в новый мир физики» [1], прочитанной в Калифорнийском технологическом институте в 1959 г. Ричард Фейнман предположил возможность механического перемещения одиночных атомов с помощью манипулятора соответствующего размера, обозначив, что такой процесс, как минимум, не противоречит известным физическим законам. Позже возникает *термин «нанотехнология»*, автор которого – Норио Танигучи, в 1974 употребивший этот термин для производства изделий в несколько нанометров [2].

Сегодня общепринятого значения термина «нанотехнология» нет. «В самом термине «нанотехнология» заключено известное противоречие. Исследования и разработки по проблемам нанотехнологии объединяют ученых самых различных отраслей знаний: от физики и химии до биологии и медицины. А в результате, безусловно, нанотехнология обладает статусом науки» [3]. Таким образом, нанонаука является *де факто наукой*, так как она есть плод мысли ученых, занимающихся фундаментальными и прикладными проблемами нанометровых материальных структур. Химические аспекты в рамках данной проблематики можно определить как «*нанохимию*».

Другими словами, нанохимия – это раздел нанонауки [4], связанный с получением и изучением физико-химических свойств частиц размером нескольких нанометров или десятков нанометров. Необходимо отметить, что в некоторой области химических объектов нельзя отличить нанохимию и еще одну современную область химии – *супрамолекулярную химию*, понятие которой ввел Жан Мари Лен в 1978 г. [5, 6], поскольку они зачастую изучают одни и те же объекты, характерной черта которых – размерные эффекты наноуровня [7]. Одна из приоритетных задач нанохимии – установление связи между размером наночастицы и ее свойствами [8]. И эта мысль является ключевой: химические свойства частиц, зависящие от их размера, – это идея, уходящая *к онтологии античных мыслителей* [9]. Поэтому представляет философский интерес рассмотрение развития этой идеи – от античности до современности, когда ситуация в химии на рубеже XX–XXI веков, характерной чертой которой являются размерные эффекты наноуровня, подобна ситуации рубежа XIX–XX веков, когда зародилась квантовая механика, характеризующаяся исследованием размерных эффектов [7]. Заметим, что хотя логично последовательное развитие, в действительности история этой мысли была прерывистой. Исчезнув в период создания современной атомистики, идея о зависимостях химических свойств от размера частиц возвращается в химию лишь на стыке с нанонаукой, используя фактически разработанную для коллоидной химии теоретическую базу. Становление нанохимии как науки невозможно не только без учета ее *междисциплинарного характера*, но и без ее влияния на современный быт и текущую научную парадигму. Движущей силой всего этого является давняя мечта химиков, связанная с возможностью создания материалов, обладающих заданными свойствами, подходящими для решения абстрактной конкретной задачи. Поэтому, если задать вопрос: «Есть ли у нанохимии будущее?», – ответ на него: «Да, и не просто как сущая неоспоримая социальная данность, а как *действительная фундаментальная область науки*». Следовательно, и будущее нанохимии должно быть таким же, как и у любой другой фундаментальной науки, с ее техническими и идейными плодами и возможностью глобального переосмысления в рамках очередной научной революции.

Библиографический список

1. **Фейнман, Р.Ф.** Внизу полным полно места: приглашение в новый мир физики // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI. – № 5. – С. 4–6.
2. **Taniguchi, N.** On the Basic Concept of Nanotechnology. Proceedings of the International Conference on Production Engineering. – Tokyo.: Japan Society of Precision Engineering. – 1974. – P. 18–23.
3. **Горохов, В. Г.** Нанотехнология – новая парадигма научно-технической мысли // Высшее образование сегодня. – 2008. – № 5. – С. 36–41.
4. **Сергеев, Г.Б.** Нанохимия. – М.: Изд-во МГУ. – 2003. – 288 с.
5. **Волков, В.А.** Выдающиеся химики мира / В.А.Волков, Е.В. Вонский, Г.И. Кузнецова. – М.: Высшая школа. – 1991. – 656 с.
6. **Lehn, J.M.** Cryptates: inclusion complexes of macropolycyclic receptor molecules // Pure Appl. Chem. – 1978. – V. 50. – № 9–10. – P. 871–892.
7. **Курашов, В.И.** Супрамолекулярная и нанохимия: философско-методологический анализ // Философия науки и техники. – 2018. – Т. 23. – № 1. – С. 79–87.
8. **Князев, А.В.** Нанохимия: электронное учебное пособие / А.В. Князев, Н.Ю. Кузнецова. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – 101 с.
9. **Чанышев, А.Н.** История философии Древнего мира: Учебник для вузов. – М.: академический проект. – 2005. – 608 с.

УДК 001.167/168

КАЛЯМИН И.В., МИХАЙЛОВА Т.Л.

СИСТЕМНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ ЭКСТЕРНАЛИЗМА

АО «НПП «Полет», НГТУ им. Р.Е. Алексеева

За последнее десятилетие в России произошел скачок прикладных знаний в сфере инженерных наук, что проявляется в прорывном развитии производства радиоизделий и их компонентной базы. Вошедшие в жизнь гаджеты, пролонгирующие наши органы чувств и изменяющие человеческую чувственность, тоже влияют на формирование новых предложений для радиопромышленности. Технологические достижения, сформировавшие привычки потребителей вследствие быстрого обновления технологий, геополитическая ситуация, обусловленная действиями «партнеров» России, – «бросают» новые вызовы, выдвигая иные требования к производству радиотехническим системам.

Для научно-производственных центров, большую часть заказов которых составляет ВПК, создается прецедент доминирования экстернализма, согласно которому внешние факторы приобретают особую роль, становясь детерминантами создания новейших сложных радиосистем. Выделение средств на выполнение узко профильных научно-исследовательских работ, в связи с экономическим кризисом 2010 года, было сокращено. При этом у заказчика уже сформировано представление о том, что он хочет, на основе увиденного, услышанного и «навыков из повседневного быта». Таковы реалии технонауки, учитывающей потребителя как заказчика, его потребности и предпочтения.

Создание таких систем невозможно без применения системного подхода, его современных версий [1]. Разрабатываются сложные модели и алгоритмы с использованием математических методов и компьютерного моделирования. Актуализировалось использование многоуровневых, саморегулирующихся (адаптивных) технических систем, требующих минимального вмешательства человека и исключаящих его субъективное влияние. Радиотехническая система – совокупность совместно действующих элементов, имеющих прямые и обратные связи. Системы характеризуются упорядоченностью, в свою очередь, элементы отвечают за строго отведенные им функции. Сбой в работе отдельного элемента может откликнуться на всей системе в целом, приводя к критической ошибке и даже к ее выходу из строя.

С увеличением выполняемой функциональности усложняется структура системы. Полностью контролировать или просчитать поведение системы не представляется возможным по ряду объективных факторов. Однако для пользователя свойственен житейский прагматизм. Требуется новые конструктивные решения, способные исключить проблемы, одновременно обладающие простотой в использовании. *Бинарная оппозиция «простота – сложность»* становится инструментом анализа [2; 3]. Сложность – это не только многосоставность, но и многофункциональность. Сложность ложится на плечи разработчика, простота – результат его работы.

Для реализации указанной концепции идеологией является построение строго иерархической трехуровневой структуры (системы). Первый уровень состоит из приемопередатчиков, отвечающих за формирование сигналов, на которых передается информация в канале связи и осуществляется его прием. Второй уровень – устройство управления, корректно разводящее потоки информации до непосредственных получателей. Третий уровень – компьютер или пульт с программным обеспечением, визуализирующий полученную информацию, либо дающий возможность прослушать ее. Только совместно функционируя, три уровня образуют целостную систему с соответствующим внутренним функционалом.

Таким образом, в современных условиях использование принципа системности – это безальтернативный инструмент достижения многофункциональности радиотехнических систем, конструирование которых есть ответ на вызов сложного мира.

Библиографический список

1. Михайлова, Т.Л. Новая системная парадигма как методологическая основа управления социальными и информационно-коммуникативными системами // Вестник НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Серия: Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. 2009. № 1. – С. 6-20.
2. Груздева, Ю.А. Бинарная оппозиция «сложность – простота» как методологическое основание технического инструментария / Ю.А. Груздева, Т.Л. Михайлова // Будущее технической науки. Сборник материалов XV международной молодежной конференции. 2016. – С. 600-601.
3. Михайлова, Т.Л. Бинарные оппозиции системного конструкта / Т.Л. Михайлова. – Автореферат дисс... канд. филос. наук по специальности 09.00.01 – онтология и теория познания. – Н.Новгород, 2008. – 26 с.

УДК 140.8:004.8

КЛОЧКОВА Н.С., КОРОВИНА Е.В.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Научно-технический прогресс не стоит на месте, высокие технологии и их информационные носители все больше влияют на процессы производства, вытесняя трудоемкие и сложные, а также монотонную физическую деятельность, тем самым давая возможность человеку совершенствовать самого себя, развивать новые культурные формы.

Среди инновационных исследований и технологий большое внимание уделяется искусственному интеллекту, присутствие которого можно найти во всех сферах жизни: медицина, тяжелая промышленность, транспорт, онлайн и телефонные поддержки клиентов, компьютерные игры и другое. Меня, как студентку технической специальности, интересуют не только вопросы использования на производстве, но и его влияние на жизнь общества.

Цель данных тезисов показать неоднозначность использования искусственного интеллекта в решении общественных проблем: с одной стороны, несомненную пользу (об этом говорилось ранее), с другой – социальные последствия для общества.

Наряду со всеми положительными сторонами использования искусственного интеллекта людей охватывает тревога по поводу возможной безработицы и необходимости постое-

янного повышения квалификации, переобучения. Ведь темпы автоматизации постоянно растут, а программное обеспечение становится с каждым днём всё лучше. По мнению современных учёных, в течение пяти ближайших лет внедрение искусственного интеллекта и роботов может привести к тому, что в пятнадцати государствах с более развитой экономикой будет сокращено около пяти миллионов рабочих мест, предназначенных для людей.

Второе следствие носит глобальный, философский и морально-этический характер – это опасность использования искусственного интеллекта против общества и культурных аспектов. Людям, которые хотят быть захватчиками машинное обучение дает много новых инструментов, как любая технология, как в свое время открытие атома дало атомную бомбу. Все зависит от того, какую задачу нужно поставить перед искусственным интеллектом. Если задача состоит в истреблении человечества, то он хорошо с этим справится, даже лучше, чем сами люди. Поэтому можно сказать, что опасность связана не с самим искусственным интеллектом, а с тем, кто его создает. На этот счет существует два мнения, одно из которых гласит, что в связи с высокой угрозой использования искусственного интеллекта против людей следует отказаться от таких новшеств, но такая позиция, по нашему мнению, неправильна. В качестве аргумента сомневающимся в полезности искусственного интеллекта хочется процитировать слова американского программиста М. Цукерберга: «Любая технология может быть использована как во благо, так и во зло. Люди, которые борются за то, чтобы замедлить развитие индустрии искусственного интеллекта, выступают против создания более безопасных автомобилей или против того, чтобы врачи быстрее и точнее ставили диагноз».

Эти опасения существовали и ранее, но в условиях относительно сбалансированных отношений в мировом сообществе, а также достаточно четко действовавших международных договоров и правовых норм, поддерживаемых международными институтами (ООН, ЮНЕСКО и другое), было вполне возможным воздействие этих международных институтов при достаточно мощной и однозначной поддержке мировой общественности.

В сложившейся ситуации мы не можем прогнозировать дальнейшие пути совершенствования искусственного интеллекта: возможно, развитие научных знаний и технологий создаст искусственный интеллект, который невозможно обернуть против Человека и Человечества. Не хотелось бы, чтобы эти вопросы оставались риторическими.

УДК 1/14.001.167

КОПЫЛОВ Р.Ю.

ЭВОЛЮЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ СТАНОВЛЕНИЯ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вызываемая к жизни экономической целесообразностью и привлекательностью повышения качества жизни, четвёртая промышленная революция несёт в себе риски возрастания нестабильности и возможного коллапса мировой системы, поэтому её наступление воспринимается как вызов, на который человечеству предстоит ответить.

С момента появления *homo sapiens* в эпоху раннего и среднего палеолита у наших предков начал развиваться головной мозг и логическое мышление. Логикой называют учение о последовательном и упорядоченном мышлении. Со временем начала развиваться наука, проект формирования которой – это отдельная тема [1, с.75-100]. Науку можно рассматривать либо как специфический вид знания, либо как вид деятельности, связанный с получением этого специфического знания. Наука – это когнитивная, познавательная деятельность. И человечество всеми силами пытается получить истинное научное ради максимизации всех возможных благ. Человечество подошло к тому, что началась абсолютизация только научно-технической стороны жизни людей в ущерб другим сторонам жизни. Со временем, люди поня-

ли, что полагаться на технику во всем не стоит, но было уже поздно. Но человек, естественно, уже не может отказаться от тех благ, что дает ему техника. Данный путь развития, возможно, тупиковый, и в нем нет перспектив. Это является сущностью кризиса техногенной цивилизации.

Сегодня среди основных энергоресурсов – нефть и газ – углеводородное сырьё. Однако в период ожидания возможности всемирного потепления, человечество вынуждено обратиться к экологически чистым источникам энергии. Сложность проблемы отказа от нефтепродуктов как источника энергии, загрязняющего окружающую среду, дефицитного и дорогого, связана с тем, что отрасли, включающие индустрии нефтеперерабатывающих заводов и транспортных средств, являются системообразующими для всей мировой экономики. Военная техника, транспорт, теплоэлектростанции, оборудование на заводах, системы отоплений – всё это в современном обществе в значительной мере работает на нефти и газе. Отказ от нефтепродуктов требует ломки индустриальной структуры государств, что является одним из главных, если не главным, тормозом развития альтернативных источников энергии.

НН. Моисеев говорит о том, что двадцатый век стал веком предупреждения. Бурный расцвет техники, появление радио и телевидения, ЭВМ, ядерная энергетика, выход в космос, генная инженерия и полимерные материалы – все это не только дало блага для человечества, но и принесло огромные проблемы. Образ жизни, само миропонимание человека изменилось, а самое страшное – человечество оказалось на грани самоуничтожения. Ситуация нахождения на грани всегда инициирует философскую рефлексивность, пробуждая интерес к предмету, инициируя междисциплинарный подход.

По мере укрепления новых идеалов и норм поведения, у человечества появляется реальная возможность изменить ход научно-технического развития человечества, смещая вектор в иную сторону, в том числе и в сфере энергетике. Сохранение существующей сейчас негуманной деятельностно-активистской стратегии развития науки и технологии приведет к *коллапсу планетарного масштаба*. Человек не должен забывать, что он не только использует природу, но и живет в ней, у него есть обязанности, которые необходимо исполнять – это забота о природе и о людях, живущих рядом с ним, включая созерцание и любование природой. Мы все-таки – особые существа, скроенные по законам *эстетического освоения мира* [2, с. 46-47], предполагающего двойственную природу человека.

Библиографический список

1. **Философские проблемы науки и техники** [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Багаев, А.С. Заладина, М.В. Заладина, В.О. Волкова, И.Е. Волков, В.М. Маслов, Т.Л. Михайлова, Е.Д. Шетулова, Г.А. Ширшин. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2017. – 198 с.
2. **Терентьева, И.Н.** Философия / И.Н. Терентьева, Т.Л. Михайлова. – Н. Новгород: Нижегородский гос. техн. университет им. Р.Е. Алексеева, 2013. – 182 с.

УДК 061.23

КРЮКОВА А.Д., КОМАНЕЦКИЙ А.В.

РОЛЬ МОЛОДЕЖНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ВУЗА В ПОДГОТОВКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В наше время трудно себе представить высшее учебное заведение без общественных организаций. Они призваны скрасить досуг студентов, предоставить им простор для самовыражения, сделать университетскую жизнь ярким незабываемым воспоминанием. Но какова же роль молодежных общественных организаций в подготовке технических специалистов? Могут ли они помочь раскрыться юным дарованиям?

Ответим на эти вопросы на примере реализации совместного проекта профбюро и студенческого совета ИРИТ - “IT-школа”, созданного на базе института радиоэлектроники и информационных технологий при участии ведущих IT-компаний региона.

Проект “IT-школа” призван развить профессиональные навыки студентов и ставит перед собой целью повышение уровня профессиональных компетенций молодежи на основании запросов предприятий Нижегородского региона в области информационных систем и технологий с учетом современных мировых тенденций развития IT и сокращение потребностей предприятий региона в высококвалифицированных специалистах в области IT.

Проект “IT-школа” создан на базе ИРИТ при участии ведущих IT-компаний региона и решает такие задачи, как:

- выявление потребностей в IT-компетенциях у молодежи;
- разработка и внедрение образовательных программ;
- создание условий для неформального общения;
- организация конкурса проектов в области IT.

Отличительная черта проекта - привлечение к образовательной деятельности ведущих специалистов IT-компаний региона. Участники образовательных программ проекта получили возможность бесплатно окончить курсы повышения квалификации по таким направлениям как: программирование на языках JAVA, C++, интернет вещей, графическим и мобильным технологиям. Лучшие студенты обрели возможность трудоустроиться в IT-компаниях на особых условиях. В рамках проекта созданы команды по направлениям деятельности, где студенты выполняют различные виды реальных работ под руководством опытных наставников.

Одной из неотъемлемых частей проекта “IT-школа” является IT-смена, проводимая в СОЛ “Ждановец”. На ней проводятся лекции, спикерами которых являются люди, работающие по разным IT-направлениям. “IT-смена” дает студентам представление о том, какой путь ждет их впереди и что нужно знать о будущей работе, а также позволяет побывать на “внутренней кухне” своей специальности. В 2018 году в рамках IT-смены при поддержке компании MERA, одного из ведущих разработчиков заказных программных решений для производителей программного обеспечения, прошел яркий спортивный фестиваль “Взгляд в будущее 2018”.

Безусловно, то обучение, которое ребята проходят в рамках IT-школы, влияет на будущее её участников. Команды IT-школы участвуют во всех конкурсах, проводимых между молодыми проектами, и получают высокую оценку, тем самым выделяясь среди остальных студентов. Уже сейчас число рекомендованных к зачислению в институт переподготовки специалистов превышает ожидаемое количество в 1,5 раза, что позволяет нам сделать вывод: общественные организации, оказывают позитивное влияние не только на досуг студентов, но и на их подготовку к работе по той специальности которую они для себя выбрали.

УДК 1/14. 174

ЛИХОДЕЕВ Н.М.

КАРТОГРАФИЯ ЭТИЧЕСКИХ ВЗГЛЯДОВ НА АЛГОРИТМИЗАЦИЮ В БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность выбранной темы обусловлена расширением области использования алгоритмических решений в рамках больших данных. В информационных обществах операции и решения, ранее выполняемые людьми, все чаще делегируются алгоритмам, которые могут давать советы или принимать решения, о том, как следует интерпретировать данные и какие действия следует предпринять в результате. Алгоритмы профилирования и классификации

определяют, как отдельные лица и группы формируются и управляются [1]. Системы рекомендаций дают пользователям указания о том, когда и как выполнять упражнения, что покупать, какой путь выбрать и с кем связаться [2]. Говорят, что алгоритмы интеллектуального анализа данных обещают помочь разобраться в возникающих потоках поведенческих данных, генерируемых «Интернетом вещей» [3]. Поставщики онлайн-услуг продолжают обеспечивать доступ к информации с помощью алгоритмов персонализации и фильтрации [4]. Алгоритмы машинного обучения автоматически выявляют вводящие в заблуждение, предвзятые или неточные знания в момент их создания (например, Служба оценки объективных изменений Википедии). Как показывают эти примеры, алгоритмы определяют, как мы воспринимаем и понимаем нашу среду и взаимодействуем с ней и друг с другом.

Цель тезисов – артикуляция этических проблем, вызванных алгоритмическим принятием решений. Алгоритмы не объективны и неизбежно несут в себе ценности, заложенные программистами при разработке. Рабочие параметры определяются разработчиками и настраиваются пользователями с учетом желаемых результатов, дающих преимущество некоторым ценностям и интересам перед другими [5]. В то же время, работа в рамках принятых параметров не гарантирует этически приемлемого поведения. Это демонстрируется, например, алгоритмами профилирования, которые непреднамеренно дискриминируют маргинальные группы населения, что хорошо видно из предоставляемой онлайн-рекламы в соответствии с этнической принадлежностью [6].

Определение потенциального и фактического этического воздействия алгоритма сложно по многим причинам. Выявление влияния субъективности человека на разработку и настройку алгоритмов часто требует исследования долгосрочных многопользовательских процессов разработки. Даже при наличии достаточных ресурсов проблемы и лежащие в их основе ценности часто не будут очевидны, пока не возникнет проблемный вариант использования. Алгоритмы обучения, часто называемые «будущим» алгоритмов и аналитики [7], вносят неопределенность в отношении того, как и почему принимаются решения из-за их способности настраивать эксплуатационные параметры и правила принятия решений «в дикой природе» [8]. Определение того, является ли конкретное проблемное решение простой разовой «ошибкой» или свидетельством системного сбоя или предвзятости, может быть невозможно (или, по крайней мере, крайне сложно) с плохо интерпретируемыми и предсказуемыми алгоритмами обучения. Такие проблемы будут расти, так как алгоритмы усложняются и взаимодействуют с результатами друг друга для принятия решений. Результирующий разрыв между разработкой и использованием алгоритмов и нашим пониманием их этических последствий может иметь серьезные последствия, затрагивающие отдельных лиц, группы и целые слои общества. Поэтому не случайно *формирование прикладной этики* – этики больших данных – становится все более обсуждаемой проблемой и среди магистров, специализирующихся на прикладной математике и занимающихся большими данными [9], что, вероятно, есть положительная тенденция, ибо будущее начинается уже сегодня.

Библиографический список

1. **Floridi, L.** Big data and their epistemological challenge / *Philosophy & Technology* 25(4): 435–437, 2012.
2. **de Vries, K.** Identity, profiling algorithms and a world of ambient intelligence / *Ethics and Information Technology* 12(1): 71–85, 2010.
3. **Portmess, L, Tower, S.** Data barns, ambient intelligence and cloud computing: The tacit epistemology and linguistic representation of Big Data / *Ethics and Information Technology* 17(1): 1–9, 2014.
4. **Newell, S, Marabelli, M** Strategic opportunities (and challenges) of algorithmic decision-making: A call for action on the long-term societal effects of ‘datification’ / *The Journal of Strategic Information Systems* 24(1): 3–14, 2015.
5. **Friedman, B, Nissenbaum, H.** Bias in computer systems / *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 14(3): 330–347, 1996.
6. **Sweeney, L** Discrimination in online ad delivery / *Queue* 11(3): 10:10–10:29, 2013.
7. **Tutt, A** (2016) An FDA for algorithms. *SSRN Scholarly Paper*, Rochester, NY: Social Science Research Network Available at: <http://papers.ssrn.com/abstract=2747994> (accessed 13 April 2016).

8. **Burrell, J.** How the machine ‘thinks.’ Understanding opacity in machine learning algorithms / *Big Data & Society* 3(1): 1–12, 2016.
9. **Багиров, М.Б.** Большие данные и этик: территория обсуждения. / М.Б. Багиров, Т.Л. Михайлова // *Международный студенческий научный вестник*. 2018. № 3. Часть 6. – С.941-945.

УДК 1/14

ОРЛОВСКИЙ А.А.

ИННОВАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ФИЛОСОФСКОЙ РЕФЛЕКСИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Философия всегда интересовалась будущим. Она пыталась предвосхитить и угадать грядущее. С древнейших времен философы предлагали свои модели идеального или желаемого общества будущего. Философы стали конструировать модели, согласно которым можно перестроить мир.

Сейчас мир стоит на пороге перемен, что делает проблему будущего актуальной. Уходят в прошлое привычная архитектура, игроки, правила, идеи. Общество вступило в эпоху трансформации, подобно той, которая была при переходе от феодализма к капитализму или от индустриального общества к постиндустриальному. Чем закончится эта трансформация, пока не понятно. Модель мира будущего еще не сложилась, но пока есть ее различные сценарии, если следовать логике сценарных подходов.

Современный американский философ и социолог Р. Флорида – автор термина «креативный класс» полагает, что мы находимся в странном междуцарствии, когда старый порядок рухнул, а новый еще не родился. Будущее – это то, чего еще нет, но оно ежесекундно создается на наших глазах, замечаем мы это или нет. Единственное, что можно сказать с уверенностью, это то, что *мир будущего – это мир инноваций*. Под инновацией понимается внедренное научное, технологическое, управленческое или гуманитарное открытие, повышающее эффективность экономики, государства и социальной сферы общества. *Инновационное развитие* является жизненно важным для судьбы человечества. Без него невозможно поддерживать экономический рост, а, значит, и высокий жизненный уровень в развитых странах, способствуя повышению жизненного уровня развивающихся стран. Без инновационного развития человечество не сможет справиться ни с одним вызовом, стоящим перед ним. Так, без внедрения инноваций нельзя решить весь комплекс экологических проблем. В настоящее время необходимость перехода на новый уровень развития признана практически всеми.

Существует настоятельная потребность перехода к технологическим, гуманитарным и управленческим инновациям. В этой связи нельзя не отметить, что возникают новые агенты будущего – *креативный класс новаторов*, ученых, инженеров и управленцев. Будущее не наступает само по себе, оно создается этими людьми. Основные инновации, формирующие мир будущего, развиваются в настоящее время, прежде всего, в сферах информационных технологий, биотехнологий, когнитивных и нано-технологий, а также в науках, изучающих человеческий мозг. Не менее важны инновации, возникающие в сферах образования и управления. Так что же нам говорят о будущем реализующиеся сейчас инновации? Контуры, какого мира они обрисовывают? Мир будущего – это сложный мир искусственных образований. Мир будущего – это креативный мир; Мир будущего – это мир неопределенности и нестабильности; Мир будущего – это мир возможностей и одновременно опасностей, сопряженных с рисками.

Самое важное в будущем, это то, что сложным становится сам человек, его внутренний мир. Для этого человека знания есть залог успешного существования в мире сложности.

Такой человек умеет всю жизнь учиться, получать и применять знания и информацию. Для него главной формой собственности является интеллектуальная собственность. Знания становятся самой дорогой валютой в мире. Несмотря на то, что знание – общедоступный ресурс, но не все могут его использовать, а тем более развивать, в силу своих индивидуальных способностей. От того, какие способы решения этого противоречия будут найдены, и зависит дальнейшая судьба современного государства. Новый человек требует хорошей системы образования и здравоохранения. Причем, сами эти системы превращаются в основных производителей и потребителей инноваций.

Будущее, сердцевиной которого являются инновации, само по себе есть вызов для всего человечества, заставляющий адаптироваться к нему. От того, сможет ли Россия встать на путь инновационного развития, зависит, какое место она займет в мире, и не окажется ли на его периферии. Сможет ли она принять участие в формировании этого глобального будущего? Ответ на этот вопрос важен для определения ее собственного будущего, обозначения векторных контуров развития России.

УДК 1/14

ПАУТОВ В.С.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ: ИНЖЕНЕРНЫЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ – КОНФЛИКТ ИЛИ СИНЕРГИЯ?

НГТУ им. Р.Е. Алексеева (ДПИ)

Разработка экологических датчиков, происходит под влиянием множества факторов. Поэтому при создании датчика, устройства контроля и мониторинга целевого загрязняющего вещества, приходится искать баланс между требованиями, которые диктуются внутренними законами развития техники, и требованиями внешними, связанными с функционированием техники. С одной стороны, должны выдерживаться требования высокой чувствительности, технологичности, энергоэффективности устройства, а с другой – требования к эксплуатационным характеристикам, эргономичности, экономичности и т.д. Является ли эти условия взаимоисключающими или же возможно их объединение в единую систему требований к оценке и эксплуатации экологических изобретений?

Рассмотрим факторы развития экологических датчиков как технических систем. Совершенствование техники и технологий вносит весомый вклад в развитие экологического приборостроения, находят применение новые чувствительные материалы, которые применяются или будут применяться в ближайшем будущем в конструкции экологических датчиков, например графен [2]. *Область экологического приборостроения* – сложная система производственных, научно-технических, организационных и социальных элементов, потенциально конфликтных на уровне интересов различных групп или функциональных подсистем. Это внутренние факторы. Вывод технологий на рынок и их внедрение сталкивается с экономическими требованиями, прежде всего, требованиями унификации и удешевления продукта, что отлично иллюстрируется, например, исследованиями по использованию экологического сенсора для оценки качества винных изделий [1]. Экологические требования, представленные экологическими нормами и регламентами, расставляют приоритеты по развитию средств контроля и мониторинга тех или иных загрязняющих веществ. Всё это вынуждает специалистов открывать новые области применения технологий экологического приборостроения. Это внешние факторы.

Влияние внешних факторов заставляет учёных и изобретателей раскрывать функционал экологических датчиков. Внутренние факторы повышают требования к качеству управления. Роль знания в этом процессе выражается закономерностями развития технико-технологических наук [3, с. 282]. Суммирующее воздействие всех вышеуказанных факторов

в результате стимулирует разработки, производство и внедрение экологических датчиков, а также способствует расширению сфер их применения.

Таким образом, в условиях современных реалий воздействие, а точнее, взаимодействие технологических, производственных, экономических, экологических и ситуативных факторов на разработку экологических датчиков способно вызвать синергетический эффект. Но это предполагает решение специфических задач управления и коммуникации, составляющих неотъемлемую часть производственного процесса, невозможного без методологической культуры современного инженера.

Библиографический список

1. **Кучменко, Т.А.** Информативность анализатора газов «Электронный нос» для оценки качества вина / Т.А. Кучменко, Р.П. Лисицка, А.А. Шуба // Аналитика и контроль. 2014. Т. 18. № 4.
2. **Лебедев, А.А.** Сверхчувствительный газовый сенсор на основе графена / А.А. Лебедев, С.П. Лебедев, С.Н. Новиков, В.Ю. Давыдов, А.Н. Смирнов, Д.П. Литвин, Ю.Н. Макаров, V. Levitskii // Журнал технической физики. 2016 Т. 86.
3. **Лебедев, С.А.** Эпистемология и философия науки: Учебное пособие для вузов / С.А. Лебеде, С.Н. Коськов. – М: Академическая книга, 2014. – 295 с.

УДК 001.167

СЕРГЕЕВА М.С.

ЭВОЛЮЦИЯ НЕФТЕХИМИИ – ЧЕРЕЗ РЕФЛЕКСИЮ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По истечению ресурсов природного газа, благодаря технологическому развитию, новые источники энергии – природные газовые гидраты станут дешевле и, следовательно, экономически более выгодными. Также возможен процесс вытеснения парниковым газом – диоксидом углерода – источник углеводородов – метан из газогидратного состояния в связи с лучшими гидратообразующими свойствами диоксида углерода по сравнению с метаном. Таким образом, возможно решение двух глобальных проблем – ограниченности мировых ресурсов и глобального потепления за счет объединения их в единый процесс. Существуют также техногенные газовые гидраты, синтез которых позволяет отделить трудно разделяемые компоненты природного газа и выделить целевой экономически выгодный продукт.

Для дальнейшего развития методов использования природных и техногенных газовых гидратов необходимо рассмотреть историко-научные и философско-методологические аспекты технологии гидратообразования, позволяющие «схватить» новую технологию в ее потенциальном окружении, т.е. проявлениях и сцеплениях с другими феноменами жизненной среды.

В настоящее время использование природных газовых гидратов в качестве альтернативного источника энергии проходит стадию своего развития и дальнейшего внедрения в промышленное нефтехимическое производство. *Синтез гидратообразования является новым проектом технауки* благодаря открывающимся возможностям по выделению целевых компонентов, необходимых для устойчивого промышленного развития.

Философско-методологические аспекты технологии гидратообразования рассмотрим с точки зрения эпистемологического и праксеологического аспектов. *Эпистемологический аспект* технологии гидратообразования состоит в рассмотрении газогидратной структуры, благодаря которой достигается эффективность газового разделения. Переходным состоянием процесса гидратообразования является центральное звено механизма химической реакции – «активированный комплекс», возникающий в момент газогидратного превращения. Зарождение центров кристаллизации происходит на границе контакта «жидкая вода – газ». Грани-

цей газовых гидратов является газогидратная пленка, становящаяся «местом» зарождения и актуализации целого ряда проблем, среди которых проблемы взаимодействия, отношения, перехода, рождения и осуществления смысла, смены физических и химических состояний. *Граница как топос и как состояние* – это предмет философской рефлексии, позволяющий понять как границы применения новой технологии, так и временные границы ее становления и эволюции.

Праксеологический аспект технологии гидратообразования заключается в рассмотрении подходов, позволяющих смоделировать процесс гидратообразования. Для комплексного изучения свойств природных и техногенных газовых гидратов необходимо применять методы математического моделирования, включающие опыт нефтехимической промышленности, прикладной математики, информатики, системного программирования для решения фундаментальных проблем. Поэтому *междисциплинарность* становится территорией творческого поиска и нахождения нового как раз на границах соприкосновения различных предметных областей.

Для рассмотрения технологии гидратообразования были проанализированы различные философские определения рефлексии. На основании этого было признано, что философское понятие рефлексии, содержащееся в определении Дж. Локка, в наибольшей степени применимо к рассмотрению технологии гидратообразования. Благодаря этому был сделан вывод: наблюдение происходящих природных процессов направляется и на внутренние состояния сознания, т.е. на осмысление новых технологий, которые в дальнейшем будут иметь своим предметом внешние вещи, или технологии, благодаря успешному внедрению которых будут решены многие проблемы человечества, в том числе, и сохранение человека как вида.

УДК 16.101.004

СТАРОДУБЦЕВ М.А., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИНФОРМАЦИИ – ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность избранной темы обусловлена динамичными процессами, связанными с *реальностью информационного общества*, его культурой, принципиально изменяющей конфигурации социума уже заканчивающегося второго десятилетия XXI века. Будучи студентом технической специальности, меня не случайно интересует современное развивающееся информационное общество, а именно: *процессы производства, обмена и потребления информации*, составляющие его «непосредственное содержание», или «жизнь» этого общества. *Процессы производства, обмена и потребления информации*, собственно, и есть *ключевые моменты развития его культуры*.

Исследователи информации предшествующего периода развития информационной сферы обращали внимание либо на кодирование информации как самостоятельную задачу, либо на её общие характеристики (полезность, актуальность), их культурную ценность, либо на операции производства информации только в рамках промышленного производства, либо на её экономические характеристики, причём, говоря о ней как о предмете собственности. В большинстве случаев, исследовали только феномен авторства или случаи чисто рыночного содержания. В частности, не предпринимались попытки объединить разрозненные знания информатики, политической экономии, культурологи и других областей. Иначе говоря, отсутствовал *комплексный подход* к этому феномену, что, вероятно, коррелировало с линейным пониманием мира, соответствующим рамкам классической науки.

Цель этих тезисов – обозначить, опираясь на известные общие особенности информации, возможность применения *универсального подхода к производству* любого рода ин-

формации. На пути у реализации этой цели необходимо, на наш взгляд, выделить *два принципа наиболее рационального производства любой информации*, условно называемых нами: а) принцип «оптимизации количества» и б) принцип «оптимизации качества». *Суть этих принципов* сводится к следующим моментам:

1) необходимо при создании любой информации вести производство в *минимальные сроки при сохранении максимума качества*, используя передовые технологии и приемы, рационально используя носители;

2) необходимо *любой структурный элемент полного информационного продукта выбирать, только исходя из его функции*, детерминированной назначением продукта и функциями других элементов в нём, чтобы их совокупность составляла систему.

В целом эти принципы были известны и ранее, но лишь применительно к отдельным видам информации. Мы же утверждаем: *эти принципы применимы к производству любой информации* (технологий, произведений искусства, алгоритмических и программных продуктов и т.д.). Их применение позволит два любых информационных продукта равного количества информации сделать *тождественными по стоимости и потребительной стоимости* (например, художественной ценности). Что это дает? В чем принципиальная новизна этого комплексного подхода? Полагаем, что это не риторические вопросы.

Реализация этих принципов означает шаг в сторону разумно организованного информационного общества, что связано напрямую с повышением *качества непосредственного содержания информационных продуктов*. Последнее и выводит нас на обсуждение *проблем культуры информационного общества*, репрезентантом которой выступает *потребительская культура*, артикуляция проблем которой касается каждого из нас как потребителя этой культуры.

УДК 167.2

ХИТЕВА Д.В.

СОПЕРНИК ТРАДИЦИОННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ – ЯПОНСКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ШКОЛА ВАСАН: ДОСТИЖЕНИЯ И СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ПРИЧИНЫ УПАДКА

Нижний Новгород, АО «НПП «Полет»

Современное научное знание основано на применении логики, как ядра основной методологической концепции. Логике, зародившейся в Древней Греции, исторически может быть противопоставлена *нумерологическая методология*, с помощью которой древнекитайское знание позволило в свое время решить некоторые математические задачи раньше, чем они были решены в Европе [1]. Математика Японии эпохи Эдо, базировавшаяся на результатах китайских математиков, стала достойным продолжателем *методологии азиатского научного знания*. Появление самобытных математических школ в Японии берет начало в период правления клана Токугава, когда Япония закрыла границы от внешнего влияния, взяв курс на обособленное развитие. В это время японской математической школой васан сделаны фундаментальные открытия, которые не просто были выведены независимо от европейских, но иногда и раньше них. Рассмотрим основные открытия.

Самый большой вклад в развитие *васан* внес математик *Сэки Такакадзу*. Он использовал свой метод *босё хо* – метод записи имен неизвестных и их степеней справа от числовых знаков, что показывало коэффициенты уравнения. Этот способ схож с известным математикам *методом Горнера*, опубликованном автором в 1819 году. Сэки Такакадзу рассчитывал π в 1712 г., используя метод преобразования последовательностей Δ^2 Айткена, введенный европейцем в мировую математическую науку в 1926 г. В области теории чисел Сэки Такакадзу независимо от Фаульхабера, Паскаля и Ферма вывел формулы для сумм степеней чис-

ле от 1 до n вплоть до одиннадцатой степени. То есть, им независимо были *выведены числа Бернулли*. Также им получено правило нахождения экстремумов полиномов, подобное данному Пьером Ферма способу решения той же задачи. Сэки Такакадзу работал над вычислением объема тела, полученного сечением цилиндра двумя параллельными плоскостями, наклонными к плоскости основания цилиндра. В этом случае он использовал *аналог метода неделимых Б. Кавальери* [2].

В трудах японских математиков XVII-XIX вв. имеются и многие частные проблемы, выдвинутые и решенные независимо от европейских коллег. Во-первых, задача о площади сферического треугольника, решенная неизвестным учеником Ичино Шигетаки в 1804, независимо от Эйлера в 1778 г. Во-вторых, теорема Р. Декарта о кругах, независимо опубликованная Накамура Токиказу в 1830 г. В-третьих, гекслеты (Ф. Содди, 1937; Язава Хироацу, 1822). В-четвертых, цепочки Штейнера (1826), независимо исследованные в том же году Икеда Сазаказе. В-пятых, теорема Фейербаха (1822), полученная в 1830 г. Накамура Токиказу. В-шестых, теорема Кейси (1857), доказанная Сироиши Нагатада в 1830 г. В-седьмых, задача Нойберга (1896), решенная в 1803 г. Ямамото Корихаса; задача о теле Вивиани (Учида Кюмей, 1844).

В 1722 г. Такэбэ Катахиро нашел разложение функции $(\arcsin x)^2$ в степенной ряд – пятнадцатью годами ранее, чем его европейский коллега Леонард Эйлер [2, с. 59]. Также Такэбэ применил метод экстраполяции Ричардсона на двести лет раньше самого Ричардсона [2, с. 60]. Адзима Наонобу раньше, чем в Джанфранческо Мальфатти Европе, решил задачу вписания трёх кругов в треугольник. В 1726 г. Курусима Ёсихиро опубликовал «Квадратуру нуля», в которой развивал идею бесконечных рядов и интегральных уравнений, близкую к идеям Пьера Ферма [1, с. 114], и независимо от европейских учёных обосновал идею бесконечных дробей. Адзима Наонобу при вычислении площади круга разбивал диаметр на малые отрезки, на которых строилась система заполняющих круг прямоугольников, подобно построению суммы Римана в теории определенного интеграла [3]. К сожалению, в середине XIX века произошло заимствование всего комплекса европейской науки. К этому привел ряд *социокультурных особенностей Японии эпохи Эдо*.

Дело в том, что *математические школы в Японии периода Эдо были абсолютно закрытыми*; власть в них передавалась от отца к сыну; без дозволения главы школы запрещалось вести преподавательскую деятельность. Кастовость и стремление сохранить секреты школы привело к тому, что влияние многих школ с течением времени сужалось настолько, что полученные знания утрачивались. *В математике васан отсутствовал строгий логический аппарат*, не хватало формального языка и теоретической составляющей, не было выхода на соседние области науки, в практических отраслях математические знания востребованы не были.

Таким образом, в середине XIX века японская наука встретила с новыми европейскими знаниями практически «на равных». И японские учёные, и европейские математики того времени решали одни проблемы, но на «разных языках», используя разный математический аппарат. То есть *нумерологическая методология*, ставшая фундаментом древнекитайской математики и перешедшая из Древнего Китая в Японию через труды китайских математиков, ни в чем не уступала *логической методологии* в математических открытиях. На протяжении эпохи Эдо математика в Японии демонстрировала поступательное развитие, порой даже опережая европейскую математику.

Библиографический список

1. Хитева, Д.В. Сравнительный анализ генезиса математики Древнего Китая и Древней Греции как ключ к осмыслению специфики мышления Запада и Востока / Д.В. Хитева, Т.Л. Михайлова // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 4-4. – С. 628-631.
2. Комнатный, Д.В. Достижения традиционной математики Японии // Матэматыка: Проблемы выкладки. – 2015. – № 5. – С. 56-63.
3. Филиппов, Е.А. Японская математика васан в эпоху Эдо: исторический обзор. Ч.1, Ч.2 // Вестник ЯрГУ. Серия Гуманитарные науки. – 2018. – № 2 (44).

ВОЗМОЖНО ЛИ В БУДУЩЕМ ПРЕВРАЩЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ В НЕПОСРЕДСТВЕННУЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНУЮ СИЛУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Общеизвестно, что гипотеза о превращении науки в непосредственную производительную силу, сформулированная К.Марксом еще в середине XIX века, была предметом жарких дискуссий в советской философии, в шестидесятых годах прошлого века и поддерживается многими отечественными методологами до сих пор. Мы высоко оцениваем марксистский вклад в философскую теорию взаимодействия науки и производства, однако тезис о грядущем поглощении науки производством нуждается в серьезном переосмыслении. Если воспользоваться попперовским принципом фальсификации, предпочитающим опровержение любым процедурам подтверждения, то логично спросить, какие доводы разрушают достоверность выдвинутой К.Марксом гипотезы?

Во-первых, примерно, на рубеже второго и первого тысячелетий до н.э. произошло разделение хозяйственно-трудовой деятельности человечества и, следовательно, ее основных составляющих, скотоводства, земледелия и ремесла, на умственный/духовный и физический/материальный труд. На этой основе возникло специфическое обособление обыденного опыта, практического и познавательного отношения к миру. Это обособление нашло выражение в становлении конкурирующих противоположностей науки и производства, а также системы опосредствующих звеньев, функцию которых стали выполнять технические сооружения, обыденный опыт, имевшиеся на то время формы социо-духовного труда. Наиболее значимыми среди последних стали организационная, финансовая, образовательная, религиозная формы. Целью науки является исследование новых свойств реальности и построение адекватной картины мира в сознании. Цель производства суть воплощение замыслов в реальность путем ее изменения в соответствии с намерениями. Процесс познания есть превращение материального в идеальное, тогда как производство – это превращение идеального в материальное. Несовпадение функций производства и науки ведет к тому, что ни одно из них не может быть заменено другим. Поэтому превращение науки в часть материального производства, коим являются производительные силы, принципиально невозможно. Во-вторых, искусственные сооружения, являясь эволюционным завершением объекта технической науки, существующего в виде вероятностно-вариативных форм естественного мира, осознанно востребованных людьми, входят не только в материально-производственную деятельность, но не в меньшей степени в научную деятельность. Процесс научного познания также как процесс материального производства имеет свою материально-техническую базу, что позволяет корректно утверждать, о существовании познавательных сил науки наряду с производительными силами материального производства. В-третьих, субъектами науки и производства являются различные социальные группы, представленные индивидами и профессиональными сообществами. Речь идет о научных и производственных сообществах, на основе деятельности которых возникают социальные институты науки и производства. Основатель марксизма понимает значимость научного знания, но, как ни парадоксально, не замечает революционной роли научных сообществ в развитии социума, познавательных сил науки наряду с производительными силами производства, межнаучных отношений наряду с производственными отношениями, наконец, несводимости социального института науки к социальному институту материального производства.

На основе приведенных доводов заключаем, что наука не превращается ни в какую часть материального производства, равно как и наоборот, а само взаимодействие науки и производства представляет собой саморазвивающуюся систему.

УДК 001.8

ШАРАФЕТДИНОВА К.В., ИГОНИН М.А., ЧИРКОВ В.А.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОНИМАНИЯ НАУЧНОГО ТЕКСТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одна из самых больших проблем современного процесса обучения в вузе – неумение многих студентов разных учебных заведений, направлений подготовки и профилей работать с научным текстом.

Процесс обучения в вузе должен опираться на самостоятельную, исследовательскую деятельность студентов по усвоению науки, ее теории, системы, понятийного аппарата, закономерностей, что требует достаточно высокого уровня интеллектуальной культуры. Важную роль в ее становлении у студентов играет способность понимать и использовать научные тексты - знаковое выражение различных теорий, концепций, результатов экспериментальных исследований.

Современное обучение направлено на сообщение знаний, их закрепление и проверку, недостаточно анализируется операциональная сторона учения, мало уделяется внимания развитию способности понимать научные тексты. Поэтому одной из важнейших задач современного процесса обучения должно являться обеспечение не только усвоения знаний, но и формирование способов познавательной деятельности как проявление интеллектуальной культуры в работе с научными текстами.

В каждом научном тексте имплицитно заложено мышление автора, которое студент не может понять используя только формальную логику. Поэтому научный текст необходимо раскладывать на два пространства:

Объективное содержание \longleftrightarrow Знаковая форма (1)

При этом *знаковая* форма (со)держит содержание, а содержание задает и конституирует знаковую форму.

Рассмотрим следующий пример [1, 107 стр.]:

Таблица 1. Пример использования категории (1)

«Рассеяние изотропно в лабораторной системе координат»[1]	$m_{\text{яд}} = \infty$
---	--------------------------

Данный пример является абстракцией, которая не соответствует реальности. На самом же деле рассеяние всегда анизотропно в лабораторной системе координат.

1. Глесстон С., Эдлунд М. Основы теории ядерных реакторов. Москва: Изд-во Иностранной литературы, 1954. — 458 с.

СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ

УДК 621

ГОРЮНОВ Д., ГОНЧАРОВ К.О.

ВЫБОР ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТРИЦИКЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

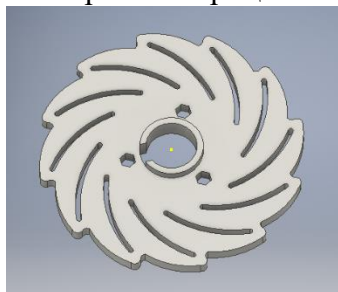
Для обеспечения активной безопасности проектируемого трицикла класса дрифт-трайк предусмотрена тормозная система. Рассматривалось применение следующих вариантов тормозных систем, преимущественно с велосипедов (рис. 1):

- ободные тормоза типа V-brake,
- дисковый тормозной механизм (тросиковые и гидравлические),
- барабанный механизм,
- роллерный.



Рис. 1 – Варианты велосипедных тормозных систем

В качестве прототипа для задней оси трицикла был выбран вариант с дисковым тормозным механизмом, включающим в себя тормозной диск, тормозной цилиндр, тормозной рычаг, ступицу. Для передней оси - ободные тормоза. Максимальный диаметр заднего тормозного диска может составлять 190 мм. Использование большего диаметра не обеспечивает должного дорожного просвета трицикла.



**Рис. 2 – 3D-модель
тормозного диска**

В программном комплексе AutoDESK Inventor была создана 3d-модель тормозного диска (рис. 2).

Особенностью использования велосипедного тормозного механизма при проектировании легкого трицикла для спортивных заездов является простота конструкции, необходимое тормозное усилие, развиваемое системой в соответствии с массой трицикла, а также надежность.

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПРОЕКТЕ SHELL ECO-MARATHON

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в мире увеличивается число инженерных студенческих соревнований, которые проводятся в целях развития инженерно-технического творчества и ведения научно-исследовательской работы студентов. Международный проект Shell Eco-marathon впервые заявил о себе в 1939 году, когда компания «Shell» провела первые соревнования по экономии топлива. С тех пор они проводятся ежегодно. В 1977 команды из студентов стали серьезными конкурентами командам, представляющим автомобильные, мотоциклетные, велосипедные фирмы.

В рамках инженерных соревнований команды проектируют автомобили на основе требований регламента [1]. Все автомобили, принимающие участие в Shell Eco-marathon делятся на два класса:

1) Прототипы (опытные образцы) – представляют собой уникальную компоновочную схему с различными способами получения энергии для приведения автомобиля в движение. К прототипам предъявляются повышенные требования по энергоэффективности и аэродинамике автомобиля.

2. Городские концепты – автомобили, схожие по компоновочной схеме и дизайну с городскими серийными автомобилями. Они обладают рядом критериев: закрытый кузов с дверьми, колесная формула 4x2 или 4x4, система рулевого управления с рулевым колесом, передние и задними фарами, наличие тормозной системы с педалью тормоза и ряд других критериев.

В НГТУ им. Алексеева работает студенческое КБ Shell Eco-marathon, в рамках которого создается автомобиль класса «прототип».

Рассмотрим виды энергетических и силовых установок для данного типа автомобиля (рис.1).

А)



Б)



В)



Рис. 1. Виды энергетических установок: а) Двигатель внутреннего сгорания, б) Электрический двигатель (мотор-колесо), в) Водородный топливный элемент.

К энергоустановкам предъявляются следующие основные требования регламента.

1. Двигатель внутреннего сгорания.

Тип и конструкция двигателей внутреннего сгорания не ограничены; однако они должны работать только на топливе, предоставленном Организаторами, и не должны потреблять моторное масло (двухтактные двигатели не допускаются). Емкости бака: 30, 100 или 250 куб. Топливные насосы разрешены для всех видов топлива при условии, что они приводятся в действие механически только от двигателя. Электрические топливные насосы запрещены. Разрешается создавать давление в баках с жидким топливом с помощью полупрозрачного баллона со сжатым воздухом.

2. Электрический двигатель.

Максимальное напряжение на борту любого транспортного средства в любой точке не должно превышать 48 Вольт номинальная или 60 Вольт Макс. (Это включает бортовые батареи, внешние батареи и т. д.).

Максимальная емкость любой используемой литиевой батареи составляет $1000 \text{ Втч} = 16666.666 \text{ мАч}$

Любая литиевая батарея должна быть оснащена металлическим поддоном для удержания аккумулятора или аккумулятор должны быть помещен в кожух для зарядки. Поддон или кожух должны предотвратить повреждение батареи, в случае пожара или падение на землю. Легкий алюминий, другие полуметаллические материалы, в качестве поддона не приемлемы.

3. Водородный топливный элемент.

Топливная система должна быть легко доступна для осмотра и измерений. Топливный элемент должен работать сам по себе. Электричество, необходимое для регулирования температуры, вентилятора, компрессора, электронной системы управления топливным элементом и электродвигателем, должно подаваться топливным элементом, а не вспомогательной батареей. Водородная система должна быть сконструирована следующим образом: баллон H_2 → Регулятор давления, непосредственно прикрепленный к цилиндру → Клапан аварийного отключения, непосредственно прикрепленный к выходу регулятора давления → Расходомер → Топливный элемент.

-
1. Shell eco marathon 2019 global rules chapter1. Ссылка на электронную страницу: <https://www.shell.com/make-the-future/shell-ecomarathon.html>

УДК 621

СКВОРЦОВ М.В., ГОНЧАРОВ К.О.

ЗАДНЯЯ ПРИВОДНАЯ ОСЬ ТРИЦИКЛА КЛАССА DRIFT TRIKE

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С целью создания спортивного трицикла класса дрифт-трайк была создана трехмерная модель задней оси. В качестве прототипа использована задняя ось карта Go Kart (рис. 1).



Рис. 1 - задняя ось карта Go Kart

Нагрузки, испытываемые осью аналогичны нагружению задней оси картинга, вследствие чего была выбрана за основу данная модель вала. На картинге используют цельнометаллические и полые валы. Несмотря на большую массу цельнометаллических валов их надежность и система крепежа ступиц колес и крепления ведомой звезды и тормозного диска шпоночным соединением являются наиболее предпочтительными.

Цельно металлический вал с габаритными размерами 900x30 мм обеспечивает высокие показатели на сопротивление кручению.

Создав 3-д модель нашего вала в программном комплексе AutoDESK Inventor (рис.2) мы примерим ее к нашей раме чтобы убедиться, что выбранные нами звезда и тормозной диск имеют достаточное расстояние от пола.



Рис.2 - 3D-модель вала

В качестве элементов привода была выбрана цепная передача крутящего момента с двигателя (рис. 3). В качестве элементов передачи были приняты звезды от картинга: ведущая звезда - 12 зубьев, ведомая - 32 зуба. С данным комплектом передаточное отношение составляет $U = z_2/z_1 = 2,66$ под цепь шагом 12,7 мм. Оптимальное межосевое расстояние составляет минимум $a = 381$ мм. При этом длина цепи в звеньях составляет 83 звена.



Рис. 2 - Элементы цепного привода

УДК 621

СОЛОДОВ К.С., ГОНЧАРОВ К.О.

РАМА ДЛЯ ТРИЦИКЛА КЛАССА DRIFT TRIKE

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день одним из распространенных увлечений молодежи является управляемый занос. Люди настолько увлечены этим занятием, что начали создавать специальную технику для облегчения прохождения поворотов и увеличения маневренности автомобиля, при этом организуя соревнования. Родом из Японии, дрифт получил широкое распространение и в других странах. Одним из транспортных средств для скольжения на асфальте является так называемый дрифт-трайк. Это трехколесный мотоцикл или велосипед с задними

колесами от картинга, на которые одеваются специальные накладки, служащий для спортивных соревнований по скольжению на асфальте либо шоу программ.

Чтобы управлять дрефт-машиной необходим навык и опыт, однако, дрефт-трайком может управлять даже ребенок с 12 лет.

Одним из основных элементов трицикла является его рама. На сегодняшний день существует шесть различных вариантов рам для дрефт-трайка.

Номер	Материал	Количество элементов	Относительное время, затраченное на сбор рамы	Внешний вид рамы
Вариант 1 Big Wile Trike	Металлическая труба 25x3 мм	15	8/10	
Вариант 2 Cus- tomрама (Италия)	Часть рамы от велосипеда ВМХ и профильная труба 30x30x1,5 мм	10	2/10	
Вариант 3	Металлическая труба 15x1 мм, 25x3 мм, 45x3 мм	6		
Вариант 4 Электро- трайк	Металлическая труба 25x3 мм	16	7/10	
Вариант 5 Triad	Листовой металл 2мм	Н.д.	10/10	

Элементы конструкции некоторых вариантов изготавливаются путем гибки металлических труб. В СКБ экспериментальных транспортных средств НГТУ им. Р.Е. Алексеева была разработана 3d модель рамы спортивного дрефт-трайка исходя из требований надежности конструкции и простоты изготовления (рис.1).

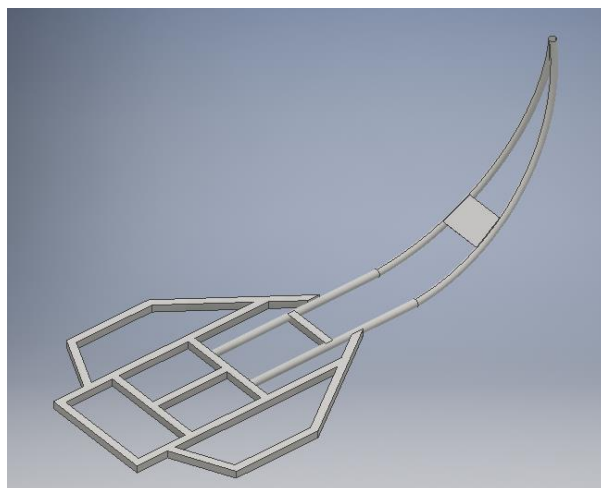


Рис. 1 - 3D-модель рамы для дрейфт-трайка СКБ ЭТС НГТУ

Спроектированная модель обеспечивает удобное закрепление силового агрегата и вспомогательных узлов, снижает трудоемкость производства. Следующим этапом работ над рамой спортивного трицикла станет имитационное моделирование нагружения рамы с целью проверки прочности и надежности конструкции.

УДК 621.113

ФИЛАТОВ-БОБРОВ Д.А., ЯКИМОВ М.О., ГОНЧАРОВ К.О.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СВЕТОСИГНАЛЬНЫХ УСТАНОВОК КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По данным портала Superjob.ru жители Нижнего Новгорода добираются до работы в час-пик, в среднем, за 47 минут, пользуясь общественным транспортом, и 38 минут, используя личное транспортное средство, что почти в 1,5 раза дольше, чем в выходные дни или межпиковые часы.

Одной из основных причин длительного передвижения является низкая пропускная способность дорожной сети, которая приводит к образованию регулярных заторов в часы пик на крупных автомагистралях Нижнего Новгорода, таких как пр. Гагарина, пр. Ленина, Московское шоссе, Сормовское шоссе, Казанское шоссе и другие.

В целях увеличения пропускной способности возможно реализовать следующие мероприятия: увеличение проезжей части за счет расширения существующих полос движения, строительство дорог-дублеров крупных магистралей, транспортных развязок, надземных или подземных пешеходных переходов. Каждое из перечисленных мероприятий требует капитального вложения денежных средств и длительного периода реализации.

Наиболее бюджетным решением является регулирование светосигнальных установок. Регулирование разрешающего сигнала светофора, в зависимости от интенсивности дорожного движения (путем онлайн-мониторинга количества транспортных средств с помощью специального оборудования), позволит увеличить среднюю скорость движения, сократить время проезда транспортных средств по магистрали и, как следствие, увеличить ее пропускную способность.

Для апробации решения были проведены натурные исследования транспортных потоков на одной из наиболее загруженных магистралей Нижнего Новгорода – проспекта Гагарина, а именно пересечение с ул. Батумская. Был предложен новый цикл регулирования транс-

портным потоком на исследуемом участке. В программном комплексе PTV Vissim моделировался существующий и предложенный сценарии работы светофора, с учетом данных, полученных путем замеров существующих продолжительностей тактов светосигнальной установки, ширины полос движения, ширины перекрестка, интенсивности транспортных потоков.

По результатам моделирования ситуация на исследуемом участке улучшилась: увеличилась средняя скорость, снизилось время проезда по данному участку, уменьшилась максимально возможная длина затора. Регулирование светосигнальных установок с учетом существующей интенсивности дорожного движения, способствует увеличению пропускной способности загруженных магистралей.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

АБДУРАХМАНОВ М.Р.	246	БЕРДНИКОВ И.Е.	74,75,77,84, 453, 458, 471
АБРОСИМОВ К.И.	55, 56, 67, 68	БЕРЕЗИН А.А.	301, 311, 312
АБУЗЯРОВ Т.Х.	81, 91, 92, 479	БЕРЕСНЕВ П.О.	138,139,143
АГАФОНОВ Д.А.	449, 455	БЕСПАЛОВ В.В.	114,123, 420
АЗОВКИН В.А.	211	БИРИН Д.С.	278
АЛЕШИН Д.А.	109	БИРЮКОВ В.В.	320, 326, 328
АНДОСОВ А.Г.	223,224,240,241	БЛИНКОВ А.В.	482
АНДРЕЕВ В.В.	280, 303, 305, 441, 435, 438, 473	БЛИНОВ К.С.	212
АНДРИЯНОВА С.А.	351	БЛОХИН А.Н.	144
АНИКИН А.А.	58	БОБЫК С.З.	339
АРИФУЛЛИН И.Р.	352, 356, 377	БОГДАНОВ Е.В.	423, 433
АРТЕМИЧЕВ Д.А.	360, 371	БОКОВ П.А.	298, 309
АРХИПОВ А.Н.	165	БОКОВА Т.А.	279, 297, 298, 309, 463
АРХИПОВА А.В.	96, 299	БОЛОНИНА А. А.	315
АРХИРЕЕВ А.М.	452	БОЛЬШАКОВА Е.А.	352, 356, 377
АТЛАСКИН А.А.	353, 369, 379, 382	БОРМОТОВ А.Д.	199
АТЛАСКИНА М.Е.	453	БОРОДИНА В.Е.	408, 422
АФАНАСЬЕВА М.Г.	480	БОРОДИНА Т.Л.	60
АХМАДБЕКОВА И.Х.	197	БОРЩИКОВ Р.Е.	46
БАБЕНКО С.С.	198	БОЧКОВ В.С.	424
БАБКИНА М.О.	41	БРЫКАЛОВ С.М.	408, 410, 416, 422
БАГИРОВ М.Б.	55,56,59,60,67,68	БУЗИКОВ Ш.В.	172,174,175,177,178
БАГРЕЦОВ И.В.	89	БУКАШОВА Е.С.	316, 329, 457
БАЖЕНОВ Е.О.	273	БУРАВОВ И.С.	409
БАЗУРИН А.А.	247	БУРЛАКОВ А.А.	384
БАЛАШОВ В.О.	110, 111	БУРОВА А.Г.	65
БАЛАШОВА Т.И.	70	БУТ А.Н.	43
БАЛОБАНОВА С.О.	42	БУХАЛОВ И.А.	289
БАЛОВА А.С.	360, 376	БУХАРОВ Д.М.	461
БАЛУЕВ И.М.	74	БУШУЕВ А.В.	224,225,228
БАЛЫБЕРДИН А.С.	409	БУШУЕВА М.Е.	61,71
БАЛЫКОВА И.А.	407	БЫСТРОВ К.А.	474
БАРАНОВ Д.В.	25, 481	ВАГИЗОВ А.Г.	248
БАРИНОВ А.А.	292, 296, 313, 354, 368	ВАРЛАМОВ Н.С.	106
БАСОВ А.А.	294, 322	ВАСИЛЬЕВА Л.А.	26
БАТЮТА А.Д.	435	ВАСЯТКИН А.Г.	283
БАХТИНА В.А.	338	ВАХРУШИН Н.А.	46
БАЧАЕВ А.А.	374	ВДОВИНА Н.И.	385
БЕДРЕТДИНОВ И.Р.	199	ВДОВКИН Е.В.	5
БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш.	130,104	ВЕСЕЛОВ Л.Е.	102
БЕЗНОСОВ А.В.	279, 297, 298, 309, 436	ВЕТРОВА Д.С.	371, 376
БЕЛИН А.В.,	283	ВИНАЕВ Д.А.	449
БЕЛОВ Ю.Г.	315, 319, 325	ВИНОКУРОВА М.С.	455
БЕЛОКОНЕВ А.В.	148	ВИНОКУРШИН В.С.	225
БЕЛОУСОВ А.С.	355, 361, 362, 363, 375	ВИХОРЕВ Н.Н.	109
БЕЛЯЕВ Е.С.	351	ВИХРЕНКО А.Н.	169
БЕЛЯКОВ В.В.	136(2),137	ВЛАСИЧЕВ Г.Н.	291
		ВОЕВОДИН А.Г.	225

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

ВОЛКОВ Н.С.	279, 309	ДЕМИДОВА А.С.	101
ВОЛКОВ С.А.	132	ДЕМИНА Е.Е.	185
ВОЛКОВА Н.П.	408, 410, 422	ДЕНОВЕВ Д.М.	201
ВОРОБЬЕВ С.А.	6	ДЕНЦОВ Н.Н.	115
ВОРОНЦОВА Е.П.	249	ДИКОВ В.А.	460
ВОРОТЫНЦЕВ В.М.	369, 370, 371, 378, 379, 453	ДМИТРИЕВ А.В.	41, 469
ВОРОТЫНЦЕВ И.В.	353, 369, 379, 382	ДМИТРИЕВ Д.В.	58
ВОРОШИЛОВ А.А.	93,94	ДОБРОВ А.А.	291
ГАВРИЛОВ Г.Н.	257, 264	ДОБРОТИН С.А.	152
ГАЙНОВ С.И.	404	ДОГИН Д. В.	425
ГАЛКИН Р.В.	357, 484	ДОКУЧАЕВ М.А.	179
ГАЛЬЯНОВА Е.С.	149,151	ДОЛЖИКОВ Г.К.	399
ГАНИНА И.В.	112,113	ДОРМИДОНТОВ Д.В.	129
ГАСАНОВ К. Г.	200	ДОРОНКОВ Д.В.	286, 304
ГЕВОРГЯН Г.А.	250	ДРОЗДОВ П.Н.	379
ГЕНЕРАЛОВ А.А.	264	ДРОЗДОВА О.И.	359
ГЕРАСИМОВ А.В.	75, 286, 304	ДУБЧАК Д.А.	381
ГЕРАСИМОВ Е.А.	119	ДУДАКОВ Н.Ю.	475
ГЕРАСИМОВ С.Н.	28	ДУДИНА К.А.	254
ГЛАДИКОВ А.С.	460	ДУКОВИЧ С.С.	12
ГЛУМОВА Е.С.	28	ДУНАЕВ И.Е.	151,167
ГЛУШЕНКОВА Е.А.	386	ДУНАЕВ И.И.	153,161
ГОЛОВАЧЕВ В.М.	107	ДУНЦЕВ А.В.	301, 311, 312
ГОЛОВКИНА А.И.	114	ДУРИНОВ М.Д.	7
ГОНЧАРОВ А.А.	110,111	ДЫДЕНКОВА А.С.	27
ГОНЧАРОВ К.О.	142, 440, 476, 499, 500, 501, 502, 504	ЕГОРКИН О.В.	474
ГОНЧАРОВА Д.А.	141,142,150	ЕГОРОВ Ю.С.	26, 28, 37, 63, 65
ГОНЧАРОВА М.Н.	411	ЕГОШИН М.А.	464
ГОРБАТОВ Р.О.	280, 331, 334	ЕЛИСЕЕВ М.Е.	148
ГОРБАТОВ С.А.	331	ЕМЕЛЬЯНОВ В.А.	130
ГОРДЕЕВ М.М.	61,62,71	ЕМЕЛЬЯНОВ Р.И.	394, 402
ГОРОХОВ Д.А.	251	ЕПИФАНОВА А.С.	430
ГОРОХОВ П.А.	252	ЕРЕМЕНКО В.В.	99
ГОРЮНОВ Д.	499	ЕРМИЛОВ Д.А.	283
ГОРЮНОВ Е.В.	230	ЕРМОЛАЕВ А.И.	86
ГРАМУЗОВ Е.М.	239,241	ЕРМОЛЕНКО Е.Д.	202
ГРАЧЕВ А.Н.	263, 329	ЕРОФЕЕВА А.Д.	73
ГРАЧЕВ В.А.	316, 457	ЕРШОВ В.А.	109
ГРИШВИНА А.А.	358	ЕРШОВА М.И.	284, 285
ГУБАНОВА А.С.	387	ЕСИПОВИЧ А.Л.	355, 360, 367, 375, 376
ГУЛЯЕВ Н.А.	253	ЖЕЛОНКИНА С.И.	351, 358
ГУНАЕВА М.О.	388	ЖИВОДЕРОВ А.П.	286
ГУРБАЧ С.Г.	366	ЖОЛОБОВ Д.М.	55
ГУРЬБЕВА Е.А.	435, 438, 441, 473	ЖУКОВ Н.А.	108
ГУСЕВ Д.Р.	436	ЖУЛИН А.В.	44
ДАРЬЕНКОВ А.Б.	92	ЗАВРАЖНОВ С.А.	109, 355, 361, 362, 363, 375
ДЕВЯТКИНА Т.И.	351, 358	ЗАГЛЯДНОВ А.С.	109
ДЕГИНА А.С.	281, 287, 308	ЗАЙЦЕВ А.И.	348, 425, 426

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

ЗАЙЦЕВА Е.А.	407	КАПУСТИН С.А.	329, 457
ЗАЙЦЕВА М.Ю.	425	КАРАБАНОВА Ю.И.	341
ЗАЙЦЕВА Ю.	348	КАРАСЕВА Т.В.	385, 389, 400
ЗАЙЦЕВА Е.Е.	410	КАРКЛИН Т.Д.	60
ЗАПЕВАЛОВ Д.А.	281, 287, 308	КАТАЕВА Л.Ю.	424
ЗАРУБИНА И.С.	368, 468	КВАРТАЛОВ А.Р.	112,113,119
ЗАТРАВКИНА Е.И.	332	КЕЖУТИН А.А.	244
ЗАХАРОВ Н.А.	155,170	КЕРБЕНЕВА А.Ю.	65
ЗАХАРОВ Л.А.	223,224,225,227,228 229,233,240,241	КЕЧКИН А.О.	89, 458, 471
ЗАХАРОВА Е.В.	412	КИРИЛИЧЕВА Е.А.	203
ЗЕЛЕНОВ С.Н.	240	КИРИЛОВА Д.П.	390
ЗЕЛЕНЦОВ В.В.	165	КИСЕЛЕВ А.А.	204,205
ЗЕНКИН А.А.	60	КИСЕЛЁВ А.В.	459
ЗИМИНА Е.В.	284	КИСЕЛЕВА А.В.	428
ЗИНЧЕНКО А.Г.	413	КЛЕМЕНТЬЕВ Д.О.	45
ЗЛОБИН С.Ю.	355, 361, 362, 363	КЛИМОВ К.А.	206
ЗОБКОВ А.С.	255	КЛИМОВА Е. А.	149,151
ЗУБАКИН А.С.	180	КЛОЧКОВА Н.С.	486
ЗУБОВ Н.В.	417	КНЯЗЕВ А.Ю.	333
ЗЫБИНА А.В.	116, 256	КОВРИГИН Д.А.	429
ИВАНОВ А.В.	95, 438	КОДОЧИГОВ Н. Г.	278
ИВАНОВ В.В.	289	КОЗИНА А.А.	117,193
ИВАНОВА О.А.	239	КОЗЛОВ И.К.	120
ИГНАТЬЕВ В.Н.	288, 289	КОЗЛОВ И.С.	177,178
ИГОНИН М.А.	289, 301, 498	КОЗЛОВА А.А.	127
ИКОННИКОВ В.В.	317	КОЗЫРЬ А.С.	118
ИЛЬИН А.М.	228	КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А.	46,135,182, 415
ИЛЬИН Д.В.	13	КОЛОСОВА Т.М.	258
ИЛЬИН М.А.	56,67,68	КОЛЧИН П.В.	459
ИЛЬИНА Я.А.	293	КОМАНЕЦКИЙ А.В.	488
ИЛЬИЧЕВА М.Н.	318, 427	КОМАРОВ А.В.	77
ИОНОВА А.А.	340, 343	КОМОВА Е.П.	338, 342
КАБАЛДИН Ю.Г.	459	КОНЕВ А.М.	229
КАБАНОВ Д.Е.	389	КОНОВАЛОВ В.С.	461
КАЗАКОВА Е.Н.	257, 364	КОНОВАЛОВ И.А.	292, 296, 313
КАЗАКОВА К.Е.	364	КОНОВАЛОВ Я.К.	439
КАЙНОВА А.В.	291	КОНОВАЛОВА М.И.	64
КАЛАШНИКОВА М.В.	63	КОНОПЛЕВА М. А.	152
КАЛИНИНА А.А.	346, 348, 357	КОПЫЛОВ Р.Ю.	42,45, 487
КАЛИНИНА Н.А.	32	КОРЕЛИН О.Н.	9
КАЛЯМИН И.В.	485	КОРНЕВ Н.С.	9
КАМОРИН Д.М.	365	КОРНИЛОВ А.В.	391
КАМОРИНА С.И.	366	КОРОВИН В.А.	262
КАМЫШАН Е.А.	8	КОРОВИНА Е.В.	486
КАНАКОВ Е.А.	367, 376	КОРОВИНА Е.Д.	258
КАНГИН Е.М.	456	КОРОЛЕВ А.С.	259
КАНГИН М.В.	118	КОРОТАЕВ М.С.	366, 368, 468
КАПРАНОВ С.Н.	66	КОРЧАГИН К.С.	391
КАПУСТИН А.Г.	133	КОРЧАГИНА Е.О.	392
		КОРЧАЖКИН М.Г.	165

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

КОРШУНОВ Е.С.	96	ЛАБУТИНА А.А.	453
КОСАРЕВА Н.В.	78	ЛАПТЕВ Н.А.	234
КОСТИН Е.В.	187	ЛАРИОНОВА У.Р.	393
КОСТРОВА Н.А.	342	ЛЕБЕДЕВА К.А.	394
КОСТЫРЯ А.И.	230	ЛЕДРОВА Е.С.	461
КОСЫРЕВ В.М.	244	ЛЕУШИН И.О.	251, 270
КОТ А.В.	327	ЛЕУШИНА Л.И.	255, 274
КОТОВ В.М.	207,208	ЛЕЩЕНКО Е.С.	417
КОУЛИАЛИ С.П.	365	ЛИПЕНКОВ А.В.	148,149,151,154,157 166
КОЧЕГАНОВ Д.М.	81,99	ЛИПИН А.А.	188,190
КОЧЕРОВ А.В.	121	ЛИПУЖИН И.А.	94,99
КОШЕЛЕВ А.В.	243	ЛИТОВА Т.В.	340, 343
КОШУРИНА А.А.	273	ЛИХОДЕЕВ Н.М.	489
КРАВЕЦ В.Н.	132	ЛОБАЗОВ А.С.	294, 295
КРАЙНОВ А.А.	231,232	ЛОБИН С.Г.	320
КРАЛИН А.А.	99	ЛОКТЕВ А.В.	233
КРАСИЛЬНИКОВ Д.А.	440	ЛОМАЙКИН А.В.	66
КРИВЦОВ Л.М.	209	ЛОСКУТОВ А.А.	79
КРЮКОВ Е.В.	95,105	ЛОСКУТОВ А.Б.	79,101,130
КРЮКОВ Л. Т.	99, 285	ЛОЩИЛОВ А.А.	318, 427
КРЮКОВ О.В.	405	ЛУКИЧЕВ Н.С.	100, 279, 297, 463
КРЮКОВА А.Д.	488	ЛУКЪЯНОВ Д.А.	155,156,170
КРЮЧКОВ С.С.	353, 369, 382	ЛУНИН Д.Э.	395
КУДРЯШОВ Д.Г.	117,127	ЛУЧЕВНИКОВ Р.В.	441
КУДРЯШОВА А.С.	319	ЛЪВОВ А.В.	279, 298, 309
КУЖЕЛЕВА А.А.	319	ЛЪВУТИНА Т.В.	55,56,67,68
КУЗИНА О.В.	79, 347, 349	ЛЯХМАНОВ Д.А.	49
КУЗНЕЦОВ А.Е.	278, 460	МАЗЕНКОВ М.А.	55
КУЗНЕЦОВ Л.Е.	278	МАЗУНОВА Л.Н.	156
КУЗНЕЦОВ П.Д.	429	МАКАРОВ А.А.	119, 296, 313
КУЗНЕЦОВА Н.А.	416, 429	МАКАРОВ В.С.	124,133,136,141,158 159,160,163, 331, 442
КУЗЬМА М.М.	281, 308	МАКАРОВ Д.А.	370
КУЗЬМИН А.Н.	47	МАКАРОВ М.А.	292
КУЗЯЕВ А.С.	227	МАКАРЫЧЕВ Н.А.	9
КУКЛИНА А.С.	415	МАКЕДОШИН А.С.	348
КУКЛИНА И.Г.	168,182,185,189	МАКОВЕЕВ Н.В.	480
КУКУШКИН А.А.	153,161	МАКСИМОВ М.В.	260
КУЛАГИН А.Л.	140	МАЛАНИНА Д.А.	119
КУЛАГИНА М.П.	259	МАЛАХОВ В.А.	5, 316, 319, 323
КУЛЕМИН Д.А.	293	МАЛАХОВА И.В.	321
КУЛИГИНА Н.О.	48, 397	МАЛИКОВА А.Т.	261
КУЛИКОВА Е.А.	122, 462	МАЛЫГИН А.Л.	151,153,161
КУЛИНЧЕНКО Н.А.	126, 334	МАЛЫШЕВ А.А.	210,211
КУЛЯЗИН А.Д.	154	МАЛЫШЕВ К.А.	329, 457
КУРИЦЫН А.С.	88	МАЛЫШЕВ Ю.С.	106
КУРКИН А.А.	426, 430	МАЛЫЦЕВ И.М.	259
КУРКИНА О.Е.	430	МАМАЕВ А.А.	100
КУРНОСОВА В.А.	220	МАМАЕВ А.В.	306
КУРОЧКИН Д.Л.	224,227,229,233		
КУШНИКОВА А.С.	119		

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

МАМЕДОВ Э.Ш.	212	НЕИМУЩЕВ С.А.	72
МАНСУРОВ Р.Ш.	418, 419	НЕИМУЩЕВА Л.И.	72
МАНСУРОВ Э.Р.	125	НЕЙЛЫК И.О.	299
МАНЦЕРОВ С.А.	121	НЕЧАЕВ А.С.	323
МАРАДЖАБОВ К.К.	262	НИКАНДРОВ И.С.	151,153,167
МАРКОВ А.Н.	370, 371, 462	НИЦЕНКОВ А.В.	252
МАРКОВА Е.А.	157	НОВИКОВ Д.Д.	324
МАРКОВНИНА А.И.	158,159,160	НОВИКОВ Д.И.	301, 305, 311, 312, 464
МАРОВ А.Р.	279, 297, 309, 463	НОВОЖИЛОВА О.О.	333, 335
МАРТЫНЮК М.В.	29,30,31,66	НОСОВ Р.О.	431
МАРЫЧЕВ В.С.	48	НОСОВА А.И.	344
МАРЬЕВСКИЙ С.В.	9	ОЖОГИН С.А.	365, 372, 373
МАСЛЕЕВА О.В.	104,105	ОКУНЕВ А.В.	121, 465
МАСЛЕННИКОВ А.В.	398	ОРЕХВО А.В.	236
МАСЛОВ К.А.	247	ОРЕХВО В.А.	236
МАТВЕЕВ Ю.И.	236	ОРЕХОВ Д.В.	372, 373
МАТВЕЕВА М.А.	203	ОРЛОВ Д.А.	374
МАТЮШЕЧКИН Н. А.	315, 325	ОРЛОВСКИЙ А.А.	491
МЕЛУЗОВ А. Г.	333, 335, 494	ОСМАНОВ А.Ф.	122
МЕЛЬНИКОВА Н.Б.	345, 349	ОСМАНОВ Р.Р.	9
МЕЛЬНИЧЕНКО О.П.	120	ОТОПКОВА К.В.	355, 361, 362, 363, 375
МЕНСКАЯ К.В.	298	ОХОТНИКОВ А.Д.	49
МИГАЧЕВ М.И.	326	ОХРИМЧУК Д.С.	302
МИНЕЕВ И.В.	9, 281, 308	ПАВИНСКАЯ А.А.	345
МИНЕЕВ К.В.	10	ПАНИН А.Н.	6
МИРОНОВА В.Ю.	367, 371	ПАПУНИН А.В.	187,191
МИХАЙЛОВА Т.Л.	479, 482, 495, 494	ПАРАМОНОВ В.В.	153,161
МИХЕЕВ А.В.	136(2)	ПАЧУРИН Г.В.	150
МИШУСТОВ В.П.	135,138	ПАУТОВ В.С.	398, 492
МОЗГОВАЯ М.Н.	213,214,215	ПЕЛИНОВСКИЙ Е.Н.	426
МОЗОЛИН И.А.	80, 322	ПЕРЕТРУТОВ А.А.	340, 343, 381
МОИСЕЕВ А.В.	14	ПЕРМОВСКИЙ А.С.	303
МОИСЕЕНКО Т.Е.	430	ПЕТУХОВ А.Н.	369, 370, 378, 462
МОКШАНОВА В.С.	148	ПИЛЬКЕВИЧ А.В.	16,17
МОЛЕВ М.Ю.	442	ПИНЧИН А.В.	137,138,139,143
МОЛОДЦОВ А.А.	283	ПИТЕЛИН М.В.	399
МОРДОВИНА С.К.	168,189	ПИЧУГИН А.В.	169
МОРИН Д.А.	444	ПЛАТОНОВ А.В.	117,127,130
МОРОЗОВ А.Н.	396	ПЛАТОНОВ И.А.	117,127
МОСЯГИНА А.А.	15	ПЛЕСКОВА С.Н.	336, 339, 350
МОТОВИЛОВА М.В.	183	ПЛЕТНЕВ Р.А.	18
МУРТАЗИН Т.М.	216	ПЛЕХОВ А.С.	86,92,107
МУРТАЗИН Т.Э.	81	ПЛОТНИКОВ С.А.	180
МУРЫГИН В.М.	397	ПЛОХОВ С.В.	344
МУСАРСКИЙ Р.А.	132	ПЛЯГО А.В.	184
МУСОНОВ В.В.	196	ПОГОРЕЛОВ А. В.	82
НАЖИМОВА Н.А.	43	ПОЛИКАРПОВА А.А.	32
НАЗАРОВ А.В.	9	ПОЛОЗКОВ Д.В.	263
НЕДЕЛЯЕВА Т.А.	447		
НЕЗНАХИНА Е.Л.	413		

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

ПОЛОЗОВА А.Е.	346	А.Х.	
ПОЛЯКОВ А.А.	56,67,68	САЛТЫКОВ В.С.	60
ПОПОВ А.А.	390, 393	САМОЙЛОВ А.М.	202
ПОРТНОВА Д.А.	446	САНДАКОВ М.Ю.	202
ПОРУБОВ Д.М.	137,138	САННИКОВ А.Н.	61,70,71
ПОСТНИКОВ Д.А.	400	САПАРОВА А.А.	420
ПОСТНИКОВ М.А.	230	САТАЕВ А.А.	303, 305, 311, 312
ПОСЫПКИНА Е.В.	432	САТУРОВА С.В.	35
ПОТАПОВ А.Д.	50, 465	САФРОНОВ И.В.	418, 419
ПОТАПОВА А.М.	123	СВЕТЛОВА Е.И.	268
ПРАВИЛЬНИКОВ В.А.	83	СЕВОСТЬЯНОВ А.А.	103
ПРИСАКАРЬ А.А.	140,162	СЕЗЕНЕВ Т.В.	167
ПРИХУНОВ А.С.	51	СЕКАЧЕВ Б.С.	469
ПРОЗАРОВСКАЯ Л.А.	436, 439	СЕМАШКО А.В.	34,35
ПРОКОПИШИН Д.И.	110	СЕМАШКО П.В.	229
ПРОКОФЬЕВ К.А.	80	СЕМЕНЕНКО А.Н.	293
ПРОКОФЬЕВ С. А.	217,218	СЕНТЮРЕВА В.И.	269
ПРОНИН П.И.	423, 433	СЕРГЕЕВ А.С.	403
ПРОНИНА О.А.	101	СЕРГЕЕВА М.С.	378, 493
ПУЛИН И.С.	140,162	СЕРЕБРЯКОВ А.В.	91
ПШЕНИЦЫН Д.А.	219	СЕРОВ О.В.	20
РАЕВСКИЙ А.С.	321	СЕСИНА Н.А.	354
РАЖЕВА К.В.	264	СИДОРОВ М.В.	470
РЕПИН Д.Г.	193,195	СИДОРОВА Е.В.	27
РОГОЖИН А.Е.	358, 360, 367, 371, 376	СИДЯГИН А.А.	244, 475
РОГОЖИН В.В.	351, 380	СИЛАНТЬЕВА А.Ю.	336
РОДЬКИНА А.В.	239	СИМАКОВ Е.А.	423, 433
РОМАНОВ А.Д.	179,237	СЕНИЦЫН Е.А.	135
РОМАНОВ И.Д.	124,126, 141,163, 331, 334	СИНЮКОВ А.В.	83,84
РОМАНОВА Е.А.	142,238	СИНЮКОВА Т.В.	84
РУБЦОВА Е.В.	286, 295, 304	СКАЧКОВ А.А.	223,233,240,241
РУБЦОВА Т.А.	34	СКВОРЦОВ М.В.	501
РУДНИЦКИЙ В.И.	206,210,223	СКОБЕЛЕВА И.Ю.	202
РУКАВИШНИКОВА У.С.	449	СКОБЕЛИН К.Н.	165
РУМЯНЦЕВ С.С.	466	СКОРОПОСТИЖНЫЙ Е.А.	36
РУСЯЕВА И.Е.	401	СКРИПНИК И.В.	33
РЫБИН А.В.	430	СКРЫЛЕВА В.А.	166
РЫЖАКОВА А.Н.	164	СЛИВА Н.А.	189
РЯБОВ Д. А.	265, 467	СЛУЗОВ А.П.	74,75,77,89, 453, 458, 471
РЯБОВА А.Ю.	402	СЛЮДОВА Н.А.	52
РЯЗАНОВ А.В.	15,19,21, 286, 304	СМЕТАНИН Т.Р.	441, 473, 435, 438
РЯЗАНОВ Д.С.	278	СМИРНОВА Ю.В.	257
РЯЗАПОВ Р.Р.	80, 302, 306	СМИРНОВ Д.М.	500
САВИНОВ Н.И.	267	СМОЛИН С.А.	306
САВИНОВА М.В.	352, 356, 377	СМОРОДИН К.А.	353, 369, 379, 382
САДИКОВ А.Ю.	366, 368, 372, 373, 468	СМОРОДИНА С.И.	460
САЛАХЕТДИНОВА	335	СОБОРНОВ А.Е.	306
		СОКОЛОВ А.Е.	244

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

СОКОЛОВ В.В.	75	ТЮГИН Д.Ю.	139,143, 430
СОКОЛОВА Т.Н.	341, 345, 348	ТЮРЬКИН А.М.	243
СОЛДАТОВА Е.С.	347	ТЮТЮГИН А.А.	270
СОЛНЦЕВ Д.Н.	286	ТЯПКОВ Е.В.	326
СОЛНЦЕВ Е.Б.	103	УЛЮШКИН А.В.	406
СОЛОДОВ К.С.	502	УСАНОВ И.Г.	54
СОРВАЧЕВА А.Е.	447	УСТЮЖАНИН Н.В.	167
СОРОКИН В.Д.	286	УШАКОВ П.А.	374
СОРОКИНА С.А.	259	ФЕДОРЕНКО Я.В.	144
СОСНИН М.А.	283	ФЕДОРОВ Г.В.	86
СОСНИНА Е.Н.	99	ФЕДОРЧАТЕНКО В.И.	102
СПЕХОВ П.Л.	224	ФЕДОСОВА Л.О.	110, 111
СТАНКОВ Д. Е.	325	ФИЛАТОВ В.И.	137,139,143
СТАНКЕВИЧ Б.А.	220	ФИЛАТОВ-БОБРОВ Д.А.	476, 504
СТАРОДУБЦЕВ М.А.	494	ФИЛИНСКИХ А.Д.	475
СТАХИН Д.Р.	125	ФИЛИПОВ А.И.	271
СТАШКОВ А.О.	448	ФИЛИППОВ Г.С.	28
СТЕПАНЕНКО М.А.	70	ФИТАСОВ А.Н.	103,104
СТЕПЫКИН А.В.	455, 461	ФОМИН М.Н.	129
СТРИЖАК А.Д.	188,190	ФОМИНА К.С.	17,22
СУВОРОВА И.О.	392	ФОМИЧЕВ А.С.	257
СУГАКОВ В.Г.	106	ФОМИЧЕВ О.И.	350
СУИТИН А.С.	230	ФРОЛОВ Е.А.	449
СУМИНОВ О.Д.	281, 287, 308	ХАРЧЕВ Р.М.	272
СУХАРЕВ Ю.П.	291	ХАУСТОВ А.Н.	474
СУХОВА А.Д.	37	ХАШЕВА И.Ю.	380
СЫЧЕВ К.С.	404	ХВОЙНОВ О.В.	301, 305, 311, 312
СЫЧЕВ С.С.	348	ХИТЕВА Д.В.	495
ТАРАСОВ А.В.	21	ХЛЫБОВ А.А.	249, 261, 265, 269, 275
ТАРАСОВА Н.П.	289	ХОЗЕРОВ В.С.	145
ТАРНОВСКАЯ В.А.	221	ХОРЬКОВ С.В.	327
ТЕЛЬНОВ М.Д.	195	ХРАМОВ Д.С.	24
ТЕРГАНОВА А.А.	309	ХРАМОВА С.А.	23
ТЕРЕХИНА О.А.	408	ХРАПЦОВ Д.В.	273
ТЕРЗИНОВ Д.	364	ХРОБОСТОВ А.Е.	304
ТИМКОВА С.В.	53	ХРУНКОВ С.Н.	197,228,231,232
ТИМОФЕЕВ Ю.А.	280	ЦАПАЕВ А.П.	131, 401
ТИМОФЕЕВА О.П.	62,72	ЦАРЕВА И.Н.	260
ТИТОВ Д.Ю.	78,88	ЦЕЛИЩЕВА С.С.	408
ТИТОВ Д.Ю.	78	ЧАДОВ А.А.	378, 407
ТИХОНОВ В.А.	449	ЧВАНОВАЛ.А.	474
ТИХОНОВ И.А.	72	ЧЕБЕРЯК О.И.	276
ТОЛБУЗОВ Н.Н.	182	ЧЕГУРОВ М.К.	267
ТОЛСТОБРОВА К.Ю.	349	ЧЕРНЫШОВ Е.А.	126,238, 334
ТОМЧИНСКАЯ Т.Н.	475	ЧЕСНОКОВ А.А.	292, 296, 313
ТРЕБУХИНА А.И.	281, 287, 308	ЧЕСНОКОВ С.А.	327
ТРИФОНОВ В.Ю.	422	ЧЕСНОКОВА Е.И.	117,127
ТРУБЯНОВ М.М.	369, 379	ЧИРКОВ В.А.	288, 498
ТУГАНОВ Р.Б.	405		
ТУМАНОВ В.В.	310		

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

ЧИСТЯКОВ О.А.	129
ЧИСТЯКОВА Ю.С.	73
ЧУБЕНКО М.Н.	381
ЧУМАРИН К.Е.	101
ЧУРИЛОВА Н.Э.	494
ШАБАШОВ А.А.	38
ШАБЛЬКИН Д.Н.	378
ШАВОЯН Р.Э.	130
ШАГАЛОВА П.А.	73
ШАГАРОВА А. А.	359, 364
ШАДРИН А.О.	168
ШАЛУХО А.В.	94,102
ШАЛЬНОВ Р.С.	191
ШАПОШНИКОВА М.О.	475
ШАРАФЕТДИНОВА К.В.	289, 305, 498
ШАТАГИН Д.А.	418
ШАШКОВА Е.О.	381
ШЕНДЕЛОВ А.С.	131
ШЕСТАКОВА А.С.	169,185
ШЕФЕРОВ А.И.	196
ШИБАНОВА В.С.	63
ШИГИН А.А.	230
ШИПИН А.И.	186
ШИРМАНОВ М.В.	227
ШИРОКОВА К.А.	406
ШИРШИН Г.А.	497
ШИШМАКОВ Е.Д.	155,156,170
ШОР А.В.	39
ШРАМКО П.А.	104
ШУВАЛОВА Ю.Н.	458
ШУЛАЕВ С.Э.	328
ШУСТОВ Д.М.	329, 457
ШУСТОВ С.И.	151
ШУТОВА. О.О.	274
ЩЕРБАКОВ В.В.	6
ЭЛИЗБАРАШВИЛИ А.А.	275
ЭРДИЛИ Н.И.	105
ЮНИСОВА А.А.	381
ЯКИМОВ М.О.	476, 504
ЯНБИКОВ Н.Р.	353, 369, 379, 382
ЯНКИН Д. В.	276
ЯРОВАЯ Е.И.	248, 253
ЯШИНА А.Н.	294, 322, 327

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов XVIII Всероссийской молодежной научно-технической конференции

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерный набор К.О. Гончаров

Подписано в печать 21.05.2019. Формат 60 x 84 ¹/₈.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 64,125.
Тираж 50 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Типография НГТУ.

Адрес полиграфического предприятия:

Нижегород, ул. Минина, 24.