

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

*Сборник материалов
XII Международной молодежной
научно-технической конференции*

Нижний Новгород, 24 мая 2013 г.

Нижний Новгород 2013

УДК 62
ББК 30
Б 903

Будущее технической науки: сборник материалов XII Международной молодежной научно-технической конференции; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. – 553 с.

В тезисах докладов излагаются актуальные вопросы развития научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ в различных отраслях промышленности, а также проблемы развития науки и высоких технологий на современном этапе. Рассматриваются вопросы транспорта, машиностроения, материаловедения, электро- и ядерной энергетики, химии и химических технологий, радиоэлектроники и информационных технологий, социально-экономических проблем.

Материалы конференции публикуются в авторской редакции.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н.Ю. Бабанов (председатель), В.В. Беляков (ответственный секретарь конференции),
В.П. Хранилов, Е.Н. Соснина, Е.В. Бычков, И.Л. Лаптев, А.Е. Жуков, Т.М. Колосова,
М.А. Легчанов, А.А. Куркин, В.А. Козырин, О.А. Казанцев, В.И. Поздяев, Е.А. Зайцева,
Д.А. Корнилов, О.М. Власова, В.Е. Колотилин, Н.П. Тежикова, О.В. Пугина,
К.О. Гончаров.

Оргкомитет XII Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки России» приветствует всех ее участников в стенах Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

Наша конференция, созданная с целью содействия творческой и профессиональной деятельности молодых ученых, создает уникальные условия для практического осуществления программ подготовки и закрепления молодых научно-технических кадров, является реальным средством поддержки и реализации их инициатив. Именно на сохранении и развитии кадрового потенциала молодых ученых в настоящее время необходимо сосредоточить значительные 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 «У.М.Н.И.К.» (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 пригодности собственных идей. Работа над созданием продукта, имеющего спрос, разработка технологии предполагают работу коллектива. Поэтому «УМНИК» способствует коллективному творчеству. 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. Мы надеемся, что нынешняя конференция станет одним из этапов, способствующих объединению и творческому развитию научно-технической молодежи, позволит расширить научный кругозор каждого участника, поможет проникнуться духом научного открытия и в будущем занять достойное место среди именитых научных деятелей.

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.	20
1.4. Информационные технологии.	25
1.5. Техническая кибернетика.	41
2. Электроэнергетика.	50
2.1. Автоматизация систем электрооборудования.	50
2.2. Эффективность систем электроэнергетики.	56
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии.	67
3. Машиностроение.	72
4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы	106
4.1. Конструирование наземных транспортных средств.	106
4.2. Эксплуатация наземных транспортных средств.	150
4.3. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания	212
4.4. Строительные и дорожные машины.	215
5. Морская, авиационная техника и кораблестроение.	224
5.1. Кораблестроение и авиационная техника.	224
5.2. Энергетические установки.	246
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции.	270
6. Материаловедение, наноматериалы и нанотехнологии	275
7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок	311
7.1. Ядерная энергетика.	311
7.2. Физика волновых процессов.	360
8. Медицинская инженерия.	374
9. Химия, химические, био- нанотехнологии.	377
10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов.	404
11. Экономика и социология.	433
11.1. Экономика, менеджмент и инновации.	433
11.2. Социология и история.	477
11.3. Философия и технознание.	481
.	
12. Математическое моделирование геофизических процессов.	505
13. Научное общество учащихся.	513
14. Коммерциализация инновационных проектов (У.М.Н.И.К)	519
Алфавитный указатель.	553

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подсекция 1.1

Радиоэлектронные системы и устройства

УДК 621.396

Е.С. БАЛОБАНОВ, Д.Р. ШИШКИН, Р.А. ЯРЕМЧУК

РАЗРАБОТКА РЕГИСТРАТОРА СПЕКТРАЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОДИНОЧНЫХ СШП-СИГНАЛОВ

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

Одним из перспективных направлений развития радиотехнических систем (радиолокационных, связи, телеметрии и т.д.) является применение сверхширокополосных (СШП) сигналов. Согласно существующей классификации к СШП-сигналам относятся сигналы, ширина спектра которых составляет не менее 25% от значения центральной частоты спектра.

Распространение СШП-сигналов в различных средах имеет ряд особенностей, для изучения которых требуется создание соответствующей измерительной аппаратуры, обеспечивающей возможность измерения спектрально-энергетических параметров как периодических, так и одиночных СШП-сигналов.

В настоящем докладе приведены результаты разработки в ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова» экспериментального образца регистратора спектрально-энергетических параметров одиночных СШП-сигналов (РПИ). Регистратор оценивает уровни спектральных составляющих в 4-х участках спектра принимаемого сигнала.

Конструктивно РПИ выполнен в виде моноблока. Общий вид РПИ показан на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид РПИ

Регистратор может устанавливаться как на Земле, так и на борту летательного аппарата и синхронизироваться с генератором СШП-излучения по сигналам точного времени.

Пример размещения РПИ на борту ИСЗ приведен на рис. 2.

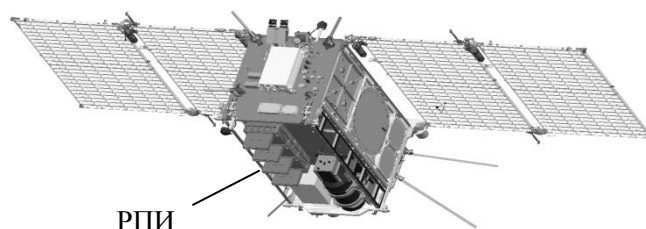


Рис. 2. Схема размещения РПИ на борту ИСЗ

Разработанный регистратор имеет технические характеристики, позволяющие использовать его в экспериментальных исследованиях прохождения СШП-сигналов через атмосферу и ионосферу.

УДК 621.396.6

В.И. ЕВСЕЕВ, О.В. ЛАВРИЧЕВ

**ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО СЕРИЙНОГО
ПРОИЗВОДСТВА ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИХ МОДУЛЕЙ АФАР
ДЛЯ РЛС РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА АРЗАМАССКОМ
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОМ ЗАВОДЕ**

(ОАО Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина)

Экспертный анализ развития радиоэлектронных средств, предназначенных для радиолокации, выявил необходимость освоения производства приемно-передающих модулей АФАР (ППМ АФАР) и функционально законченных антенных решеток на их основе для радиолокаторов дистанционного зондирования Земли авиационного базирования, а в перспективе – для установки на космических аппаратах. Подобные РЛС должны обладать малыми массами и габаритами, высокой надежностью, а также уникальными техническими характеристиками, что позволит с высокой точностью выполнять оперативное картографирование земель и вод хозяйственного значения, формировать как оценку их текущего использования, так и прогнозы по наиболее рациональному природопользованию. Кроме того, применение многочастотных систем с широкополосными сигналами позволит давать оценки сейсмического состояния земель, оценивать ледовую обстановку и прогнозировать паводки, проводить учет и контроль состояния имеющихся и вновь выявляемых земельных и водных ресурсов, обеспечивать их освоение. Данное обстоятельство особенно актуально для просторов Российской Федерации, что обеспечивает заявленной тематике работ чрезвычайно высокий уровень актуальности.

Уникальность и новизна изготовленных на предприятии ППМ будет обеспечена с помощью входного контроля СВЧ параметров комплектующих электронных компонентов. Такой подход существенно увеличит процент выхода годных изделий, так как естественный и весьма большой разброс параметров используемых

микроэлектронных компонентов, в особенности мощных усилительных модулей, будет сведен к минимуму. С этой целью предполагается использовать специальное контактное устройство оригинальной конструкции для измерения волновых параметров рассеяния электронных компонентов в полосковых линиях передачи.

Для производства и достижения улучшений в части функциональных, потребительских, стоимостных и других эксплуатационных показателей разрабатываемых и изготавливаемых приемопередающих модулей АФАР, при создании высокотехнологичного производства планируется обеспечить высокий уровень совершенства измерительного и стендового оборудования, используемого при сборке, отладке и настройке ППМ. Высокая степень унификации узлов ППМ по назначению и функциональным характеристикам позволяет использовать унифицированные измерительные комплексы, охватывающие диапазон измерений от 1 ГГц до 20 ГГц и использовать их со сменной оснасткой. Построенные на основе векторных анализаторов цепей фирмы Agilent типа PNA-X, измерительные стенды и созданное на их основе стендовое оборудование и автоматизированные рабочие места операторов позволят достичь высокий уровень автоматизации измерений и настройки, минимизировать участие оператора в процессе настройки и отладки и достичь высокой скорости отладки и регулировки. Реализуемые в составе ППМ встроенные средства контроля и диагностики позволяют обеспечить предварительную подготовку модуля к измерениям.

Для более плодотворного решения поставленных задач планируется реализация научно-исследовательской опытно-конструкторской и технологической работы (НИОКТР) с участием специалистов института радиоэлектроники и информационных технологий НГТУ им. Р.Е. Алексеева. С этой целью на кафедре «Компьютерные технологии в проектировании и производстве» ИРИТ в январе 2013 года была организована лаборатория «Автоматизированного проектирования радиоэлектронных систем и микроволновых измерений».

В результате успешной реализации совместного проекта по организации высокотехнологичного производства ППМ АФАР РЛС различного назначения будут достигнуты положительные решения следующих ключевых для партнеров по НИОКТР научно-технических и технологических задач:

- увеличение объема выпускаемой высокотехнологичной продукции;
- развитие и совершенствование форм взаимодействия предприятия реального сектора экономики с высшим учебным заведением;
- взаимовыгодный обмен опытом и научно-техническими достижениями, включая проведение совместных научных исследований и публикацию полученных результатов;
- создание высокотехнологичных рабочих мест для молодых специалистов;
- привлечение в производственный сектор денежных средств в виде государственных субсидий.

На предприятии-инициаторе планируемой НИОКТР основными задачами для развития технологических служб являются:

- разработка модуля ППМ S-диапазона;
- создание производства печатных плат 5-го и 6-го классов;
- освоение технологии поверхностного монтажа с минимальными размерами элементов 0,5x1,0 мм и минимальным шагом 0,6 мм и максимальным количеством выводов свыше 700;
- освоение технологии монтажа мощных СВЧ кристаллов на печатную плату и керамические подложки на эвтектику с последующей разваркой выводов на кристалл и плату;

- освоение технологии герметизации корпусов СВЧ блоков с последующей их проверкой на герметичность.

Для подразделений АПЗ, производящих окончательную сборку, регулировку и наладку готовых АФАР:

- разработка, освоение и внедрение новых технологий автоматизированного измерения параметров и характеристик ППМ;
- разработка, освоение и внедрение новых технологий автоматизированного измерения параметров и характеристик ППМ;
- сборка и отладка АРМ регулировки параметров ППМ в отдельности и в составе целого комплекса АФАР; отработка технологий взаимодействия разработчиков ППМ и специалистов, осуществляющих окончательную сборку и отладку комплекса АФАР.

УДК 621.396

В.В. ЕФРЕМОВ, Р.В. СВЕРДЛОВ

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ НОСИМЫХ GSM-АНТЕНН

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

Задачей данной работы явилась разработка антенн для использования в GSM-связи, т.е. в сотовых телефонах и модемах, позволяющих принимать и передавать сигнал при недостаточном для удовлетворительной работы уровне сигнала.

В работе поставлены задачи: выбор возможных типов антенн, совместимых с носимыми GSM-устройствами; разработка конструкции выбранных антенн; сравнение параметров антенн и оптимизация их конструкции.

Было выбрано три направления решения задачи: создать отдельные антенны для поддиапазонов 900 и 1800 МГц; двухдиапазонную антенну; антенну, охватывающую весь рабочий диапазон.

В качестве антенны на отдельные поддиапазоны был выбран шлейф-вибратор Пистолькорса. В качестве двухдиапазонной антенны была выбрана J-образная антенна «Кактус», представляющая собой полуволновой вибратор, запитанный с конца посредством четвертьволнового короткозамкнутого шлейфа.

В качестве антенны на весь рабочий диапазон были выбраны два вида плоских спиральных антенн. Первый вид – архимедовы спиральные антенны. Рассчитаны два варианта, отличающихся шириной проводников и расстоянием между ними. Диаметр антенн определяется максимальной рабочей длиной волны $\lambda_{\max} = 34,1$ см и составляет 10,8 см, т.е. антенны можно выполнить на печатной плате размерами 110x110 мм. Подключение производится с помощью коаксиального кабеля, подключенного к ветвям в центре спирали.

Второй вид – логарифмические спиральные антенны. При тех же рабочих длинах волн они могут иметь меньшие размеры, чем архимедовы, т.к. λ_{\max} определяет не радиус, а длину плеча антенны, зависящую от плотности навивки. Были рассчитаны два варианта, отличающиеся плотностью навивки. Антенны могут быть изготовлены на печатных платах размерами 100x80 и 82x70 мм, т.е. размеры сравнимы с размерами сотовых телефонов. Подключение производится с помощью коаксиального кабеля и экспоненциального трансформатора, выполненного на обратной стороне платы.

Был проведен эксперимент с целью измерения уровня приема сигнала GSM-связи и снятия диаграмм направленности рассчитанных антенн. В качестве установки для проведения эксперимента был использован сотовый телефон Motorola Talkabout

T2288 с программным обеспечением *Active Cell*, позволяющее измерять уровень принимаемого сигнала в децибелах. Полученные результаты показали выигрыш в мощности изготовленных антенн по сравнению со штатной. Для шлейф-вибратора Пистолькорса выигрыш составил 15дБ; для плоских архимедовых спиральных антенн 18 ± 2 дБ; для логарифмических спиральных антенн 16 ± 2 дБ. Был произведен дозвон из частично экранированного помещения, показавший удоалетворительный уровень связи, при невозможности связи на штатной антенне телефона.

Было проведено моделирование, а затем оптимизация геометрии рассчитанных спиральных антенн. Для моделирования была выбрана программа «HFSS 13». В ходе оптимизации спиральных антенн производилось изменение геометрии проводников антенны с целью достижения наилучших приемно-передающих свойств.

Дальнейшим направлением работы является расчет, оптимизация и изготовление плоского комбинированного вибратора; однозаходной логарифмической спиральной антенны, наиболее конструктивно соответствующей корпусу практически любой модели телефона; фазированной антенной решетки, элементы которой соответствуют штатной антенне сотового телефона.

УДК 621.396.96

В.И. ИРХИН, Е.В. БЕССОНОВА

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАДИОВИДЕНИЯ В СТАЦИОНАРНЫХ РЛС

ОАО «ФНПЦ «ННИИРТ»

При современном развитии военной техники большую роль играет использование радиолокационных станций (РЛС) для обнаружения воздушных и наземных объектов противника. В связи с этим возникает необходимость обеспечения безопасности РЛС и других тактических объектов для предотвращения их уничтожения. Большую угрозу безопасности РЛС представляют малозаметные и малоразмерные объекты, такие как беспилотные летательные аппараты и люди, обнаружение которых для РЛС дальнего действия с плохим элементом разрешения невозможно. Поэтому возникает задача создания радиолокаторов, работающих в режиме радиовидения. Данный режим подразумевает способность получения радиолокационного изображения в диапазоне радиоволн с детальностью оптических систем. То есть необходимо обеспечить равенство элементов разрешения по двум координатам дальность-азимут. Хорошая разрешающая способность по дальности в импульсных РЛС обеспечивается использованием широкополосных сигналов, тогда элемент разрешения по дальности Δr равен: $\Delta r = c/2\Delta f$, где c – скорость света, Δf – ширина спектра зондирующего сигнала. Получение высокой разрешающей способности по азимуту, а соответственно обеспечение режима радиовидения, ранее было возможно в подвижных РЛС благодаря синтезу апертуры [1].

Азимутальный элемент разрешения в статических обзорных РЛС характеризуется шириной диаграммы направленности (ДН) по азимуту [2]. Таким образом, получение высокого элемента разрешения по азимутальной координате представляет несомненный практический интерес.

В статических обзорных РЛС сигнал, отраженный от цели, представляет последовательность импульсов, модулированную ДН антенны по азимуту. Так как увеличение разрешающей способности двух сигналов достигается путем расширения их спектра [3], то улучшения элемента разрешения по азимуту можно добиться путем дополнительной фазовой модуляции азимутальной пачки (рис.1). В качестве

расширяющей была выбрана периодическая кодовая последовательность - М-последовательность, обладающая минимальным уровнем боковых лепестков.

В результате оптимальной обработки азимутальной пачки, получаем сжатый сигнал (рис.2). Степень сжатия азимутального сигнала определяется количеством элементов в одном периоде кодовой последовательности, которое равно числу импульсов на ширину ДН антенны.

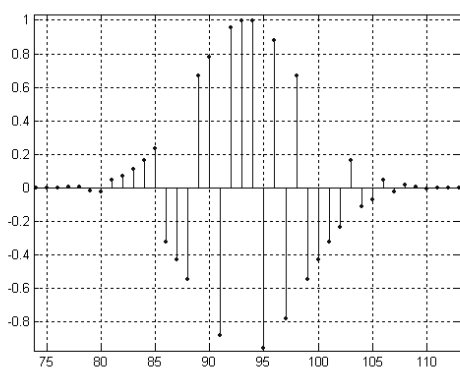


рис.1

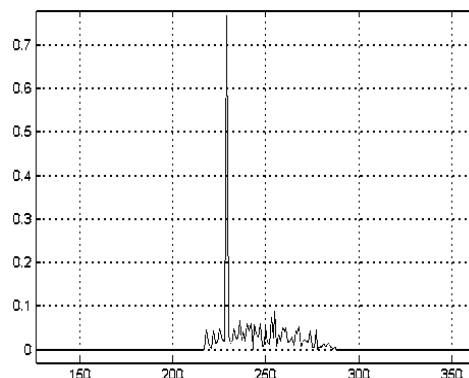


рис.2

Список литературы

1. Кондратенков Г.С., Фролов А.Ю. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли. М.: "Радиотехника", 2005, 368 с.
2. Ширман Я.Д. Теоретические основы радиолокации. М.: "Советское радио", 1970, 560 с.
3. Свистов В.М. Радиолокационные сигналы и их обработка. М.: "Советское радио", 1977, 448 с.

УДК 621.396.96

П.А. НОВИКОВ, Ю.К. БОГАТЫРЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭМУЛЯЦИОННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕСТОВЫХ СЕТЕВЫХ ТОПОЛОГИЙ

Нижегородский государственный технический университет

Особенностью современных телекоммуникационных сетей является полный переход к цифровым технологиям и пакетным сетям. Сети четвертого поколения оперируют пакетными данными, а аналоговые элементы полностью исключаются из архитектуры. В сетях такого типа одной из основных задач является обработка, коммутация и маршрутизация потоков трафика. В связи с этим устройства реализующие функции маршрутизации трафика становятся базовыми для сетей LTE.

При разработке и проверке какого-либо сетевого устройства или программного обеспечения для него, возникает необходимость в построении разветвленных тестовых топологий, состоящих из большого числа сетевых элементов. В этом случае решением является применение программных приложений, эмулирующих реальные сетевые объекты. В частности, создание универсального модуля эмулирующего функции коммутатора и маршрутизатора (Emulated Switching-Routing System – ESRS) позволит заменить реальные устройства, функционирующие на базе серверных рэков, обычными компьютерами. В свою очередь, это позволит удешевить, миниатюризировать и упростить топологию.

Модуль ESRS может быть использован для маршрутизации трафика внутри CN. Таким образом, при помощи ESRS может быть протестирован радио-модуль LTE. Тестируемый радио-модуль подключается и взаимодействует только с компьютером,

на котором работает ESRS. При этом ESRS, по сути, эмулирует и замещает собой всю следующую за радио-частью структуру телекоммуникационной сети

В работе предлагается использовать ESRS при объединении в топологию нескольких модулей, обеспечивающих инфраструктуру сети и маршрутизацию трафика внутри нее. Данная топология формирует систему Traffic Managing Devices, которая обслуживает функциональные модули сети, управляя пользовательским трафиком. Если речь идет о разработке, проверки или отладке реального роутера, обслуживающего сеть в рамках некоторой топологии сети, ESRS даст возможность эмулировать такую сеть. При этом тестируемый роутер или его прототип будет подключен к необходимому количеству ESRS для формирования рабочей топологии.

С использованием такой топологии может быть протестировано реальное разрабатываемое сетевое устройство. Данное применение ESRS позволяет минимизировать при тестировании количество сетевых устройств, заменив их программными эмуляционными моделями.

Разработка или отладка может проводиться также и внутри самого устройства управления трафиком. Так, например, может требоваться разработка некоторого функционального элемента внутри RUT. В таком случае ESRS будет использована как платформа для создания или тестирования такого элемента, при этом он включается во взаимодействие с эмулированными ESRS элементами. В данном случае эмуляционная система позволяет создать среду для проверки разрабатываемого блока, а, следовательно, оценить работоспособность той или иной функциональности. При этом среда моделируется программно, следовательно, нет необходимости применять готовые устройства для ее создания. К тому же, если речь идет о разработке некой принципиально новой функциональности реальных устройств и программных средств может еще не быть. Таким образом, ESRS дает возможность использовать прототип будущего устройства, для которого разрабатывается функциональный модуль

В данной работе показана актуальность применения программной эмуляции при разработке, отладке или тестировании элементов LTE сети. Освещены назначение и способы построения тестовых топологий на основе программных эмуляционных модулей. Приведены примеры разработки элементов инфраструктуры сети LTE посредством использования универсальной эмуляционной системы маршрутизации трафика. Приведено подробное описание разработанного модуля ESRS.

Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры

УДК 004.946

И.А. ДОРОФЕЕВ, Е.А. НИКУЛИН

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНВЕРСНОЙ КИНЕМАТИКИ СУСТАВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ИХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ОГРАНИЧЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работа посвящена методу инверсной кинематики и алгоритмам моделирования многосуставных упругих манипуляторов в трехмерном пространстве. Также рассматриваются алгоритмы нахождения траектории движения манипулятора в условиях пространственных ограничений.

Инверсная кинематика применяется к моделям персонажей или объектов, созданных с использованием скелетной анимации. Суть скелетной анимации в том, что объект состоит из набора твердых сегментов (компонентов), соединенных сочленениями, представленными четырьмя типами шарниров: обычным, шаровым, цилиндрическим и телескопическим. Сегменты объединяются в кинематические пары, которые, в свою очередь, соединяются в кинематические цепи. В результате сегменты образуют иерархические цепочки, имеющие «верхний» и «нижний» уровни. Сегменты верхних уровней называются родительскими (компонентами-предками), а сегменты нижних уровней — дочерними (компонентами-потомками).

Алгоритм инверсной кинематики рассчитывает положение и ориентацию компонентов-предков, исходя из положения и ориентации компонентов-потомков.

В инверсной кинематике дочерний сегмент (компонент-потомок), вызывающий изменение положения других объектов и расположен в середине отдельной иерархической цепочки сегментов, называется эффектором. Если эффектор является конечным объектом данной иерархической цепочки, то он называется конечным эффектором. Именно через эффектор осуществляется манипулирование всей иерархической цепочкой. Изменение положения и/или ориентации конечного эффектора приводит к изменению положения и/или ориентации всех сегментов иерархической цепочки по законам инверсной кинематики. Изменение положения и/или ориентации простого (не конечного) эффектора приводит к тому, что положение объектов, стоящих по иерархии ниже него, меняется по законам прямой кинематики, а объектов с более высокой иерархией — по законам инверсной кинематики.

В работе реализован алгоритм инверсной кинематики, основанный на расчете сил, действующих на эффектор кинематической цепи. Данный алгоритм является итеративным. Для каждого сегмента цепи рассчитываются действующие на него силы с учетом физических свойств сочленений (масса, упругость, ограничения движения). На основе рассчитанных сил определяются углы поворота сочленений на текущем шаге движения.

Движение кинематической цепи в пространстве может быть ограничено препятствиями. Препятствия представляют собой трехмерные модели каких-либо объектов (например, ящик или сфера), заданные наборами треугольников. В процессе моделирования движения постоянно проверяются столкновения элементов кинематической цепи с препятствиями. Для обхода препятствий в реальном времени применяется метод, основанный на случайном отклонении цели от своего начального положения. Он дает определенные практические результаты, но для надежного выхода кинематической цепи из тупиковых состояний может быть усовершенствован. Одним из вариантов усовершенствования является алгоритм, в котором, случайные положения цели берутся на спирали, центр которой лежит в начальном положении цели, а следующие положения соответствуют большему углу спирали.

УДК 004

Ю.С. ЕГОРОВ, В.В. МУСОНОВ

УПРАВЛЯЕМАЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Одной из важнейших задач при визуализации сложных трехмерных сцен обычно является определение того, какие части объектов (моделей), находящихся в трехмерном пространстве, будут видны при рендеринге, а какие закрыты от наблюдателя другими объектами. При этом необходимо учитывать, что состояние модели технологического объекта (включая взаимное положение элементов модели) может динамически изменяться в зависимости от сценария технологического процесса или задаваться последовательностью векторов состояния, поступающей от датчиков системы мониторинга.

Технология рендеринга в режиме реального времени представляет собой компьютерную имитацию объектов и обеспечивает создание и модификацию источников света, изменение цвета поверхности объектов, наложение на них текстур (например, различного рода шероховатостей), искажение поверхностей, внесение эффектов полупрозрачности объектов и т.п.

Предлагаемый подход позволяет отображать самостоятельные модели технологических объектов в системе координат $x, y, z, \alpha, \beta, \gamma$, где x, y, z – координаты модели на трехмерной сцене; α, β, γ – углы поворота модели.

Трехмерная сцена, содержащая модели элементов технологического процесса оживляется – анимируется, отображая реальное состояние объектов, взаимодействие между ними, порядок обработки и т.п. При этом могут быть использованы различные методы для визуализации: изменение цвета объекта в зависимости от его состояния (например, опасные или аварийные объекты могут окрашиваться красный цвет); изменение графического образа в зависимости от текущего состояния объекта; перемещение объектов по трехмерной сцене; масштабирование объектов и т.п.

Для инженерной реализации в качестве средства программирования выбрана среда Embarcadero Delphi XE. На данный момент разработан прототип системы управляемой пользователем визуализации технологических объектов, в котором обеспечивается выполнение следующих функций:

- импорт трехмерных моделей в формате *.3ds;
- управление виртуальной сценой;
- управление анимацией и движением трехмерных моделей;
- рендер трехмерных моделей;

– управление точкой обзора в режиме реально времени.

Благодаря реализованному механизму визуализации обеспечивается удобный доступ к любому элементу технологического процесса, т.к. пользователь с помощью мыши или навигационных клавиш может менять точку обзора по своему желанию.

Предлагаемая реализация способствует повышению эффективности восприятия человеком технологических объектов. Система может быть использована для создания визуального образа техпроцессов, которые выполняются удаленно и недоступны непосредственному наблюдению или выполняются в экстремальных условиях не позволяющих задействовать для их контроля технические средства видеонаблюдения. Кроме того, система может использоваться при обучении специалистов, т.к. в сценарий можно заложить множество различных ситуаций, в полной мере отражающих свойства технологических объектов.

УДК 621.396.6

Ю.И. ЛУЖАВИН, Н.Н. ТАМБОВСКАЯ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЛОКАЛЬНОГО ПЕРЕГРЕВА В УСИЛИТЕЛЯХ МОЩНОСТИ АВИАЦИОННОЙ БОРТОВОЙ РЭА

ОАО «НПП «Полет»

Усилители мощности (УМ) с высокой линейностью и большим уровнем выходной мощности выгодно конструировать из модулей, представляющих из себя двухтактные ячейки на паре транзисторов, работающих в недонапряженном режиме.

Требования технического задания в части электрических параметров усилителей мощности, как правило, всегда носят приоритетный характер. Для достижения качественных характеристик усилителя, например, таких как линейность и коэффициент усиления, предпочтительнее схема с двумя двухтактными ячейками в оконечном каскаде. Основные трудности при реализации схемы усиления с двумя двухтактными ячейками в оконечном каскаде возникают при проектировании радиатора, способного снять локальный перегрев с теплонагруженных транзисторов.

Не смотря на большой перегрев, при реализации схемы усиления с двумя двухтактными ячейками в оконечном каскаде УМ, проблема локального перегрева в большей части может быть снята за счет применения медной пластины, применения ступенчатого радиатора или системы целенаправленного распределения воздушного потока.

Медь, лучше проводящая тепло, быстрее охлаждает транзистор по сравнению с алюминием. Алюминиевый радиатор с медной пластиной позволяет решить задачу отвода тепла лучше и не значительно утяжеляет конструкцию.

Для увеличения проводимости плат в структуру вводят дополнительные теплоотводящие слои. Также, для усиления теплоотдачи от источника тепла на теплоотводящий слой и от слоя к теплоотдающей поверхности, в плате под корпусом элемента и в зоне теплостока выполняются сквозные металлизированные отверстия.

Особую актуальность проблема проектирования энергоемких усилителей мощности приобретает, когда речь идет о бортовой авиационной аппаратуре, так как к ней предъявляются повышенные требования к качеству и надежности связи, массе и габаритам.

Воздушное принудительное охлаждение в самолетной РЭА получило наибольшее распространение, так как при невысокой стоимости и относительной простоте обеспечивает нормальный тепловой режим при более высоких удельных мощностях рассеивания (от 200 до 2000 Вт/м²).

Конструкция современной бортовой РЭА, предназначенная для эксплуатации на ЛА, состоит из базовых несущих конструкций (БНК) разных уровней. Подача охлаждающего воздуха в блок происходит от централизованной воздушной системы охлаждения через патрубки в поддон рамы, а далее поступает в зону блока. Целенаправленное распределение воздушного потока в большинстве случаев определяется конструкцией поддона рамы.

Главным фактором, определяющим тепловой режим блока является непосредственный «контакт» стенок блока, на которые осуществляется сток тепла с узлов и источника питания, с окружающим блок воздухом при пассивном охлаждении, и наличие каналов охлаждающего тракта в этих стенках при активном способе охлаждения. При организации теплового перехода «узел-корпус» необходимо учитывать, что на его проводимость существенно влияет введение наполнителя (теплопроводной пасты), увеличение качества, чистоты обработки и усилии прижатия контактирующих поверхностей.

УДК 621.4

А.В. НОВИКОВ, Д.В. МЕДУНОВ*

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АФАР ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ Р.Е. Алексеева
*ОАО «НПП «Полет»

Антенно-фидерное устройство, обеспечивающее передачу и прием данных, – неотъемлемая часть любой радиотехнической системы. Требования к техническим характеристикам антенн вытекают из назначения радиосистемы, условий размещения, режима работы, допустимых затрат и т.д.

Антенны СВЧ широко применяют в различных областях радиоэлектроники – связи, телевидении, радиолокации, радиоуправлении, а также в системах инструментальной посадки летательных аппаратов, радиоэлектронного противодействия, радио взрывателей, радио телеметрии и др. Успешное развитие радиоастрономии и освоение космоса во многом связаны с достижениями антенной техники СВЧ. В последние годы намечаются новые области использования СВЧ антенной техники, например для передачи СВЧ энергии на большие расстояния.

Применение узконаправленных антенной системы (АС) на легких БПЛА осложняется ограниченными возможностями по массогабаритным характеристикам полезной нагрузки, а также нестабильностью пространственного положения вследствие воздействия воздушных потоков. При этом степень влияния нестабильности тем выше, чем уже диаграмма направленности (ДН) АС. Складывается противоречие между необходимостью сужения ДН АС с целью повышения энергетической эффективности и помехозащищенности излучателей и необходимостью ее расширения, с целью обеспечения требуемого качества связи в условиях пространственной нестабильности БПЛА.

Для того чтобы управлять БПЛА нужно непрерывно поддерживать с ним радиосвязь с наземным пунктом управления и со спутником. Обеспечить это довольно не просто, т.к. во время полета самолет постоянно маневрирует, и связь может оборваться. Основная задача – создать непрерывный канал связи. Она решается расположением АФАР на корпусе и на крыльях БПЛА так, чтобы при маневре АФАР поддерживала радиосвязь.

Таким образом, одной из актуальных задач антенной техники для БПЛА является создание антенн с управляемыми диаграммами направленности. Свойство сканирования позволяет осуществлять сопровождение движущихся объектов. При этом в большинстве практических случаев необходимо, чтобы острая направленность антенны сочеталась с высокой скоростью перемещения антенного луча в пространстве, движением его по любой заданной программе, обзором весьма широкого сектора пространства, автоматическим управлением и т.д. Перечисленным требованиям удовлетворяют АФАР в виде многоэлементных решеток излучателей с электрически управляемой диаграммой направленности[1].

В работе предлагается вариант разработки конструкции на основе плоских диполей расположенных на диэлектрической подложке. Приводятся оценочные расчеты основных характеристик и размеров решетки и обосновывается выбор системы управления

С применением САПР проведен расчет основных характеристик АФАР (ДН, УБЛ, КНД).

Авторы благодарят профессора Ямпурин Н.П. за дискуссии и замечания по работе.

Список литературы

1. Воскресенский, Д.И. Активные фазированные антенные решетки/Л. И. Братчиков, В.И. Васин, О. О. Василенко, Е. Н. Воронин, Д. И. Воскресенский, Е. А. Старостенков, В. Н. Трусов, Я. С. Шифрин; под ред. Д. И. Воскресенского, А.И. Канащенкова – М.: Радиотехника, 2004.

УДК 004

А.В. ПРИСАКАРЬ

СОЗДАНИЕ ТРЕНАЖЕРА ПО РАСШИФРОВКЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В настоящее время идет крупномасштабное внедрение информационных технологий в области медицины. Это сопровождается существенными изменениями в медицинской теории и практике, связанными с внесением корректив к подготовке медицинских работников. В докладе рассмотрены проблемы создания программного обеспечения (ПО) для обучающих медицинских информационных систем (МИС).

Одним из самых распространенных и эффективных методов исследования динамики сердца и диагностики режима его функционирования является анализ электрокардиограммы. Несмотря на появление дорогостоящих и сложных кардиологических тестов, электрокардиография остается наиболее надежным инструментальным методом для подтверждения многих диагнозов. Электрокардиограмма (ЭКГ) – это графическое отображение прохождения электрического импульса по проводящей системе сердца. Прохождение импульса по проводящей системе сердца графически записывается по вертикали в виде пиков-подъемов и спадов кривой линии. Эти пики принято называть зубцами электрокардиограммы и обозначать латинскими буквами *P*, *Q*, *R*, *S* и *T*. Помимо регистрации зубцов, на электрокардиограмме по горизонтали записывается время, в течение которого импульс проходит по определенным отделам сердца.

Каждый врач должен уметь читать электрокардиограмму. Поэтому целью данного проекта является создание тренажера, который позволит тренироваться расшифровывать электрокардиограммы в виртуальной среде. Тренажер должен помочь студентам медицинских вузов, медперсоналу и врачам-кардиологам компетентно

расшифровывать ЭКГ. Он позволит укрепить имеющиеся знания, в связи с чем, уменьшит риск неправильного диагноза.

Приложение, предназначенное для проведения тестирования должно соответствовать ряду требований:

1. Интуитивно понятный, логичный интерфейс
2. Быстрое получение результатов тестирования
3. Возможность сохранения результатов
4. Возможность включения теста в структуры более высокого уровня

Последнее требование определяет необходимость выполнения программы в виде отдельного модуля, с использованием методов объектно-ориентированного программирования. Предлагается следующий сценарий: после запуска приложения пользователю предоставляется возможность выхода, получения информации о программе, об авторе и перехода к анализу ЭКГ.

При выборе пункта «Анализ ЭКГ» открывается окно регистрации, пользователь регистрируется, после чего переходит в окно тестирования. Случайным образом загружается изображение электрокардиограммы, которую необходимо расшифровать, отвечая на поставленные вопросы.

В системе реализована система подсказок, при неверном ответе пользователю будет предоставлена возможность прочитать информацию по данному вопросу, «освежить знания», причем данную функцию можно включать и отключать по желанию. После завершения тестирования, на экране выводится результат, и открывается окно с отчетом (для анализа действий пользователя).

Планируется внедрение системы в опытную эксплуатацию в городской больнице №3 г. Томска.

УДК 621.396.6

А.А. ХЛЮНЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

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

Для энергетики жесткая вода и ее последствия - это одна из самых насущных проблем. Качественная вода - это надежная и эффективная работа оборудования. Если на энергетическом предприятии неправильная водоподготовка, то это выльется в негативные последствия. Образовывается накипь, коррозия, железистые отложения.

Вода, как правило, является теплоносителем для энергоблоков. Нарушения норм качества теплоносителя связаны, прежде всего, с присосами охлаждающей воды в конденсаторах турбин, с нарушением качества добавочной воды или режимов дозирования реагентов. В этих условиях химконтроль является очень важным и должен обеспечивать своевременное получение надежной информации о нормируемых параметрах водно-химического режима (ВХР) путем прямого измерения или косвенного (расчетного) определения соответствующих показателей.

Нарушение водно-химического режима энергоблока сопровождается выходом за норму одного или целого ряда показателей теплоносителя. Нарушение качества питательной воды или конденсата паровой турбины влечет за собой нарушения ВХР барабанного котла. Быстро развивающиеся нарушения ВХР сопровождаются увеличением концентрации растворенного кислорода, изменениями удельной электропроводности (X , X_n) и pH.

Надежность измерений обеспечивается способностью анализаторов выполнять заданные функции при сохранении своих эксплуатационных показателей в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени. В широком смысле надежность характеризуется сохранением класса точности в процессе эксплуатации, т.е. параметрической надежностью.

Функционирование всей автоматической системы химконтроля зависит от нормального функционирования отдельных приборов, входящих в эту систему. К таким приборам относят, прежде всего, кондуктометры, кислородомеры, рН-метры, водородомеры, способные постоянно в реальном масштабе времени контролировать качество теплоносителя и при отклонении величин от заданных значений сигнализировать об этом.

Непрерывность контроля очень важна, так как позволяет обнаружить любые, в том числе кратковременные, нарушения ВХР.

Современный уровень состояния комплекса технических средств позволяет реализовать значительную часть требований, связанных с обработкой и выводом результатов приборных измерений. С необходимой для оперативного контроля надежностью может быть организован сбор данных с приборов АХК (автоматического химконтроля).

На сегодняшний день существует целый спектр автоматических анализаторов, которые используются с целью контроля и прогнозирования возможных нарушений ВХР и на базе которых строятся системы химического мониторинга.

ООО «ВЗОР» специализируется в области разработки, производства и поставки приборов контроля параметров водных сред.

Приборами серии МАРК оснащаются целые блоки ПГУ – Филиал «ТЭЦ-26» ОАО «Мосэнерго», Филиал «Шатурская ГРЭС» ОАО «Э.ОН Россия», Филиал «Краснодарская ТЭЦ» ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» и другие. В Нижегородской области система химико-технологического мониторинга (СХТМ) на базе наших приборов внедрена на ОАО «Автозаводская ТЭЦ» и «Сормовской ТЭЦ» (Нижегородский филиал ОАО «ТГК-6»).

УДК 004.3

М.В. ЧИЛИКИН

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ ПЛИС С ВСТРОЕННЫМ ПРОЦЕССОРОМ NIOS II

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сегодня традиционный ниспадающий тип проектирования постепенно сменяется спиралевидной моделью проектирования. В ниспадающей модели перед переходом к следующему этапу должны быть завершены все проектные задачи на текущем этапе. В более естественной спиралевидной модели проектирование ведется одновременно в четырех направлениях: разработка программного обеспечения, разработка кода уровня регистровых передач, логический и физический синтез.

Рассмотрев общий маршрут проектирования цифровых устройств, уточнив и адаптировав его под конкретный класс систем, выделим основные этапы проектирования цифровых устройств на базе ПЛИС с встроенным процессором Nios II: - **Анализ требований ЦУ**. Это определение и описание сложного ЦУ как конечного продукта с точки зрения его необходимости для системы, в которой она будет использоваться;

- **Разработка и анализ алгоритма.** На данном шаге создаются, адаптируются и исследуются ключевые алгоритмы работы ЦУ, как в части управления системой, так и в части обработки;

- Архитектура ЦУ. На данном этапе определяется структура будущего ЦУ;

- Проектирование на системном уровне является важной частью процесса разработки ЦУ, но оно часто проводится довольноно(С/С++ или бумага и доска);

- Разработка/приобретение IP-блоков. Включает в себя разработку функциональной модели, поведенческое моделирование, разработку на уровне RTL, моделирование на уровне RTL, моделирование на уровне вентилях, симуляцию проекта, заключительную верификацию;

- Верификация на уровне транзакций. Поведенческая модель, построенная на этапе системного проектирования, может служить основой для создания более детализированной модели, использующей абстракции уровня транзакций;

- **Определение структуры встраиваемого ПО.** ЦУ с встроенным процессором Nios II – это не просто СБИС, а комплекс, содержащий также встраиваемое ПО;

- Конфигурация и планировка микроархитектуры ЦУ. На этом этапе ЦУ рассматривается более детально с точки зрения логического и физического проектирования;

- **Архитектура DFT(Design For Test) и ее внедрение;**

- Реализация и внедрение AMS-блоков(Analog/Mixed Signal);

- Интеграция аппаратных IP-блоков;

- Ассемблирование ПО и его интеграция в ЦУ;

- **Программно-аппаратная верификация;**

- **Заключительная сборка ЦУ и верификация;**

- **Производство, тестирование, корпусирование и лабораторные испытания.**

Нужно понимать, что процесс проектирования ЦУ на базе ПЛИС с встроенным процессором Nios II носит многодисциплинарный характер, и поэтому проектировщики должны применять подходы к проектированию практически из всех областей электроники. Команда разработчиков в целом должна обладать достаточным объемом знаний: разработка цифровой и аналоговой части, DFT, верификация, системное проектирование, разработка встраиваемого ПО, получение и интеграция IP-блоков, выбор аппаратной части, анализ СБИС и многое другое.

УДК 004.72; 004.77

Г.А. ГОРА, Е.Н. ПОСЕЛЕНОВ, А.В. СОЛОВЬЕВ

К ВОПРОСУ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СУДОВОЙ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

Волжская государственная академия водного транспорта

Современное состояние вычислительной техники позволяет проектировать локальные сети для крупных технологических комплексов, в которых некоторые объекты являются взаимосвязанными. Например, судовая локальная сеть может контролировать состояние достаточно большого числа взаимосвязанных объектов, таких как: электроэнергетическая установка, движительный комплекс, рулевой комплекс, подъемно-погрузочные механизмы и т.д. Предлагается судовую сеть проектировать как сеть с многоуровневой архитектурой с учетом приоритета управляемых объектов. Объектами высокого приоритета будем считать объекты, отсутствие наблюдаемости за которыми приводит к нарушению функционирования всего рабочего процесса системы. Самая опасная ситуация – нарушение ходкости и управляемости судна. Для таких объектов необходимо создать два канала связи – основной и резервный, что позволит в случае выхода из строя одного из каналов продолжать сохранять связь с объектом без перестройки структуры сети. Это – объекты высшего уровня иерархии. Объекты среднего уровня приоритета выполняют функции, которые опосредованно влияют на всю систему и при выходе их из строя система в целом сохраняет свою работоспособность. Объекты низкого приоритета выполняют функции, не влияющие на работу системы. Эти модули (уровни) могут функционировать как самостоятельно, так и в рамках всей системы, подчиняясь командам подсистем более высокого уровня. Центральная ЭВМ высшего уровня связывается с ЭВМ среднего и низшего уровней по локальной сети.

Составленная таким образом судовая сеть решает задачи: а) снижения числа аварийных ситуаций и отклонений режимных параметров от допустимых, б) своевременного обнаружения неисправностей, в) получения отчетов о протекающих процессах, г) долгосрочного хранения информации о состоянии судовых объектов, д) передача инструкций и отчетов.

В процессе функционирования системы возникает возможность накопить достаточное количество информации, по которой можно установить причинно-следственные связи между объектами сети. Когда в базе данных хранится связь между объектами в виде математической модели, то, анализируя опрошенные за несколько тактов координаты состояния объектов сети, можно предсказать возможность возникновения внештатной ситуации на объектах высокого уровня, причиной которого могут быть состояния объектов более низкого уровня. В этом случае, ЭВМ высокого уровня может самостоятельно принять решение о функционировании объектов низших уровней.

Подобные процедуры (например, отключение неответственных потребителей от сети при ее перегрузке) реализованы на судах, но это действие происходит только при наличии свершившегося факта - при увеличении нагрузки на генератор выше

допустимой. Алгоритм работы судовой сети позволит упредить такую ситуацию, исключив возможность включения неответственного потребителя или отключив всех потребителей электроэнергии кроме особо ответственных: рулевой привод, привод двигателей.

УДК 621.391

А.Ю. ГУЛЯЕВ, А.В. СЕМАШКО

ПРИМЕНЕНИЕ КОДОВ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В ИОНОСФЕРНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наличие надежной мобильной связи стало неотъемлемым атрибутом современной жизни. Особую остроту данная проблема приобретает в условиях чрезвычайных крупномасштабных ситуаций, требующих скоординированной оперативной работы больших групп физических лиц и крупных технических образований самого различного назначения. В настоящее время решение проблемы мобильной загоризонтной радиосвязи осуществляется широким распространением кабельных, спутниковых, транкинговых и сотовых систем связи. Распространение таких систем является практически повсеместным, однако, несмотря на обеспечение хорошего качества связи, данные системы обладают рядом принципиальных недостатков: высокая стоимость приемо-передающей аппаратуры, плохая скрытность работы и высокая уязвимость (в смысле возможного уничтожения, что особенно важно в условиях военных действий и иных чрезвычайных ситуаций). Это обуславливает высокую актуальность использования ионосферной связи в ДКМВ диапазоне радиоволн. Кроме известных преимуществ таких как высокая дальность ионосферной радиосвязи без ретрансляций, простота использования, независимость от экономической и политической обстановок в мире, высокая живучесть, низкая стоимость и доступность аппаратуры; новейшие инженерные разработки в компьютерной сфере помогли сделать передачу сообщений в КВ диапазоне значительно надежнее и привлекательнее.

Существующие и перспективные стандарты КВ радиосвязи подразумевают использование, помимо традиционных, многоуровневые виды модуляции, что делает целесообразным применение сигнально-кодовых конструкций с использованием математического аппарата современной абстрактной алгебры. Для обеспечения контроля целостности информации, передаваемой с использованием КВ диапазона, применяются методы помехоустойчивого кодирования. Использование существующих методов кодирования, таких как сверточные коды и коды Голея, которые обладают высокой вычислительной сложностью, а так же фиксированными параметрами кода, что не позволяет производить оперативную адаптацию корректирующей способности кодов к текущему состоянию канала. В данной работе предлагается новый алгоритм защиты данных при передаче по каналу с независимыми ошибками. Алгоритм использует процедуру кодирования и декодирования кодами с максимальным расстоянием, а также позволяет динамически изменять как корректирующую способность кода, так и скорость кода в зависимости от состояния канала в широких пределах без существенного изменения алгоритмов кодирования и декодирования.

Представленный метод обладает низкой вычислительной сложностью и простой технической реализацией, что делает его привлекательным для использования в КВ радиосвязи. Предполагается выполнять кодирование путем представления информационной последовательности полиномом с коэффициентами из некоторого поля Галуа, а кодовые символы вычислять как значения информационных полиномов в заранее вы-

бранных точках поля. В процессе декодирования осуществляется стирание ненадежно демодулированных символов в количестве не превышающем число избыточных символов. Оценка информационного полинома производится с использованием любой процедуры интерполяции полиномов. В работе рассмотрен рекуррентный алгоритм оценки информационных символов.

УДК 004.738

В.В. КУЗЬМИН

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТИ ОПЕРАТРА СВЯЗИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе рассматривается вопрос организации системы управления трафиком и расчета телематических услуг в распределенной сети оператора связи.

Распределенная сеть характеризуется отсутствием единого центра обработки телекоммуникационного трафика. Рост популярности телематических услуг (Интернет, кабельное телевидение, телефония) заставляет операторов связи заново продумывать подходы организации мультисервисных услуг. Достаточно часто перед операторами связи возникает проблема объединения нескольких географически разнесенных подсетей в одну единую. Непосредственное решение такой задачи сводится к построению физических каналов связи между данными подсетями.

Объединение сетей преследует цель управления трафиком в едином центре – например головном офисе компании, где устанавливается высокопроизводительное дорогостоящее оборудование для управления трафиком всех абонентов. Таким образом, компания провайдер преследует цель организации единого центра агрегации. Объединение подсетей не всегда физически реализуемо или финансово целесообразно, особенно для небольших телекоммуникационных компаний. Если провайдер предоставляет услуги коллективного доступа к телематическим услугам в территориально удаленных друг от друга районах, то объединение в единую сеть практически не реализуемо. Поэтому в такой распределенной сети устанавливается несколько центров агрегации, находящихся на границе подсети и канала доступа магистрального оператора связи. Основная маршрутизация и управление абонентским трафиком осуществляется оборудованием, установленным в таких точках. Таким образом, вместо единого центра обработки трафика создается несколько агрегационных несвязанных друг с другом узлов связи.

Задача управления распределенными узлами связи, особенно для небольших операторов связи, с ограниченным бюджетом представляется нетривиальной. В работе рассматривается понятие и структура биллинговой системы как программного комплекса, установленного на узле коммутации оператора в распределенной сети связи. В процессе разработки определены основные задачи, которые должна решать биллинговая система в такой сети: сбор информации о потребляемых услугах, аутентификация и авторизация абонентов, блокировка и переадресация трафика конечных клиентов, контроль денежных средств на счетах абонентов и списание средств в соответствии с действующей тарифной сеткой, пополнение счетов абонентов, внесение изменений в тарифы, предоставление статистики по операциям (клиентская и операторская части).

В докладе рассматриваются существующие решения биллинговых систем и особенности их использования в распределенных сетях связи. Рассмотренные готовые решения не удовлетворяют всем поставленным требованиям, и имеют существенные недостатки, которые описываются в докладе. После анализа готовых продуктов был

предложен, а в последствии и реализован новый подход в организации системы управления трафиком и расчета телематических услуг в сети.

Результаты работы представлены в виде набора программных сценариев. Данные результаты были внедрены в действующий проект по предоставлению услуг доступа к сети Интернет, для удаленных районов Нижегородской области.

УДК 004

О.А. КУЛИКОВА

АНАЛИЗ ПАКЕТОВ. СЕТЕВЫЕ СНИФФЕРЫ

Одесский национальный морской университет

В эпоху вирусов и хакеров, электронной разведки и мошенничества, когда повсюду используются электронные средства связи, вопросы безопасности, без сомнения не могут оставаться чем-то второстепенным.

В настоящее время анализатор трафика, или сниффер (от англ. To sniff — нюхать) — сетевой анализатор трафика, программа или программно-аппаратное устройство, предназначенное для перехвата и последующего анализа, либо только анализа сетевого трафика.

В данной работе рассматривается пример простейшего сетевого сниффера, написанного на языке С++ с поддержкой сокета WinSock 2.2, работающего на пользовательском компьютере. Основным его преимуществом являются достаточно низкие требования к системным требованиям ПК. Программа работает в системах Windows 2000 и выше и требует прав администратора. Для анализа входящего трафика, предназначенного только ПК снифферу не потребуются внешний *.sys и *.dll файлы. Допустимо использование исключительно возможностей операционной системы. Такие ограничения вполне приемлемы, исходя из того, что использоваться операционная система будет в исследовательских и учебных целях.

В качестве примера и для определения основных функций сниффера взята программа Charles - сниффер (монитор), с помощью которого, можно просмотреть структуру любого запроса HTTP/SSL, куки, ответы на запросы HTTP, заголовки HTTP. Программа широко используется веб-разработчиками для отладки проектов.

Основными возможностями используемого сниффера является фильтрация по протоколу, возможность ведения лога и запись туда IP получателя (наш адрес), IP отправителя, имени протокола и длины пакета.

Ценность подобных проектов состоит в том, что именно описанные выше функции лежат в основе большинства сетевых приложений. На их основе возможно написание программы, позволяющей автоматизировать действия пользователя при работе с незащищенными flash-приложениями. Принцип работы строится на анализе пакетов, посылаемых сервером приложения в ответ на действия пользователя. В зависимости от определенного типа пакета следует выполнение функции, описанной в программе заранее, определяющей возможную реакцию человека на информацию, отображаемую на мониторе. При добавлении функции блокировки или уничтожения пакетов возможно его использование как firewall-а (программы-защитника).

Таким образом, рассмотрен процесс и средства написания анализатора сетевых пакетов. Необходимо отметить, что Microsoft предоставляет возможности для создания программ данного типа, но с урезанными привилегиями. Однако для большинства задач, с которыми мы можем столкнуться в повседневной жизни этих прав вполне достаточно.

**АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ СВЯЗИ НОРМАТИВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ,
ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫМ СО СТОРОНЫ СИСТЕМЫ
ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

ОАО «Гипрогазцентр»

В соответствии со стандартами ОАО «Газпром» к направлениям информационного обмена, организуемым на технологической сети связи, применяются различные требования по надежности со стороны системы оперативно-диспетчерского управления. В рамках цикла научных исследований, проведенных коллективом научных работников ОАО «Гипрогазцентр», проанализирована надежность направлений информационного обмена между диспетчерскими пунктами и надежность связи для систем линейной телемеханики магистральных газопроводов.

Для расчета коэффициентов готовности направлений информационного обмена применена математическая модель двухполюсной сети, коэффициенты готовности элементов которой вычисляются на основе статистических данных по перерывам связи.

Масштабность технологической сети связи обуславливает необходимость автоматизации расчета коэффициентов готовности двухполюсных сетей, для этого коллективом авторов ОАО «Гипрогазцентр» создан вычислительный программный алгоритм.

При анализе надежности направлений информационного обмена между диспетчерскими пунктами рассмотрены два этапа развития технологической сети связи ОАО «Газпром», характеризующиеся выполнением комплекса мероприятий по реконструкции и новому строительству узлов и линий связи, предусмотренных в соответствии с утвержденными Программами развития сети связи.

При анализе надежности связи для систем линейной телемеханики магистральных газопроводов рассчитаны коэффициенты готовности трех основных вариантов организации наземной связи на гипотетическом участке, по результатам сравнения рекомендован к применению наилучший по показателям надежности вариант.

Новый нормативный документ по системам линейной телемеханики разрешает применение спутниковых систем связи для передачи телеметрической информации. С целью оценки перспективы применения спутниковых систем связи с учетом выполнения нормативных требований по надежности проанализированы различные варианты организации спутниковой связи на примере гипотетического участка магистрального газопровода.

ОАО «Газпром космические системы» совместно с ОАО «Гипрогазцентр» проработано технико-экономическое сравнение вариантов организации связи с использованием космических средств для систем линейной телемеханики на примере Приморского ЛПУМГ магистрального газопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток». По результатам анализа вариантов сформированы рекомендации по применению спутниковых систем связи для передачи трафика линейной телемеханики с учетом выполнения требований по надежности связи, при этом основные выводы по надежности совпадают с результатами, полученными при анализе гипотетического участка магистрального газопровода.

УДК 004.9

Н.А. АЛИПОВА, В.В. МУСОНОВ, Ю.С. ЕГОРОВ, А.Н. МОИСЕЕВ

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ И НАУЧНОЙ РАБОТЫ КАФЕДРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Регулярная подготовка большого объема отчетных данных как по учебно-методической и научной деятельности кафедры, так и по проектам, над которыми совместно работают трудовые коллективы, объединяющие сотрудников несколько кафедр, требует больших затрат временных и человеческих ресурсов. Для снижения этих затрат можно оптимизировать работу сотрудников посредством автоматизации процессов сбора данных и формирования отчетной документации. С этой целью на кафедре «электроника и сети ЭВМ» разрабатывается система результативности учебно-методической и научной работы кафедры.

К данной системе предъявляются следующие требования:

1. использование свободно распространяемых инструментов;
2. реализация web-интерфейса доступа к системе;
3. соблюдение следующих требований безопасности: аутентификация, авторизация пользователей, назначение соответствующих прав доступа;
4. возможность формирования отчетов за определенный период по заранее заданным формам.

Примеры разработанных форм приведены на рисунке:



Анализ требований к информационной системе позволил выбрать следующие инструменты.

- В качестве операционной системы (ОС) выбран Debian 6.0 Squeeze, так как данная ОС является свободно-распространяемой, стабильной и содержит в своих репозиториях широкий спектр программного обеспечения, необходимого для реализации функций web-сервера.
- В качестве web-сервера выбран Apache, поскольку он является свободно-распространяемым, снабжен достаточным объемом документации (руководств), обеспечивает устойчивую работу.
- В качестве интерпретатора выбран php, так как он широко применяется при создании web-приложений, и у сотрудников есть опыт работы с данным языком.
- В качестве системы управления контентом выбрана CMS (Content Management System) Joomla 2.5, которая в процессе работы автоматически создает служебную базу данных (БД) под управлением СУБД MySQL. Планируется расширение данной БД необходимым набором таблиц в процессе разработки.

Ожидается, что внедрение результативности учебно-методической и научной работы кафедры позволит обеспечить централизованное накопление учебно-методических и научных материалов, а так же автоматическое формирование отчетных форм на основе хранимых в системе данных.

УДК 004.92

А.А. БОЙТЯКОВ

МЕТОДИКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ В ИПИ-ТЕХНОЛОГИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Информационная поддержка различных этапов жизненного цикла изделия предполагает использование виртуальных, то есть трехмерных геометрических компьютерных моделей изделия и всех тех пространственных компонент, которые связаны с его проектированием, технологической подготовкой производства, изготовлением и т. д.

3D модель может быть сформирована различными САD-системами (или в САD/САM-системах) с помощью имеющихся в них средств геометрического моделирования. Модель хранится в системе (в памяти компьютера) как некоторое математическое описание и отображается на экране в виде пространственного объекта. Объект может отображаться в различном представлении: каркасном, с удалением невидимых линий, полупрозрачном и полутоновом.

Построение пространственной геометрической модели изделия является центральной задачей компьютерного проектирования. Данная модель используется для дальнейшего решения задач формирования чертежно-конструкторской документации, проектирования средств технологического оснащения, разработки управляющих программ для станков с ЧПУ. Кроме того, эта модель передается в системы инженерного анализа (САЕ-системы) и используется там для проведения инженерных расчетов.

Основная задача ИПИ-технологий — создание единого информационного пространства, или интегрированной информационной среды для всех участников жизненного цикла изделий (ЖЦИ). Отличительной особенностью ИПИ-технологий становится широкое использование электронной (информационной) модели изделия, его составных частей, технологической оснастки для изготовления и т.п. на большинстве этапов ЖЦ. Математической основой электронной модели служит геометрическая модель, являющаяся первоисточником для ряда других видов электронных моделей. Например, такими видами могут быть:

- мастер-модель;
- электронный макет;
- технологический электронный макет;
- электронная компоновка.

Существует множество различных систем, которые отвечают за автоматизацию разработки изделий в определенной области, например системы автоматизированного проектирования. В рамках жизненного цикла промышленных изделий САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства.

3D-геометрическая модель закладывается и формируется на предпроизводственных этапах ЖЦ. В ИПИ-технологиях активно развивается идеология создания цифрового прототипа. Цифровой прототип является виртуальным опытным образцом готового изделия и служит для оптимизации его характеристик и проверки. Использование ЦП снижает потребность в изготовлении дорогостоящих физических опытных образцов, что дает возможность разрабатывать высококачественные изделия, сокращать затраты на их изготовление и быстрее выпускать их в производство.

На всех стадиях ЖЦ изделий и инфраструктуры присутствуют информационные модели, в число которых входят 3D-геометрические и графические модели. 3D модели изделия активно используются для информационной поддержки изделия на этапах ЖЦ.

К этапам ЖЦ изделия, на которых используются электронные модели, относятся: изучение рынка и определение требований к изделию, конструкторская, технологическая и организационно-экономическая подготовка производства, производство, эксплуатация, ремонт и обслуживание, утилизация.

УДК 004.941

Г.М. ГЛЕБОВ, М.А.МАНИН

«ПРОЕКТ 6D» - ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

По данным «Росстата» опубликованным в 2009 году самый низкий уровень модернизации (инновации) производства в России наблюдается в сфере строительства, в том числе и в атомной отрасли. Это связано, в первую очередь с высокой стоимостью такой модернизации из-за высокой степени разрозненности систем управления. < Последние инновационные преобразования в атомной отрасли были в середине 80-х годов прошлого столетия. Тогда был выпущен документ «ОТП-86» обобщающий весь опыт и передовые знания на то время в сфере сооружения АЭС. С тех пор некогда ведущая в мире страна в сфере атомного машиностроения утратила лидирующие позиции.

Сегодняшний курс на модернизацию экономики России, это попытка вернуть утраченные позиции, в том числе и в атомно-энергетическом комплексе. Модернизация и инновационные технологии помогут нам создать необходимые конкурентные преимущества. Понимая это в «Атомэнергопроме» было принято решение о внедрении новой технологии интегрированного управления процессами жизненного цикла АЭС на этапах проектирования и сооружения АЭС, которое получило название «Проект 6D». За основу «Проекта 6D» была принята технология 6D Японской корпорация Toshiba, которая работает в этой области не один десяток лет.

За реализацию данного проекта взялся НИАЭП. Для НИАЭП внедрение данного проекта это возможность оптимизировать свою инжиниринговую деятельность и выйти в лидеры отрасли.

Таким образом «Проект 6D» - это технология интегрированного управления процессами жизненного цикла АЭС, где ключевым словом является слово «Управление».

В свою очередь, в теории менеджмента говорится, что «Управление» - это планирование, организация и контроль какого либо процесса, в данном случае сооружения АЭС. Это определение дает нам три основных направления, которые охватывает технология 6D.

Несмотря на то, что затраты на проектные работы составляют порядка 20% от общих затрат на сооружение АЭС стадия планирования это ключевой этап сооружения АЭС. На этой стадии появляется проект, и прорабатываются все этапы строительства от закупок до ввода в эксплуатацию. Сам проект служит исходными данными для этапа 6D моделирования, на котором определяются основные технические решения проекта, формируется график сооружения с выверенной последовательностью и ключевыми вехами.

Проектирование ведется с применением технологии 3D моделирования. В ходе проектирования создается информационная 3D-модель АЭС. Информационная трехмерная модель это объемная модель объекта с указанием все его характеристик. Это позволяет не только выпускать техническую документацию на основе 3D-модели, но и использовать ее как источник исходных данных для организации закупок оборудования, технологии 6D моделирования, эксплуатационной модели.

УДК 004.9

М.М. ЗАХАРОВ, Е.А. НИКУЛИН

РЕНДЕРИНГ ФРАКТАЛЬНЫХ ВОКСЕЛЬНЫХ ОБЛАКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Распределение плотности облаков в реальном мире непрерывно от 0 до 1, а при симуляции облаков методом вокселей - бинарно. Для рендеринга необходимо получить непрерывное распределение путем сглаживания бинарного. Плотность для каждого вокселя $q(i, j, k, t_i)$

$$q(i, j, k, t_i) = \frac{1}{(2t_0 + 1)(2k_0 + 1)(2j_0 + 1)(2i_0 + 1)} \times \\ \times \sum_{t=-t_0}^{t_0} \sum_{k=-k_0}^{k_0} \sum_{j=-j_0}^{j_0} \sum_{i=-i_0}^{i_0} w(i', j', k', t') c(i+i', j+j', k+k', t_i+t')$$

где $c(i, j, k, t)$ – облачность, полученная при симуляции, w – весовая функция, i_0, j_0, k_0, t_0 – размеры области сглаживания. Плотность облака в точке x вычисляется как сумма:

$$\rho(x, t_i) = \sum_{i, j, k \in (x, R)}^N q(i, j, k, t_i) f \left[\left| x - x_{i, j, k} \right| \right]$$

где f – функция меташара, R – его эффективный радиус, $x_{i, j, k}$ – его центр, (x, R) – множество из N вокселей с центром внутри меташара. Непрерывное распределение

плотности выражено набором меташаров с эффективным радиусом R . Рендеринг облаков выполняется следующим образом: свет, достигающий точки взгляда, есть сумма рассеянного света солнца, достигающего луча взгляда, и света, ослабленного облаком. Цвет вокселя определяется цветом солнца, цветом неба, и ослаблением, связанным с наличием облака. Цвет облака вычисляется с использованием текстур, накладываемых на билборды. Каждый тексель текстуры содержит коэффициент затухания и кумулятивную плотность проходящего через меташар света. Так как затухание непропорционально плотности, то для всех меташаров, имеющих разные плотности в центре, требуется отдельная текстура. Однако это потребует большого объема памяти. Поэтому плотности дискретизируются на n_q уровней и готовится n_q текстур (например, $n_q = 64$). Текстура для ближайшей к меташару плотности накладывается на соответствующий билборд. Рендеринг идет в 2 этапа. На первом точка обзора помещается в позицию солнца и задается параллельная проекция. Кадровый буфер инициализируется в 1.0. Билборды помещаются в центры меташаров и ориентируются к солнцу. Вычисляется коэффициент затухания между центром каждого меташара и солнцем путем умножения коэффициентов затухания всех меташаров, лежащих между ними. Начиная с самого близкого к солнцу меташара, билборды проецируются на плоскость изображения (значения буфера кадра умножаются на соответствующие коэффициенты затухания). Таким образом, в пикселе буфера кадра, соответствующем центру меташара окажется коэффициент затухания между солнцем и этим меташаром, что позволяет нарисовать тень облака. Цвет меташара вычисляется путем умножения этого коэффициента на цвет света солнца. На втором этапе с использованием цветов меташаров генерируется конечное изображение. Задается перспективная проекция. Билборды сортируются по приближению к камере, ориентируются на нее и проецируются на плоскость изображения. Цвет буфера кадра смешивается с цветом билборда (умножается на коэффициент затухания, хранимый в билборде), а затем к результату прибавляется цвет, содержащийся в текстуре билборда. Этот процесс повторяется для всех меташаров.

УДК 004

Е.С. КУЗНЕЦОВА

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ УПРОЩЕННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И УПОРЯДОЧЕННОГО ХРАНЕНИЯ ДОКУМЕНТОВ

Одесский национальный морской университет

База данных разрабатывается по заказу сотрудника судоходной фирмы. Цель ее создания - это систематизация документации и облегчения поиска необходимой информации по судам, которые фрахтует эта международная компания. Также эта база данных нацелена облегчить работу port captains (planners), в обязанности которых входит:

- 1) Составление грузовых планов;
- 2) Подбор судов для груза;
- 3) Расчет креплений груза;
- 4) Расчет операции с кранами;
- 5) Расчет допустимых нагрузок;

- 6) Расчет креплений груза;
- 7) Подбор необходимых материалов для перевозок;
- 8) Проверка остойчивости судна;
- 9) Проверка напряжений корпуса.

Основой информационных технологий являются данные и процедуры, организованные в базы данных, адекватно отражающие реалии действительности в той или иной предметной области, и обеспечивающие пользователя актуальной информацией в соответствующих предметных областях.

База данных - совокупность данных и процедур, организованная по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, независимо от прикладных программ.

СУБД - комплекс программ и языковых средств (процедур, правил) для создания, ведения и использования БД.

В настоящее время среди большого количества СУБД можно выделить трех несомненных лидеров (как по уровню развития технологий, так и по объему рынка – они вместе занимают более 90% мирового рынка СУБД). Это СУБД первого эшелона – Oracle, Microsoft SQL Server и IBM DB2. Список СУБД второго эшелона довольно велик, сюда относят такие СУБД, как Sybase, Informix, Ingress, Adabas, Interbase, Progress, Postgres, Cache, Linter, *Firebird*, Teradata и т.д.

База данных для судоходной компании разрабатывается при помощи Interbase - СУБД от компании Borland.

СУБД InterBase отличается чрезвычайно низкими системными требованиями и при этом высокой производительностью и легкостью администрирования. Одной из основных особенностей InterBase можно считать версию архитектуру, которая обеспечивает уникальные возможности при многопользовательской работе. Помимо этого, версия архитектура позволяет отказаться от использования протокола транзакций (transaction log), поэтому InterBase обладает очень высокой надежностью и устойчивостью. Механизм оптимистической блокировки на уровне записи еще больше снижает вероятность конфликтов при многопользовательском режиме. Существенным плюсом системы управления базами данных InterBase является наличие мощных инструментальных средств разработки и отладки хранимых процедур, триггеров, метаданных и прочих элементов базы данных программы.

Разработанная база данных увеличит скорость работы сотрудников и производительность компании, что в свою очередь привлечет интерес новых клиентов. Приложение увеличит производительность и повысит эффективность компании.

УДК 681.3.06

П.С. КУЛЯСОВ

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ЗЕРКАЛЬНОГО ОТРАЖЕНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ИЗЛУЧАТЕЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным недостатком метода излучательности является невозможность расчета зеркального отражения, вызванная допущением о диффузном (ламбертовом) отражении всеми объектами, принятым с целью снижения вычислительной сложности алгоритма. В связи с этим появляется необходимость разработки алгоритма, который позволил бы решить поставленную задачу, не потеряв при этом преимуществ метода.

Введем следующие предположения. Сцена задается в виде множества треугольных фрагментов, для каждого из которых задана функция, определяющая зависимость

интенсивности излученного света от падающего, вида $F(\alpha_1; \alpha_2) = x \in (0; 1)$, где α_1 - угол падения, α_2 - угол отражения либо преломления (если отрицательный — преломления). Функцию F можно представить в виде суммы трех компонент, соответствующих диффузному отражению, зеркальному отражению и преломлению.

Ранее автором был разработан метод расчета форм-факторов, основанный на методе полукуба и подразумевающий использование средств OpenGL для расчета площадей проекций фрагментов на грани полукуба с последующим вычислением их доли в общей площади проекции сцены и выполнением рендеринга для каждого фрагмента. С помощью данного алгоритма также может быть вычислено значение компоненты функции, соответствующей зеркальному отражению:

1. Выбирается точка наблюдения. Задается пороговое значение яркости E_{lim} . С каждым фрагментом сцены ассоциирован уникальный целочисленный номер i и список пар R_i вида (номер-фрагмента; коэффициент), определяющий вклад других фрагментов в видимую яркость данного фрагмента. Введем обозначения: $len(R_i)$ - число элементов списка, $frag(R_i)$ - список фрагментов, вносящих вклад в яркость данного фрагмента i , $coeff(R_i)$ - список вкладов фрагментов в яркость данного фрагмента.
2. На фрагменте сцены, содержащем точку наблюдения, строится полукуб. Затем определяется список номеров L непосредственно видимых из точки наблюдения фрагментов. Для каждого $i \in L$ выполняется шаг 3.
3. На текущем (i -м) фрагменте определяются площади поверхностей видимых из него (j -х) фрагментов на грани полукуба, исходя из которых определяются и запоминаются форм-факторы f_{ij} . Затем для каждого видимого j -го фрагмента определяется значение E - интеграл зеркальной компоненты функции F по площади, занимаемой j -м фрагментом, определяющий вклад данного фрагмента в общую яркость i -го фрагмента. Если данное значение больше E_{lim} , добавляется пара (j, E) в R_i и выполняется шаг 3 рекурсивно для фрагмента j (с одним отличием — все пары, формируемые на вложенных шагах, должны добавляться в список R_i , связанный с непосредственно видимым из точки наблюдения фрагментом).
4. Рассчитываются форм-факторы для не рассмотренных ранее фрагментов. Рассчитываются яркости E_i фрагментов по методу излучательности.
5. Расчет яркости видимых фрагментов при отрисовке сцены:

$$E_i^* = E_i + \sum_{j=1}^{len(R_i)} E_{frag(R_i)_j} \cdot coeff(R_i)_j .$$

УДК 004.941

М.А. МАНИН, Г.М. ГЛЕБОВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНЖИНИРИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день большинство Российских компаний задумываются о модернизации своей информационной структуры.

Модернизация информационной структуры это не только замена оборудования и программного обеспечения, но и модернизация технологических процессов, стан-

дартов работы предприятия.

Как правило, компании, занимающиеся разработкой программного обеспечения, стараются взять лучшее из мировой практики. Аккумулируя полученные знания, они становятся банками знаний, перенося эти знания в свое ПО. Таким образом, предприятия, покупающие данное ПО, приобретают не только программный продукт, но и необходимый мировой опыт в организации технологических процессов, при внедрении которых компания способна перейти на более качественный уровень своего развития.

В НИАЭП не первый год происходит внедрение информационных технологий в проектировании.

Сегодня НИАЭП внедряет данное ПО на уровне создания информационной модели, создавая новые стандарты предприятия и прорабатывая изменения для отраслевых стандартов. Необходимо не подстраиваться под существующие стандарты, а формировать новые на основе личного и мирового опыта. В противном случае устаревшие стандарты будут тормозить дальнейшее развитие. Попытка применить устаревшую нормативную базу и стандарты проектирования, многие из которых были созданы еще в советское время, на современном ПО является достаточно сложной, а порой и невыполнимой задачей. Существует ряд мер, которые помогли НИАЭП изменить сложившуюся ситуацию.

Для начала необходимо изменить сам подход к проектированию. Проект должен быть максимально приближен к технологиям строительства и применим на стадии эксплуатации. Это означает, что проектировщики должны, применяя технологические и компоновочные решения, учитывать факторы «монтажопригодности» и удобства эксплуатации технических элементов, применять в своей работе принципы постоянного улучшения проекта. Конечный проект должен быть руководством к действию, как для строительных, так и для эксплуатационных организаций.

На втором этапе необходимо создать новое подразделение по инновационным технологиям. Его основная деятельность заключается в планомерной переработке и отслеживанию изменений, созданию и внедрению новых нормативных баз, стандартов и технологий работы, как на основном направлении деятельности компании, так и в смежных областях с учетом мирового опыта вплоть до отраслевого уровня.

И, на конец, необходимо организовать планомерную работу с персоналом в части разрушения информационного вакуума по средствам участия в мероприятиях (желательно с участием международных компаний) по обмену опытом в различных предметных областях, участие в обучающих семинарах, организация аналогичных мероприятий на базе предприятия для разного уровня сотрудников. Периодическая планомерная работа высшего руководства в части разъяснения мероприятий связанных с предполагаемыми изменениями (нововведениями) с руководителями среднего звена, так как они являются основной движущей силой любого предприятия.

УДК 004

Н.А. МОНЬКОВ

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ OpenMP и CUDA

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева
Заволжский филиал

В настоящее время параллельные алгоритмы и параллельное программирование являются одними из ведущих направлений в информатике, поскольку все современные

вычислительные системы оснащаются многоядерными процессорами. Поэтому возник вопрос о том, как эффективно использовать эти вычислительные мощности.

Рассмотрим два основных направления в параллельном программировании: параллельное программирование в SMP – системах с использованием технологии OpenMP и параллельное программирование в гетерогенных системах (в частности при использовании видеопроцессора как дополнительной вычислительной единицы) на примере технологии CUDA.

В информатике параллельный алгоритм, противопоставляемый традиционным последовательным алгоритмам, — алгоритм, который может быть реализован по частям на множестве различных вычислительных устройств с последующим объединением полученных результатов и получением корректного результата.

Из многочисленных задач, которые хорошо решаются с помощью параллельных методов программирования, мною была выбрана задача шифрования данных. В частности, алгоритм шифрования RC2. RC2 (Ron's Code 2 или Rivest's Cipher 2) – это блочный шифр с переменной длиной ключа, разработанный Роном Ривестом. Описание алгоритма взято из RFC2268.

В результате было написано 3 программы, реализующие алгоритм шифрования RC2. Одна программа написана на C++ без использования параллельных технологий, вторая на C++ с использованием технологии OpenMP, а третья с использованием технологии CUDA.

Тестирование проводилось на персональном компьютере с двухъядерным процессором и видеокартой с поддержкой технологии CUDA.

Для более точного определения времени выполнения программы, программу запускаем 20 раз на одном и том же файле фиксированного размера и находим среднее арифметическое время работы программы.

При тестировании программ мы получили, что при использовании технологии OpenMP на двухъядерном процессоре время выполнения шифрования уменьшается примерно в 2 раза.

При использовании технологии CUDA мы получили уменьшение времени шифрования файла примерно в 45 раз.

Очевидно, что использование технологии CUDA показывает лучшие результаты, чем OpenMP. Но технология CUDA сложнее в изучении и написании программ для нее остается достаточно трудоемким процессом. В то же время для написания программ с использованием OpenMP необходимо лишь немного изменить код обычной последовательной программы.

Обе эти технологии в настоящий момент активно развиваются, и использование их в написании современных приложений является вполне оправданным, поскольку они дают значительный прирост производительности в случае если в приложении существуют блоки с массивными вычислениями, которые поддаются распараллеливанию. Также преимуществом использования этих технологий в написании современных приложений является то, что это технологии, которые доступны рядовому пользователю.

УДК 453

Н.А. ПЕТРОВ

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ АВАРИЙНО-ОПАСНЫХ УЧАСТКОВ И НЕРОВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание и поддержка эффективной дорожной сети это сложная задача требующая огромных вложений. Для решения задачи построения карты проблемных участков дорожной сети предлагается использовать данные собранные с датчиков которыми оснащаются современные мобильные устройства (акселерометр, гироскоп), которыми оснащаются мобильные устройства, и привязывать их к карте местности на основе данных GPS/ГЛОНАСС. Схожие принципы используются для создания карты пробок на основе данных собираемых пользователями. Подобные карты могут использоваться в автомобильной навигации, для прокладки более эффективных маршрутов.

Карта содержащая информацию о качестве дорожного покрытия, а так же об участках экстренного торможения и разгона позволит определить критические участки дорожной сети. Такие участки вызывают снижение пропускной способности дорог а так же являются вероятными местами возникновения аварий. Согласно статистике ГИБДД за 2011 год, 21% (абс. 42322) всех ДТП произошел из-за неудовлетворительного состояния дорог. Обычно ремонт дорог/улучшение развязок а так же исправление разметки происходит только после ДТП, однако используя данные о потенциально опасных участках дором можно исправлять проблемные участки до появления там аварий и жертв. Сбор и анализ данных по изменению качества участков дороги с течение времени позволит создать модели износа дорожного покрытия. Эти модели могут быть использованны для прогнозирования скорости износа дорожной сети. В целом данные собранные с датчиков ускорения предоставляют широкие возможности для анализа дорог.

При движении машины, действующие на машину ускорения могут быть классифицированы на несколько основных типов, которые отражают характерные паттерны движения автомобиля. Будем использовать систему координат где ось x будет направлена от задней части автомобиля, ось z будет направлена от днища автомобиля к его крыше, а ось y от левой двери к правой. В этом случае резкие ускорения и вибрации идущие по оси z определяют неровности дороги. Ускорения приходящиеся на ось x будут соответствовать торможениям и ускорениям машины. Анализировать данные получаемые от акселерометра можно не только на основе осей на которые приходятся ускорения а и на основе паттернов хорактерных для различных событий. Так на рисунке красными стрелками отмечены высокоамплитудные, кратковременные пики соответствующие ударным нагрузкам в случае когда машина проезжала через яму. Зелеными стрелками отмечены низкоамплитудные и продолжительные изменения ускорения, которые соответствуют торможениям и ускорениям машины.

Использование данных о перегрузках которые испытывают автомобили в транспортных потоках открывает огромное количество возможностей для улучшения транспортной сети и анализа проблемных участков. Сбор и агрегация подобных данных может быть реализована на основе существующих сервисов картографии и построения карт пробок. В статье приведен пример простого подхода для сбора и анализа такой информации.

УДК 004

С.В. РОМАНЧУКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ TRP В РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОФИОРИЕНТАЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ АБИТУРИЕНТОВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Институт кибернетики

Значение профориентации абитуриентов. Верный выбор профессии – это залог будущего успеха как в процессе обучения, так и трудовой деятельности. В условиях информационного общества недопустимым становится трата человеческих ресурсов на выполнение работ, не соответствующих способностям и склонностям индивида, т.к. это негативно сказывается на мотивации и психологическом состоянии сотрудника, а следовательно – на состоянии его здоровья и производительности труда. Вследствие этого сложно не согласиться с необходимостью ранней профориентации.

Существующие аналоги. Преимущественно тесты, представляющие из себя сборники типовых вопросов с жестко заданными «ключами», имеющие ряд недостатков, а именно:

- Низкая гибкость тестовой системы,
- Ограниченная возможность модернизации системы,
- Возможность заранее выбрать последовательность ответов для получения желаемого, а не истинного результата,
- Быстрое нарастание сложности теста при расширении предметной области,
- Низкая точность оценки.

Подобные тесты применимы в узкоспециальных учебных заведениях (напр. Медицинских), однако для тестирования выпускников школ, либо абитуриентов классических университетов малоприспособны в силу указанных недостатков.

Техника репертуарных решеток. В психологии необходимость уйти от объектного подхода в этой области, тенденций к нормативному описанию человеческой индивидуальности, при отсутствии стремления к реконструкции исходной целостности личности человека в экспериментально-психологических исследованиях вылилась в формирование подхода, называемого репертуарным матричным тестированием или техникой репертуарных решеток (ТРР). Техника репертуарных решеток не ставит целью сравнение оценок и реакций человека с нормированными групповыми, но стремится реконструировать индивидуально определенную систему смысловых расчленений, противопоставлений и обобщений, лежащую в основе субъективных оценок, отношений и предсказаний.

С точки зрения разработки приложения это означает переход от линейных, «рельсовых» тестов к формированию гибкой экспертной системы. Техника репертуарных решеток — не батарея тестов, а экспериментальный метод, включающий *особые* приемы планирования и проведения эксперимента, обработки и интерпретации результатов.

Этапы анализа предметной области

- Выделение первичных конструкторов репертуарной решетки
- Выбор метода тестирования (т.н. «процедуры вызывания»)
- Выбор типа решетки
- Выбор методики интерпретации результата

Преимущества приложения, базирующегося на ТРР:

- Большая точность тестирования (при грамотном подборе методики)
- Больше внимание уделяется индивидуальности тестируемого
- Большая гибкость системы
- Упрощение отладки и модернизации приложения

ПРИМЕНЕНИЕ СИНТАКСИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА В СОЗДАНИИ ПРОГРАММ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

Дзержинский политехнический институт (филиал НГТУ)

Необходимость знания английского языка очевидна сейчас почти всем, знание английского языка приветствуется при устройстве на работу, а в некоторых случаях является основным требованием. На данный момент существует множество методик и курсов по изучению иностранных языков, каждый из которых имеет свои отличительные особенности, способствующие более быстрому и качественному процессу обучения. Целью моей работы является создание одного из таких инструментов, который направлен на изучение грамматики английского языка с возможностью контроля и проверки своих знаний в тестовой форме.

Каждый разговорный язык описывается с помощью набора правил, определяющих структуру правильного построения предложения, порядок следования слов в нем. Наиболее удобным математическим формализмом для описания синтаксических конструкций языка являются контекстно-свободные грамматики. Грамматика может предоставить точную и достаточно легкую для понимания синтаксическую схему языка. Правильно составленная контекстно-свободная грамматика и реализованный для нее анализатор являются эффективным инструментом, который позволяет определять, является ли исходное предложение синтаксически правильным. Если для каждого из времен английского языка составить контекстно-свободную грамматику, в которой наиболее полно и четко отражен синтаксис данного времени, то мы получим очень эффективный инструмент для проверки соответствия предложения определенному времени английского языка.

Основными понятиями контекстно-свободной грамматики являются терминальные и нетерминальные символы. Терминальные символы - это отдельные символы или их последовательности, являющиеся с точки зрения синтаксиса неразрывным целым. Для наших целей удобнее считать терминальные символы лексемами. Нетерминальный символ - это некоторая абстракция, которая по определенным правилам сводится к комбинации терминальных и нетерминальных символов. Правила должны быть такими, чтобы существовала возможность выведения из них выражения, полностью состоящего из терминальных символов, за конечное число шагов. Цепочка терминальных символов, полученная выводом из стартового символа грамматики на основе ее правил, будет считаться порождаемой данной грамматикой. В работе составлены грамматики некоторых времен английского языка. Так, например, грамматика простого прошедшего времени (Past Simple), будет порождать только предложения, записанные в Past Simple.

Чтобы выполнить обратную операцию, то есть определить принадлежит ли цепочка терминальных символов грамматике, используются синтаксические анализаторы. Большинство известных методов анализа принадлежат одному из двух классов, один из которых объединяет нисходящие алгоритмы, а другой – восходящие алгоритмы. В моей работе используется LR(1) анализатор. При этом входная цепочка просматривается слева направо, строится ее правый вывод, а количество непрочитанных символов перед просмотром во входном потоке, на основании которых принимаются решения при анализе равно одному. Это позволило создать инструмент, который способен наиболее точно проверять синтаксис записанного предложения, соблюдение в нем грамматических конструкций языка, правильность использования правил для построения предложения в определенном времени.

**АНАЛИЗ ОЦЕНОК ЭКСПЕРТОВ ПАРАМЕТРОВ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Для оценки коэффициента передачи геометрической модели (ГМ) из одной профессиональной среды в другую воспользуемся данными, полученными от специалистов (экспертов), работающих с ГМ. На основании данных, полученных от экспертов, определим вес каждого параметра, влияющего на коэффициент передачи геометрической модели. Вес параметра состоит из структурного и экспертного весов. Получив необходимые данные от экспертов, проведем их анализ с помощью программного комплекса «Statistica» (рисунок 1).

Проверка нулевой гипотезы проводится используя статистический критерий Лиллиефорса, являющийся модификацией критерия Колмогорова–Смирнова, следующим образом:

- Оценивается выборочное среднее и дисперсия;
- Так же как при использовании критерия Колмогорова, находится максимальное отклонение между выборочной и теоретической интегральными функциями распределения.
- Принимается решение, является ли статистически значимым наблюдаемое отклонение выборочной функции распределения от теоретической. В случае положительного ответа, нулевая гипотеза отвергается.

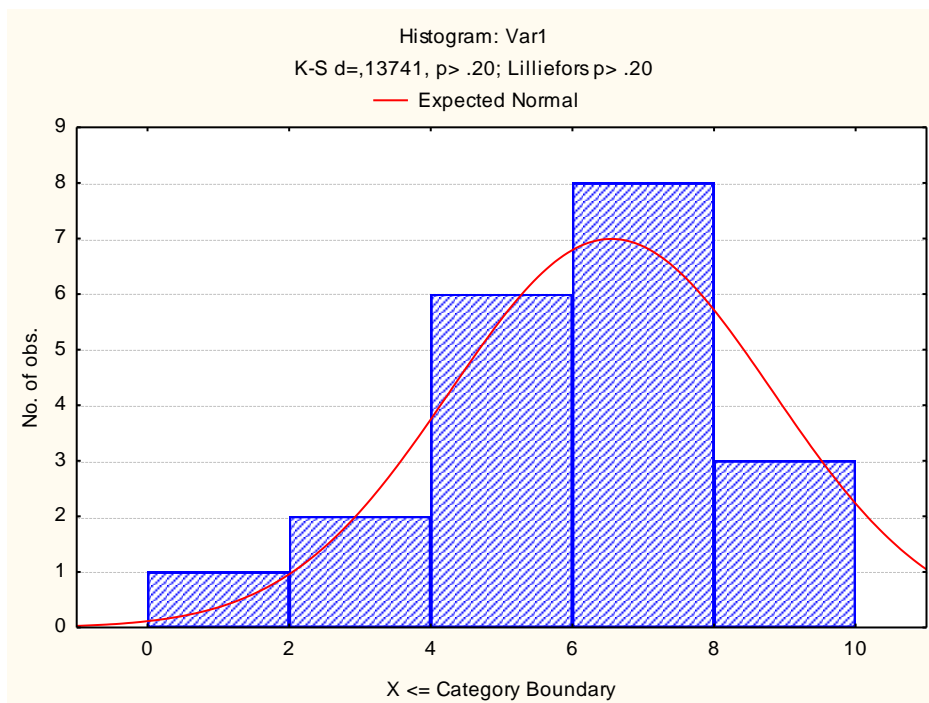


Рис.1. Гистограмма оценок экспертов

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КОРПОРАТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работоспособность и эффективность современных корпоративных автоматизированных систем (АС) зависит от целого ряда факторов: пропускной способности корпоративной сети, наличия резервных линий, состояния парка серверов и автоматизированных рабочих мест, квалификации ИТ персонала, состояния энергетического комплекса и ряда других факторов.

При построении корпоративных АС особое внимание уделяется комплексу технических средств. Однако сохранность информационного обеспечения АС невозможно обеспечить только комплексом технических средств и специализированного программного обеспечения. При построении современных АС в рамках системного подхода необходимо охватывать не только технические аспекты, но и такие специфические разделы управления организацией, как мотивация персонала, обучение, комплекс мероприятий по выявлению скрытых проблем и поддержанию системны в рабочем состоянии в течение всего жизненного цикла (ЖЦ). Этот факт инициирует развитие в рамках системного подхода специальных методов управления различными системами (качеством, надежностью, ИБ и др.), которые опираются на современные информационные технологии и средства автоматизации. В качестве приоритетного метода управления в части обеспечения информационной безопасности программно-аппаратных комплексов предложен инструментальный комплекс повышения эффективности функционирования корпоративных АС на базе системы аудита утечек конфиденциальной информации во внешней среде организации. Роль аудита рассматривается, как комплекс мероприятий по исследованию внешней и внутренней среды автоматизированной системы с целью поддержки процесса функционирования программно-аппаратного комплекса в течение всего жизненного цикла. Результатом аудита является формализация последовательности мероприятий по поддержке процесса функционирования АС, которые отображаются в соответствующей документации. Процесс аудита является объектом автоматизации, аудитор при решении поставленных задач должен иметь возможность использовать средства автоматизации, проектирование которых основано на создании различных видов обеспечений. Процесс поддержки ЖЦ АС описан при помощи декларативной модели, которая при помощи иерархической системы сценариев определяет место аудита в системе создания и сопровождения автоматизированных систем. На первом уровне иерархии располагается последовательность событий - этапов ЖЦ АС, осуществляющих горизонтальную интеграцию используемых моделей ЖЦ АС (каскадной, спиральной, итерационной и других) за счет привязки различных видов аудита к этапам ЖЦ АС. Акцент сделан на функциональных связях между этапами ЖЦ АС и типовыми видами аудита – инструментариями поддержки ЖЦ АС. На втором уровне иерархии представлены сценарии поддержки процесса выбора определенного вида аудита. Система аудита образует низшие уровни иерархии. Каждый сценарий – алгоритм проведения аудита интерпретируется на модельном уровне в качестве корректирующего сценария, который поддерживает ЖЦ АС. В процессе формализации сценариев различного уровня используется модель «конструктор». Таким образом, процесс аудита рассматривается с позиций системного анализа программно-аппаратного комплекса внешней и внутренней среды его функционирования.

РАСЧЕТ ВЫЗВАННЫХ РАБОТОЙ ДВИЖИТЕЛЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ СКОРОСТЕЙ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ПОД НИЗКОЛЕТЯЩИМ КРЫЛОМ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Рассматривается задача о движении с постоянной скоростью v_0 на высоте h над опорной поверхностью крыла S конечного размаха, имеющего перед собой движитель (рис. 1), в выходном сечении которого (диске D) создается струя, обеспечивающая силу тяги движителя. Ось струи (или направление действия силы тяги) наклонена к направлению движения системы под углом β , координаты центра диска движителя известны и задаются в системе координат $Oxyz$, связанной с крылом. Местные углы атаки крыла, его относительная толщина предполагаются малыми. Движитель моделируется распределением в диске D слоя диполей. В соответствии с этим рассматривается краевая задача о низколетящем крыле в потенциальном поле скоростей за диском диполей.

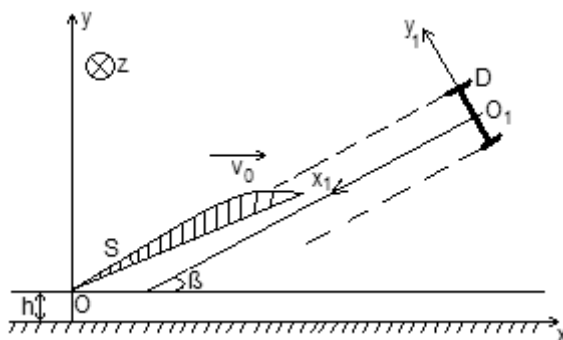


Рис. 1. Постановка задачи

Если скачок давлений в диске движителя не зависит от координат, что, например, характерно для воздушных винтов в насадке, то его величина в этом случае связана с силой тяги движителя простой зависимостью, и удастся в явном виде найти выражения для составляющих скоростей воздушного потока, вызванных работой движителя.

По найденным формулам для прямоугольного крыла, имеющего одинаковые размах и хорду, равные 7 м, движущегося со скоростью 21 м/с на высоте 0.09 м над опорной поверхностью, были проведены расчеты распределения составляющих скоростей потока, вызванных работой движителя. Сила тяги движителя бралась равной 350 кгс, угол β брался равным 10° . Результаты расчетов представлены на рис. 2, рис. 3.

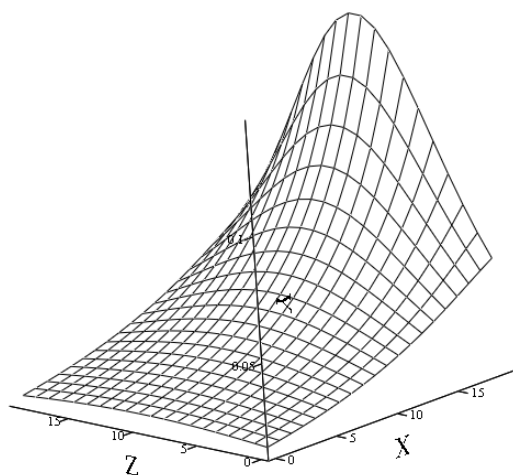


Рис. 2. Горизонтальная составляющая

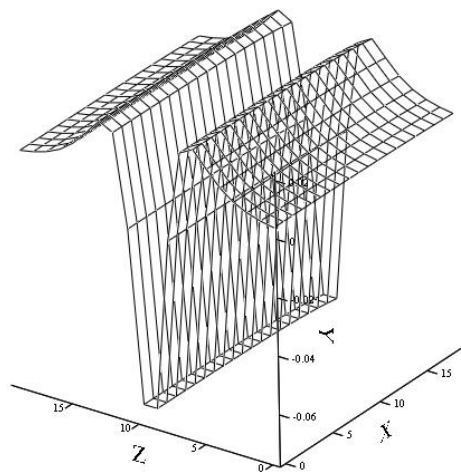


Рис. 3. Вертикальная состав-

УДК 681.518.5

А.Н. ВИГУРА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕСТОВЫХ ПОКРЫТИЙ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ РЕКОМПИЛЯЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важной проблемой, требующей решения в рамках верификации программного обеспечения, является оценка качества тестирования с точки зрения выбранного критерия полноты (покрытия кода программы тестами). Определение достигнутого тестового покрытия требует модификации тестируемой программы, что применимо далеко не на всех этапах верификации.

Предлагается метод определения тестового покрытия программ, написанных на компилируемых языках, без необходимости модификации исходных текстов и сборки специальных исполняемых образов. Для этого тестируемая программа выполняется с помощью утилиты Valgrind - виртуальной машины, реализующей динамическую рекомпиляцию и предоставляющей возможность отслеживания выполнения программы и вставки произвольного инструментального кода непосредственно во время выполнения. На основе Valgrind была разработана программная система, состоящая из двух модулей, использующих для обмена данными разделяемую память:

1. Инструментальный модуль на стороне Valgrind.
2. Модуль анализа собранных данных.

На стороне Valgrind выполнение тестируемой программы производится в следующем порядке. Каждый блок кода тестируемой программы перед выполнением декомпилируется и представляется в машинно-независимом формате (VEX IR). Затем производится вставка инструментального кода, отправляющего модулю анализа для каждой выполняемой инструкции ее адрес, тип и адреса операндов. После вставки инструментального кода просмотренные блоки транслируются обратно в машинный код, который может быть непосредственно выполнен процессором ЭВМ.

Модуль анализа выполняется в отдельном процессе и реализует вычисление тестового покрытия кода (покрытие операторов и блоков кода) и вывод покрытых и непокрытых фрагментов исходного текста.

Разработанная программная система реализована на языках программирования C и C++ и может работать под управлением ОС семейства Linux. Она предоставляет следующие возможности:

- Анализ полноты верификационного тестирования программного продукта без необходимости сборки специальных исполняемых образов.
- Возможность работы в рамках систем непрерывной интеграции

для анализа результатов автоматического модульного тестирования.

– Независимость от используемого языка программирования, поскольку отслеживание выполнения программы производится на уровне отдельных операций машинного кода.

– Слабая зависимость от архитектуры ЭВМ. Система поддерживает все архитектуры, для которых реализована трансляция кода в Valgrind.

На основе данной системы становится возможной реализация динамического символьного выполнения программы, при котором производится одновременно конкретное и символьное выполнение. Динамическое символьное выполнение может использоваться для автоматической генерации тестовых воздействий при модульном тестировании с целью максимизации тестового покрытия и при этом обходит ряд присутствующих статическому анализу проблем, связанных с указателями и подпрограммами. Автоматизация тестирования на основе динамического символьного выполнения является предметом дальнейшего исследования.

УДК 621.54:519.8

К.И. ДИКАРЕВ, М.Х. ПРИЛУЦКИЙ

ЗАДАЧА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Рассмотрим случай, когда в компрессорном цехе (КЦ) газоперекачивающие агрегаты (ГПА) соединены параллельно. Зависимость «мощность на валу ГПА – коммерческий расход газа» для ГПА, как и в [1], будем аппроксимировать кусочно-линейными участками, а интервал аппроксимации по расходам разобьем на несколько подинтервалов.

Множество всех ГПА разобьем на «группы» с близкими характеристиками. Пусть $i = \overline{1, m}$ – номера групп ГПА КЦ, $j = \overline{1, n}$ – номера подинтервалов, на которые дискретизированы возможные объемы перекачиваемого газа для всех групп ГПА. Пусть m_i^- и m_i^+ , соответственно, минимально и максимально допустимое число ГПА i -ой группы, которое можно задействовать, $i = \overline{1, m}$; J_{ij}^- и J_{ij}^+ , соответственно, минимально и максимально допустимый расход газа, который может быть перекачен i -ым ГПА, если его производительность соответствует j -ому интервалу, $0 \leq J_{ij}^- \leq J_{ij}^+$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$; a_{ij} и b_{ij} – коэффициенты линейной зависимости мощности на валу привода ГПА от объема перекачиваемого газа; J_v^{6blx} – требуемый расход газа на выходе КЦ. Обозначим через x_i – количество ГПА i -ой группы, которые будут работать в планируемом периоде в КЦ, $i = \overline{1, m}$; y_i – объем газа, который перекачает ГПА i -ой группы, $i = \overline{1, m}$; $z_{ij} = 1$, если ГПА i -ой группы будет работать в j -ом интервале допустимых расходов, и $z_{ij} = 0$, в противном случае, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$.

Тогда задача оптимизации режимов работы КЦ формализуется следующим образом:

$$F(\bar{x}, \bar{y}, Z) = \min \left\{ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (a_{ij} y_{ij} + b_{ij}) z_{ij} x_i \mid \sum_{i=1}^m x_i y_i = J_v^{6yx}, m_i^- \leq x_i \leq m_i^+, i = \overline{1, m}, \right. \\ \left. \sum_{j=1}^n z_{ij} J_{ij}^- \leq y_i \leq \sum_{j=1}^n z_{ij} J_{ij}^+, i = \overline{1, m}; \sum_{j=1}^n z_{ij} = 1, i = \overline{1, m}; x_i - \text{целые}, z_{ij} \in \{0, 1\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \right\}$$

Для решения поставленной задачи разработан алгоритм, который включает в себя следующие этапы:

1. Строятся все возможные наборы работающих ГПА. Их будет $\prod_{i=1}^m (m_i^+ - m_i^- + 1)$.
2. Для каждого варианта ставится исходная задача с известными значениями переменных $x_i, i = \overline{1, m}$.
3. Затем решаются задачи линейного программирования относительно переменных $y_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$, решение которых позволяет найти оптимальное решение исходной задачи.

Список литературы

1. Костюков В.Е., Прилуцкий М.Х., Распределение ресурсов в иерархических системах. Оптимизационные задачи добычи, транспорта газа и переработки газового конденсата. Учебное пособие – Н.Новгород.: Изд-во Нижегородского университета, 2010. 78 с.

УДК 004.58 + 891

А.И. ЕГОРОВА, Н.В. МАРОЧКИН, А.В. СЕМАШКО

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВЕТУЮЩИХ СИСТЕМ С ГИБРИДНЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире острой конкурентной борьбы исключительно важно уметь принимать быстрые и правильные управленческие решения. Ресурсом для этого является информация, которой располагает руководитель, а также его компетентность и опыт. Значительно помочь сделать правильный выбор может служба технической поддержки, которая не всегда работает эффективно. Целью работы является исследование и проектирование советуемых систем с гибридным интеллектом для различных сфер бизнеса.

Несмотря на достаточное количество публикаций, связанных с проблематикой разработки советуемых систем, принятия и реализации управленческих решений, данная тема остается недостаточно проработанной. Основными требованиями к разрабатываемой советуемой системе относятся: диагностика типовых неисправностей и советы по их преодолению; совершенствование организации работы отдела; повышение качества обслуживания клиентов; увеличение производительности; возможность одновременной работы с несколькими клиентами.

Руководствуясь предложенными требованиями, в работе был произведен их анализ и предложена структура советуемой системы. Пользователи подключаются к сети Интернет. Затем в работу вступает Web-сервер, который принимает HTTP-запросы от клиентов и выдает им ответы. Подключение к локальной сети происходит через маршрутизатор. Пользователь может подключиться как к базе данных, так и к экспер-

там. Метаоператор и эксперты имеют прямой доступ к базе данных. Эксперт используется в качестве информационного источника или решателя. База знаний отражает знания экспертов в данной проблемной области. В процессе решения задачи пользователь может запросить объяснение хода решения, для этого используется механизм объяснения знаний.

В ходе работ по созданию советующих систем сложилась определенная технология их разработки. На этапе идентификации определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты. На этапе концептуализации проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач. На этапе формализации выбираются ИС и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы. На этапе выполнения осуществляется наполнение экспертом базы знаний. Важное место при создании советующей системы занимает программный комплекс, который лежит в основе взаимодействия клиентов с сотрудниками отдела.

Для проектирования советующей системы необходимым условием является построение четкого алгоритма работы сотрудников службы технической поддержки. Для этого строится блок-схема работы метаоператора и эксперта, в которых пошагово описаны все их действия во время рабочего дня и обслуживания клиентов. После того, как основные этапы проектирования системы завершены, предлагаем промоделировать возможную работу службы технической поддержки. Это покажет эффективность внедрения такой системы.

Тенденции развития информационных технологий в настоящее время указывают путь движения в сторону динамически функционирующих систем, что представляется целесообразным в дальнейших исследованиях.

УДК 681.5

Ю.П. ЕМЕЛЬЯНОВА

УПРАВЛЕНИЕ С ИТЕРАТИВНЫМ ОБУЧЕНИЕМ СИСТЕМАМИ В СЕТИ С ИНФОРМАЦИОННЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Арзамасский политехнический институт Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

Рассматривается множество линейных дискретных систем

$$x_i(t+1) = A_i(\delta(t))x_i(t) + B_i(\delta(t))u_i(t), \quad y_i(t) = C_i x_i(t), \quad i = 1, \dots, N \quad (1)$$

где $x_i \in \mathbf{R}^n$ - вектор состояния i -ой системы, $u_i \in \mathbf{R}^m$ - входной вектор i -ой системы, $y_i \in \mathbf{R}^p$ - выходной вектор i -ой системы, $\delta(t)$ - вектор неопределенных параметров, описываемых аффинной моделью A_i, B_i, C_i - действительные матрицы соответствующих размерностей.

Системы (1) функционируют в повторяющемся режиме на интервале времени $[0, T]$ с начальными условиями $x_i(0) = x_{i0}$. Задача состоит в том, чтобы все они воспроизвели заданную траекторию движения на конечном интервале с заданной точностью. При этом предполагается, что только одна из систем (лидер или ведущий) получает информацию о заданной траектории непосредственно, остальные получают эту информацию от лидера (ведомые). Если система теряет информацию от лидера, то она начинает получать информацию от другой системы, информация от которой в данный

момент ей доступна. Если доступ к информации от лидера восстанавливается, то система вновь переключается на получение информации от лидера. Информационные нарушения описываются марковской цепью $r(t)$ с конечным множеством состояний M и известными вероятностями перехода $\pi_{ij} = P[r(t+1) = j | r(t) = i]$.

Решение задачи основано на методе управления с итеративным обучением, суть которого состоит в том, что все доступные измерению переменные запоминаются на текущем шаге и используются на следующем с целью улучшения характеристик системы.

Определим правило управления с итеративным обучением следующим образом

$$u_i(t, k+1) = u_i(t, k) + \Delta u_i(t, k),$$

где Δu_i означает изменение i -го входного управляющего вектора.

Введем вспомогательные переменные:

$$\eta_i(t+1, k+1) = x_i(t, k+1) - x_i(t, k), \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

Ошибки обучения ведущей и ведомых систем определяются соотношениями:

$$e_1(t, k) = y_{ref}(t) - y_1(t, k), \quad e_i(t, k) = y_{I_i[r(t)]}(t, k) - y_i(t, k), \quad i = 2, 3, \dots, N.$$

где $I_{i[r(t)]}$ может принимать любые значения от 1 до N , исключая значение равное i , в зависимости от нарушений в сети (состояния марковской цепи $r(t)$).

В терминах переменных η и e система (1) опишется моделью с двумерной динамикой:

$$\begin{aligned} \eta(t+1, k+1) &= A_{11}(\delta, \rho(t))\eta(t, k+1) + A_{12}(\delta, \rho(t))e(t, k) + B_{11}\Delta u(t-1, k+1), \\ e(t, k+1) &= A_{21}(\delta, \rho(t))\eta(t, k+1) + A_{22}(\delta, \rho(t))e(t, k) + B_{21}\Delta u(t-1, k+1), \end{aligned} \quad (3)$$

где $A_{11} = \text{diag}[A_1, \dots, A_N]$, $A_{12} = [0]$, $A_{22} = \text{diag}[I_n]$, $B_1 = \text{diag}[B_1, \dots, B_N]$, матрицы

A_{21} и B_2 имеют случайную структуру, определяемую нарушениями.

Модель (3) позволяет применить теорию 2D систем для решения поставленной задачи синтеза управления с итеративным обучением. Эффективность полученных результатов иллюстрируется примером.

УДК 519.8 + 681.3

А.С. КУИМОВА, Ю.С. ФЕДОСЕНКО

МОДИФИКАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ q-РАСПИСАНИЯ ДЛЯ БИКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОБСЛУЖИВАНИЯ БИНАРНОГО ПОТОКА ОБЪЕКТОВ

Волжская государственная академия водного транспорта

Рассматриваемая проблема возникла в связи с созданием компьютерных средств поддержки оперативного управления Северным завозом дизельного топлива через речной порт г. Салехард.

В докладе рассматривается математическая модель обслуживания потока объектов, состоящего из двух подпотоков – входящего и исходящего, на процессоре с резервуаром ограниченной емкости. Модель описывает основные компоненты технологического процесса обработки судов на стационарном терминале [1].

Объекты характеризуются целочисленными значениями следующих параметров: момент поступления в очередь на обслуживание, норма длительности обслуживания, штраф за единицу времени простоя в ожидании обслуживания, мягкий директивный срок завершения обслуживания, объемная характеристика. Обслуживание прибывшего в очередь объекта осуществляется без прерываний; необслуженный объект не может

покинуть очередь; непроизводительные простои процессора запрещены. Процессор может начать обслуживание объекта из входящего подпотока при наличии свободного объема в резервуаре, объект исходящего подпотока может быть обслужен при наличии достаточного количества топлива в резервуаре.

Стратегия обслуживания представляет собой перестановку длины n , где n – число обслуживаемых объектов. В сформулированной задаче диспетчеризации стратегии оцениваются по двум независимым минимизируемым критериям. Известно, что при учете только одного критерия оптимизационная задача адекватная описанной модели NP -трудна [2]. Поэтому актуальной является проблема построения таких модификаций бикритериальной модели обслуживания, которые, при сохранении адекватности описания, порождают полиномиально разрешимые подклассы задачи синтеза стратегий обслуживания. В докладе рассмотрена одна из таких модификаций, которая формализует ограничения на допустимую величину опережений в обслуживании [3]: каждый объект из входящего подпотока могут обойти в обслуживании не более q^+ других объектов из этого же подпотока, каждый объект из исходящего подпотока могут обойти в обслуживании не более q^- других объектов из этого же подпотока.

Для синтеза стратегий управления в вышеописанной модифицированной модели обслуживания разработан алгоритм, основанный на идеологии динамического программирования в его бикритериальном расширении и реализующий наиболее общий подход к многокритериальной оптимизации – парадигму Парето-оптимальности. Приведены результаты вычислительных экспериментов.

Список литературы

1. Куимова А.С., Минаев Д. В., Федосенко Ю.С. Управление однопроцессорным обслуживанием бинарного потока объектов в системе с накопительным компонентом // Журнал «Информационно-измерительные и управляющие системы». – М.: Издательство «Радиотехника», 2011. – № 3, т. 9. – С. 33-37.
2. Коган Д.И., Федосенко Ю.С., Шеянов А.В. Моделирование и оптимизация управления потоком объектов в однопроцессорной системе с изодромным элементом // Межвузовский сб. научных трудов. – Нижний Новгород: ВГАВТ. 1996. Вып. 273. Ч. 1. С. 44-54.
3. Коган Д.И., Федосенко Ю.С. Задача диспетчеризации: анализ вычислительной сложности и полиномиально разрешимые подклассы // Дискретная математика. 1996. Т. 8. Вып. 3. С. 135-147.

УДК 519.687.1

М.А. ПАНКРАТОВА

ОТОБРАЖЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ МЕТОДОМ РЕКУРСИВНОЙ БИСЕКЦИИ ГРАФА

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

С развитием математики и вычислительной техники появились алгоритмы, позволяющие решать большое количество прикладных задач. Среди них можно выделить решение систем линейных уравнений, задачу переупорядочивания матрицы, задачу разбиения графа и др. С развитием науки порядки прикладных задач достигли больших размеров. Для их решения стало невозможным применять последовательные алгоритмы. Современная вычислительная техника предлагает нам мощный инструмент для развития параллельных алгоритмов, позволяющих в несколько раз сократить время решения задачи. В настоящее время производительность суперкомпьютеров достигает 27000 TFLOPS, а количество ядер – 560640.

Параллельное решение задачи представляет собой разбиение задачи на несколько независимых подзадач, которые выполняются на разных вычислительных узлах компьютера и в процессе выполнения могут обмениваться данными. Выигрыш во времени от распараллеливания алгоритма зависит не только от количества одновременно задействованных вычислителей, но и от объема и интенсивности обмена данными. Время передачи данных от одного вычислительного узла до другого зависит от физического расстояния между ними, количества узлов-посредников и количества коллизий, которые могут возникнуть при передаче нескольких пакетов данных через один узел одновременно. В таком контексте можно поставить задачу оптимального назначения параллельных частей алгоритма на узлы вычислительной системы с целью уменьшения времени на передачу данных.

Параллельную задачу и вычислительную систему можно моделировать с помощью неориентированных взвешенных графов. Вершины графа задач представляют независимые подзадачи, а ребро между двумя вершинами означает, что в процессе выполнения между соответствующими подзадачами будет происходить обмен данными. Вершины графа системы представляют вычислительные узлы, а ребро между двумя вершинами означает, что между соответствующими узлами существует физическая связь. Целью задачи является назначение вершин графа задач на вершины графа системы таким образом, чтобы суммарное расстояние между связанными подзадачами было наименьшим.

Поставленная задача является NP-трудной. Учитывая размеры современных вычислительных систем, использование точных методов решения не представляется возможным.

В работе предлагается эвристический метод решения задачи, основанный на рекурсивной бисекции графов. Каждый граф разбивается на две части таким образом, чтобы количество «разрезанных» ребер было минимальным, происходит назначение частей друг на друга, и задача распадается на две задачи меньшего размера. Далее алгоритм рекурсивно повторяется для каждой задачи до тех пор, пока размеры графов не станут равными 1, и не произойдет назначение вершин графов. Предложенный метод был программно реализован. Были проведены вычислительные эксперименты для разных типов графов, сформулированы выводы.

УДК 004.891

Д.В. МИЛОВ

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наличие эффективных методов принятия решений, основанных на использовании современных информационных технологий, является определяющим фактором при управлении сложными системами. Одним из инструментов поддержки принятия решений может служить экспертная система. Выбор наилучшего решения зачастую осуществляется в условиях неполноты информации. В этих условиях, эксперт в соответствующей предметной области, основываясь на своих знаниях и опыте, совместно с инженером по знаниям, формируют правила для работы экспертной системы.

Особую значимость приобретают исследования по развитию и совершенствованию методов обработки экспертных знаний. Наиболее полезной характеристикой экспертной системы является то, что она использует знания и опыт экспертов. Этот опыт может представлять уровень мышления наиболее квалифицированных экспертов в данной области.

Одна из наиболее важных задач, возникающих при построении экспертной системы, состоит в предоставлении инструментов для оперирования с нечеткой, размытой информацией. Эти задачи могут быть решены с использованием нечеткой логики.

Нечеткие правила позволяют достаточно хорошо описывать сложную нелинейную зависимость. При этом модель типа Сугэно более точная. Преимущество моделей типа Мамдани состоит в том, что составление правил базы знаний является интуитивно понятным, тогда как для моделей типа Сугэно не всегда ясно, какие линейные зависимости «вход-выход» необходимо использовать и как их получить.

Нечеткая экспертная система использует представление знаний в форме нечетких продукций и лингвистических переменных. Основу представления лингвистической переменной составляет терм с функцией принадлежности. Обработка знаний в экспертной системе основана на логическом выводе по нечетким продукциям. Особенностью нечеткой экспертной системы является способ извлечения функций принадлежности, который сводится либо к статистическим методам построения, либо к методу экспертных оценок.

Когда прототип системы создан, для корректной работы, целесообразно произвести проверку. Одним из методов проверки является визуализация базы знаний. На данном этапе эксперт в области применения системы может сравнить множество выходных значений системы с эталонными, дать оценку полноты базы знаний, при необходимости ее пополнить

Таким образом, в настоящее время, создание экспертной системы, удовлетворяющей всем необходимым требованиям – это трудоемкий процесс, включающий в себя работу множества специалистов различного профиля. Экспертные системы с использованием нечеткой логики находят свое применение для решения широкого круга задач, в том числе прогнозирования нештатных ситуаций на различных производственных объектах. Решение этой задачи позволяет повысить эффективность управления промышленной безопасностью и характеристики безаварийности сложных технологических объектов.

УДК 623

И.Д. РОМАНОВ, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ

РАЗВИТИЕ НАЗЕМНЫХ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ И АВТОНОМНЫХ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
НИИ Высокотемпературных технологий

Одной из значимых программ развития Вооружённых сил США «Боевая система будущего» (Future Combat System — FCS) — является «наземные дистанционно управляемые машины / безэкипажные наземные машины» (Unmanned Ground Vehicles — UGV). В перспективе предусматривается создание полностью автономных роботизированных формирований. Это позволит, прежде всего, существенно сократить потери среди личного состава. Кроме того, в определённых видах боя, например в городских условиях, роботы могут стать основным и самым эффективным средством достижения победы.

Программа UGV предусматривают разработку и внедрение:

- вооружённых роботизированных машин — Armed Robotic Vehicle (ARV) — разведывательной (Reconnaissance, Surveillance and Target Acquisition — RSTA) и штурмовой (Assault) (Боевые роботизированные машины ARV на базе 6-колёсной платформы массой 5-6 т в двух вариантах: ARV-RSTA — для выполнения задач разведки и ARV-Assault — для выполнения огневых задач и обеспечения защиты войск);
- многофункциональных машин поддержки — Multifunctional Utility Logistics and Equipment platform (MULE) — разведывательной, сапёрной и транспортной;
- малогабаритной беспилотной машины — Small Unmanned Ground Vehicle (SUGV).

В настоящее время идет активное внедрение наземных малогабаритных дистанционно управляемых машин (ДУМ), боевая масса которых не превышает 500 кг. Подобные машины получили наибольшее распространение в мире и широко используются военными при проведении операций в различных условиях обстановки, в том числе в Ираке и Афганистане.

Одной из самых известных систем является "Пэ́кбот" (Packbot), производства компании iRobot. Переносная гусеничная ДУМ "Пэ́кбот" широко применяется в "горячих точках" для ведения разведки, а также в качестве средства обнаружения и транспортировки в безопасное место взрывных устройств и неразорвавшихся боеприпасов. Впервые она была опробована в 2002 году в Афганистане, а в 2003-м - в Ираке для зачистки пещер и бункеров, обследования зданий и поиска противопехотных мин.

ДУМ «Талон» (Talon) компании Foster-Miller: робот может быть вооружен пулеметом M240 калибра 7,62 мм, снайперской винтовкой M82A1, четырехствольной 66-мм ракетной установкой M202, 40-мм станковым и противотанковым гранатометами, многоствольной скорострельной установкой.

ДУМ «Мул» (Mule) корпорации Lockheed Martin предназначена для транспортировки материальных запасов пехоты. Главное в ней оригинальная подвеска, обеспечивающая высокую проходимость, каждое колесо приводится в движение собственным электродвигателем, а батарею подзаряжает дизель-генератор. ДУМ способна подниматься на уступ высотой 0,5 м и преодолеть 40-градусный подъем. Еще одной совместной разработкой компаний Lockheed Martin и Land Tamer является транспортная ДУМ SMSS (Squad Mission Support System). Она может перевозить материальные запасы, боеприпасы и продовольствие на 10 человек, самостоятельно выбирать дорогу, определяя некоторые типы препятствий.

СЕКЦИЯ 2

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Подсекция 2.1

Автоматизация систем электрооборудования

УДК 621.31

В.В. АНАНЬЕВ, А.Л. КУЛИКОВ

ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ

Нижегородский государственный технический университет

Рост потребления электроэнергии приводит к увеличению загрузки существующих линий. Для исключения повреждения при их высокой загрузке используется защита (автоматика) от перегрузки линий (АОПЛ).

Величина возможной загрузки линии определяется маркой провода и условиями соблюдения габаритов линии электропередачи. Достоверно известно, что около 80% времени линия может работать при токе большем, чем длительно допустимый. А кратковременная перегрузка может достигать трехкратных значений. Однако существующие защиты, имеющие постоянную уставку тока, не обеспечивают возможность загрузки линии более длительно допустимой. А защиты, которые обеспечивают такую загрузку, являются дорогостоящими и сложными в обслуживании. Предлагаемая защита (в дальнейшем просто «защита»), разработана для совмещения перечисленных достоинств – возможности загрузки выше длительно допустимой и приемлемо низкой эксплуатационной стоимости, а также первичных капиталовложений. Важнейшей дополнительной задачей защиты является выдача достоверной информации о возможной оперативной догрузке защищаемой линии.

В основу предлагаемого технического решения положены алгоритмы, позволяющие учесть все параметры, влияющие на температуру провода (величина тока, ветер, влажность и др.). Существенным отличием защиты от существующих аналогов является автоматический учет текущих условий нагрева-охлаждения. За счет этого обеспечивается возможность загрузки линии не только выше длительно допустимого значения, а даже до максимально возможного в текущих условиях работы. Защита может применяться на всех типах линий: на многоцепных опорах, на линиях, состоящих из нескольких участков с разными марками проводов, на линиях с несимметричным сопротивлением и загрузкой фаз. Применение АОПЛ приведет к более полному использованию пропускной способности существующих линий, позволит сэкономить на строительстве новых, снизить тарифы на электроэнергию.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТРИЧНЫМ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ В ПАКЕТЕ MATLAB
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ S-ФУНКЦИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Программный пакет MATLAB, содержащий в своём составе инструмент визуального программирования Simulink, в настоящее время является одним из самых популярных средств моделирования. Система MATLAB специально создана для проведения именно инженерных расчетов. Математический аппарат, который используется в ней, предельно приближен к современному математическому аппарату инженера и ученого и опирается на вычисления с матрицами, векторами и комплексными числами.

При моделировании системы управления матричным преобразователем частоты (МПЧ) с использованием Simulink [1], авторы столкнулись со следующей проблемой: модель, состоящая из большого количества стандартных блоков, представляла собой достаточно трудоёмкое и громоздкое решение. Как следствие, был существенно затруднен поиск возможных ошибок, а модификация алгоритма и расчёт моделей занимал длительное время. Несмотря на разнообразие имеющихся в MATLAB библиотек, моделирование достаточно сложного алгоритма управления поставило необходимость самостоятельного написания пользовательских функций, как описывающих объект в виде математических уравнений, так и производящих определенную последовательность операций.

Авторами было принято решение модифицировать разработанную модель, используя имеющийся в MATLAB блок S-Function (или S-функция), который представляет собой описание блока Simulink на одном из языков программирования: MATLAB, C, C++, Ada или FORTRAN.

Выбор конкретного языка программирования зависит от многих условий. Часто решающую роль оказывает удобство программирования, наличие проверенных математических методов, наглядность представления результатов. Так как система управления разрабатывается на базе отладочной платы STM32F4-Discovery, оснащённой 32-х разрядным микроконтроллером STM32F407VG, программирование которого ведется на языке C, появилась возможность отлаживать написанный программный код непосредственно в модели, используя для анализа все доступные графические средства MATLAB.

В существующей модели были заменены на S-функции следующие блоки: блок формирования синхроимпульсов, определяющих рабочее линейное напряжение, блок синусоидально-управляемой ШИМ, блок генерации управляющих импульсов, посылаемых драйверами силовых модулей на затворы IGBT-транзисторов. Полученная модель более компактна и наглядна по сравнению с ранее разработанной, а для вычисления и обработки результатов ЭВМ требуется меньшее время. Результаты моделирования и программный код, написанный для модели, будут использоваться при разработке алгоритма микропроцессорной системы управления экспериментального МПЧ [2].

Список литературы

1. Хватов, О.С. Имитационная модель матричного преобразователя частоты трехфазного напряжения в однофазное / О.С. Хватов, А.Б. Дарьенков, Д.А. Корнев // Материалы научно-технической конференции "Актуальные проблемы электроэнергетики"/ НГТУ. - Н.Новгород, 2011. – с. 37-42.

2. Корнев, Д.А. Макет матричного преобразователя частоты/ Д.А. Корнев, А.Б. Дарьенков, О.С. Хватов, И.А. Варыгин//Материалы XI Международной молодежной научно-технической конференции/НГТУ. - Н.Новгород, 2012. – с.54-55.

ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕМ В СОСТАВЕ ДИСПЕТЧЕРСКИХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важным фактором обеспечения надежности транспорта газа является надежность систем диспетчерского контроля и управления на объекте, реализация службами на объекте контроля и управления основной технологией (с помощью автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)) и вспомогательной технологией (с помощью автоматизированной системой управления энергоснабжением (АСУ Э)). В связи с чем, разработка и построение АСУ ТП уровня диспетчерского управления (ДП ЛПУ) и входящую в нее подсистему АСУ Э уровня компрессорной станции является основными задачами, решаемыми при реконструкции диспетчерских систем на объектах ОАО «Газпром». Следует отметить, что на некоторых объектах ОАО «Газпром» ставится задача проектирования и создания АСУ ТП уровня диспетчерского пункта (газотранспортного предприятия) при нереализованном или частично реализованном нижестоящем уровне автоматизации, что накладывает дополнительные требования по анализу перспективного развития систем.

При разработке АСУ ТП верхнего уровня, помимо учета перспективного развития систем нижестоящего уровня (АСУ Э), необходимо учитывать так же требования по расположению ПТС системы, ее подсистем, объему информационной емкости системы, вопросы интеграции подсистем, входящих в АСУ ТП, что в совокупности определяет техническую и экономическую эффективность реализации системы и накладывает требования к интегрируемой в АСУ ТП подсистеме АСУ Э.

Основной проблемой при реализации АСУ Э в составе АСУ ТП ДП ЛПУ является: отсутствие четкой определенности в нормативных документах структуры построения АСУ Э в составе АСУ ТП, так же в перечне и объеме информации, поступающей из АСУ Э в АСУ ТП. Так же важными являются вопросы интеграции АСУ Э в АСУ ТП с точки зрения правильного информационного взаимодействия, а так же возможного влияния работы АСУ Э на АСУ ТП.

Рассмотрим, каким образом решалась задача реализации функций управления энергоснабжением в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом уровня диспетчерского управления на объекте ООО «Газпром трансгаз Ухта».

В рамках реконструкции АСУ ТП ДП ЛПУ объектов ООО «Газпром трансгаз Ухта» в части контроля за объектами энергоснабжения было выполнено следующее:

- определена структура (алгоритм) построения АСУ ТП с учетом интеграции существующих и перспективных систем АСУ Э, а именно: для специалистов служб ЭС и ТВС в месте размещения оперативного персонала устанавливался АРМ ЭС и АРМ ТВС для контроля за объектами электро-, тепло-, водоснабжения, подключение АРМов обеспечивалось в системе АСУ ТП;
- проработаны вопросы интеграции (стыковки) на аппаратном и программном уровне существующих АСУ Э КС/КЦ в АСУ ТП ДП ЛПУ;
- в части интеграции перспективных систем АСУ Э в АСУ ТП ДП уровня ЛПУ с целью контроля за состоянием объектов энергоснабжения было принято следующее решение: все перспективные АСУ Э должны интегрироваться через перспективный выделенный сервер АСУ Э КС, который должен располагаться на посту управления объектами энергетики (ПС 110/10 кВ, ГЩУ ЭСН, и т.д.);
- рассчитаны параметры информационного обмена АСУ Э с АСУ ТП в объеме необходимой информации с учетом количества объектов энергоснабжения на КС, перечня существующего оборудования (данные расчеты позволили выбрать лицензию для создаваемой АСУ ТП ДП ЛПУ);

- проведена классификация и оптимизация параметров АСУ Э для обеспечения требований по информационной емкости в АСУ ТП ДП ЛПУ.

УДК 621.314

Д.А. КОМРАКОВ, А.Б. ДАРЬЕНКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ARM-МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Современные тенденции развития систем промышленной автоматизации на основе микропроцессорной техники предоставляют широкие возможности для качественного улучшения характеристик работы объектов управления. Комплексные решения на базе микроконтроллеров (МК) нового поколения плавно переносят проблемную область теории управления из разряда схмотехники в разряд программирования.

Наиболее широко используемыми решениями в системах управления конца 20 века и первого десятилетия 21 века были устройства на базе 8- и 16-разрядных МК, например семейства AVR фирмы Atmel. Доступность, низкая цена, RISC-архитектура, достаточно высокая для своего времени частота работы кристалла (до 12 МГц), а также богатая линейка моделей с различными функциональными возможностями, позволяли использовать их в широком наборе типов устройств, выполняющих как простейшие сервисные функции, так и являющихся составной частью систем комплексной автоматизации.

За последние два года ситуация на рынке интегрируемых микропроцессорных систем резко изменилась. На передний план вышли высокопроизводительные МК на основе ядра ARM. Из них на сегодняшний день одним из самых мощных является 32-разрядный чип STM32F407VG, выпускаемый компанией ST Microelectronics. Данный МК использует все ресурсы высокопроизводительного ядра и обладает такими особенностями, как: высокоскоростной обмен данными посредством 7-уровневой расширенной высокопроизводительной шины АНВ и нескольких контроллеров прямого доступа к памяти DMA, обеспечивающих одновременное исполнение инструкций и передачу данных; частота работы - до 168 МГц; гибкие возможности для снижения энергопотребления в различных режимах работы; интегрированный блок вычислений с плавающей точкой и поддержка DSP-инструкций, которые ускоряют исполнение управляющих алгоритмов, расширяют возможности приложения, увеличивают эффективность программного кода. На сегодняшний день МК на основе ядра ARM находятся в одной ценовой категории с устаревшими 16-разрядными МК AVR, что способствует их стремительному распространению.

Одной из возможных ниш для применения высокопроизводительных МК на основе ядра ARM может служить их использование в современных системах управления силовыми преобразователями параметров электроэнергии, таких как матричные преобразователи частоты, разработкой которых занимаются авторы [1]. В отличие от 16-разрядных МК AVR, имеющих достаточно низкую рабочую частоту кристалла, влияющую на скорость обработки прерываний, а также небольшой объем встроенной памяти, ограничивающей программный стек, ARM-МК обладают в 10 раз большей частотой работы, сочетающейся с многоуровневой архитектурой и аппаратной поддержкой сложных математических функций, что позволяет на высокой скорости анализировать текущее состояние объекта управления, обрабатывать сложные алгоритмы с большим числом условий и оперативно формировать управляющие воздействия. Также преимущества новой архитектуры позволяют создавать развитые системы управления реального времени на одном кристалле, являющиеся передовой областью разработок в современной теории управления.

Список литературы

1. Корнев, Д.А. Макет матричного преобразователя частоты/ Д.А. Корнев, А.Б. Дарьенков, О.С. Хватов, И.А. Варыгин//Материалы XI Международной молодежной научно-технической конференции/НГТУ. - Н.Новгород, 2012. – с.54-55.

УДК 62-83:621/.69

Д.Ю. ТИТОВ, А.С. ПЛЕХОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТОКА ЗАДАНИЯ АКТИВНОГО ФИЛЬТРА ГАРМОНИК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Теория вейвлет-анализа является альтернативой анализу Фурье и может быть использована при обработке сигналов в системе управления активными фильтрами гармоник (АФГ), реализованных на основе автономных инверторов тока и автономных инверторов напряжения.

Авторами предложен алгоритм для расчета тока компенсации (рис.1), формирующий ток задания для АФГ.

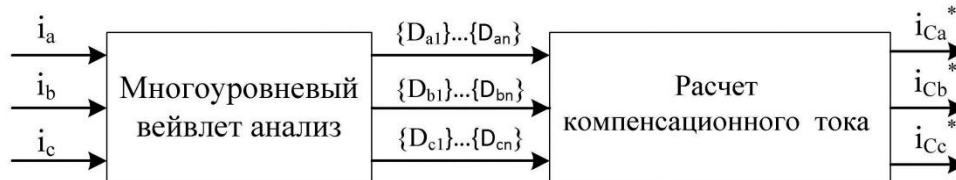


Рис.1. Алгоритм расчета компенсационного тока

Анализ сигнала (тока фазы) проводился с использованием метода «вейвлет-Добеши 8» (db8). Исходный сигнал приведен на рис. 2.

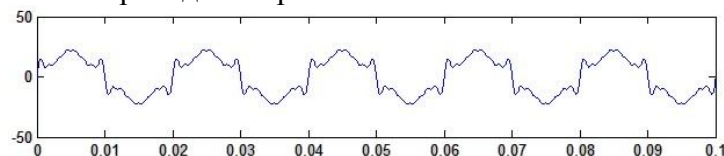


Рис. 2. Ток фазы А

На вход блока «Многоуровневый вейвлет анализ» поступают измеренные значения тока фаз. К измеренному сигналу тока применяется низкочастотный фильтр разложения, а затем - высокочастотный, при этом получаем коэффициенты аппроксимации первого уровня A_1 и детализирующие коэффициенты первого уровня D_1 . Далее процедура повторяется уже к коэффициентам аппроксимации A_1 , при этом получаем коэффициента второго уровня – A_2 и D_2 . На вход блока «Расчет компенсационного тока» поступают детализирующие коэффициенты, где из них формируется ток компенсации (рис. 3).

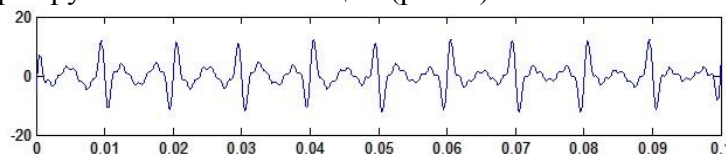


Рис. 3. Рассчитанный компенсационный ток

Моделирование осуществлялось в среде Matlab Simulink, вейвлет анализ выполнялся с использованием пакета Wavelet Toolbox. На рис. 4 показан ток в фазе А при компенсации гармонических искажений с использованием АФГ.

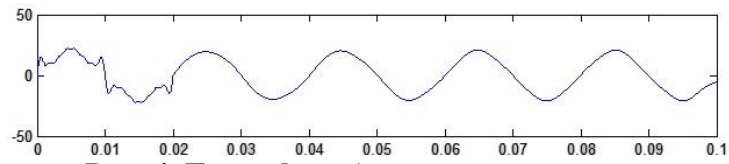


Рис. 4. Ток в фазе А после компенсации

УДК 621.316.1

Р.Ш. БЕДРЕТДИНОВ, Е.Н. СОСНИНА

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДСТАНЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Новый подход к построению электрических распределительных сетей с автоматизированными узлами нагрузки и возможностью подключения источников малой генерации [1] требует разработки трансформаторных подстанций 10-20/0,4кВ нового поколения с активно-адаптивной системой управления, позволяющих под нагрузкой регулировать напряжение, а также величину и направление мощности.

Разработаны научно-технологические решения по созданию цифровой электрической подстанции (ЦЭПС) 10-20/0,4 кВ с интеллектуальными трансформаторами (ИТр), имеющих устройство автоматического регулирования напряжения и мощности под нагрузкой и трехуровневую систему управления [2]. Силовая часть ИТр включает трансформатор сухого исполнения с расщепленной обмоткой высокого напряжения (схема соединения обмоток Y-Y/Yн) и тиристорный коммутатор переключения отводов регулировочных обмоток.

Актуальной задачей является исследование энергоэффективных режимов работы ЦЭПС: 1) режима параллельной работы ИТр; 2) режима работы с автономным источником энергии, подключенным к шинам 0,4 кВ ИТр.

Проведено исследование параллельной работы двух ИТр. К достоинствам данного режима работы ЦЭПС относятся: равномерное распределение электрической нагрузки; лучшее резервирование и др. Однако параллельная работа ИТр может сопровождаться возникновением уравнивающих токов, вызывающих дополнительные электрические потери.

Для исследования режима параллельной работы ИТр в пакете *Matlab (Simulink)* создана имитационная модель ЦЭПС и разработана программа по расчету параметров рассматриваемого режима. Устройства регулирования напряжения ИТр имеют 5 ступеней регулирования напряжения с шагом 2,5 %. Для определения оптимального положения отводов регулировочных обмоток ИТр при их параллельной работе, проведено измерение суммарных потерь мощности и величины уравнивающих токов для 25 возможных вариантов положения отпаек трансформаторов. Исследования показали, что минимум суммарных потерь активной мощности и уравнивающих токов соответствует положению отпаек ИТр, соответствующих добавке напряжения +5 %.

Результаты исследования позволили сделать следующие выводы:

- целесообразно включать на параллельную работу ИТр при положениях отпаек, соответствующих добавке напряжения „+5 %”;
- для равномерного распределения нагрузки ИТр должны иметь одинаковые напряжения короткого замыкания:

$$\frac{S_{T1} \dots S_{Tn}}{U_{K1\%} \dots U_{Kn\%}} \quad (1)$$

где $S_{T1} \dots S_{Tn}$ – номинальные мощности ИТр; $U_{K1\%} \dots U_{Kn\%}$ – напряжения короткого замыкания ИТр.

Список литературы

1. Соснина, Е.Н. Топология городских распределительных интеллектуальных электрических сетей 20 кВ / Е.Н. Соснина, А.Б. Лоскутов, А.А. Лоскутов // Промышленная энергетика. 2012. № 5. С. 11-17.
2. Лоскутов, А.Б. Разработка интеллектуальной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ / А.Б. Лоскутов, Е.Н. Соснина, А.И. Чивенков, Р.Ш. Бедретдинов // Актуальные проблемы электроэнергетики: материалы научно-технической конференции / НГТУ. – Н.Новгород, 2012. С. 11-16.

УДК 621.31

Е.А. БЫЧИНА, А.Л. КУЛИКОВ

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТОЧНОГО СДВИГА ФАЗ МЕЖДУ ДВУМЯ СИНУСОИДАЛЬНЫМИ СИГНАЛАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Сдвиг фаз между двумя синусоидальными сигналами, например токами и напряжениями, измеренными с разных сторон ЛЭП, может быть использован для определения погонных параметров линии. Это особенно актуально в алгоритмах определения места повреждения (ОМП) ЛЭП.

Известно техническое решение основанное на обработке мгновенных значений токов и напряжений. Для любых двух синусоидальных сигналов $a(t_j)$ и $b(t_j)$ представленных цифровыми отсчетами мгновенных значений для одних и тех же моментов времени $t_j = t_1, t_2 \dots t_N$, где N - число разбиений на периоде T - находят их действующие значения A и B , определяют их квазимощности P_{ab}^* из выражения [1]

$$P_{ab}^* = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N a(t_j) \cdot b(t_j) \quad (1)$$

Затем определяют сдвиг фаз между сигналами $a(t_j)$ и $b(t_j)$ по формуле

$$\varphi_{ab} = \arccos \left(\frac{P_{ab}^*}{A \cdot B} \right) \quad (2)$$

При сдвиге фаз равном 70° и N равном 201 относительная погрешность вычисления составляет $\approx 0,37\%$.

Авторами разработан более точный алгоритм, основанный на дискретном слеющем оценивании [2]. Основу алгоритма точной оценки сдвига фаз между синусоидальными сигналами составляют модифицированные уравнения Винеровской (Калнановской) фильтрации. При этом погрешность для тех же исходных параметров уменьшается до $\approx 0,03\%$, т.е. более 10 раз.

Точное определение сдвига фаз согласно предложенному авторами алгоритму целесообразно для применения в релейной защите, синхронных измерениях, управлении режимами, ОМП ЛЭП.

Список литературы

1. Способ определения сдвига фаз между двумя синусоидальными сигналами/ Патент РФ №2242014, опубл. 10.12.04. Бюл. № 30.
2. Куликов А.Л. Цифровое дистанционное определение повреждений ЛЭП/Под ред. М.Ш. Мисриханова. – Н. Новгород : изд-во ВВАГС, 2006.

УДК 621.362

М.А. ГРИГОРЬЕВ

ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОАО «ГАЗПРОМ»

ОАО «Гипрогазцентр»

Наиболее энергоемким видом деятельности в ОАО «Газпром» является магистральный транспорт газа, на который приходится около 3/4 объемов расходуемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), в том числе свыше 90 % природного газа. В суммарном расходе топливно-энергетических ресурсов на собственные технологические нужды (СТН) магистрального транспорта газа в последние годы доля природного газа составляла примерно 93 %, электроэнергии – около 6 %, тепловой энергии – примерно 1 %. Именно поэтому в данной статье мною рассмотрены основные энергетические показатели энергоэффективности газотранспортной системы (ГТС) и ее составляющих: компрессорной станции (КС), компрессорного цеха (КЦ), газоперекачивающих агрегатов (ГПА) и технологического оборудования компрессорного цеха.

1. Анализ показателей энергоэффективности газоперекачивающего агрегата. Для оценки эффективности расходования ТЭР ГПА используют следующие показатели энергоэффективности:

- КПД ГПА с газотурбинным приводом, $\eta_{ГПА}$, вычисляется по формуле

$$\eta_{ГПА} = \eta_e \cdot \eta_{пол}, \quad (1)$$

где η_e - эффективный КПД ГТУ;

$\eta_{пол}$ - политропный КПД ЦБН.

- КПД ЭГПА, $\eta_{ЭГПА}$, вычисляется по формуле

$$\eta_{ЭГПА} = \eta_{эдв} \cdot \eta_p \cdot \eta_{пол}. \quad (2)$$

где $\eta_{эдв}$ - КПД электродвигателя; используются паспортные данные.;

η_p - КПД редуктора (мультипликатора).

- Удельный расход ТГ ГПА с газотурбинным приводом $E_{ТГ}^{ГТУ}$, м³/кВт·ч, вычисляется по формуле

$$E_{ТГ}^{ГТУ} = \frac{860}{\eta_{ГПА} \cdot Q_n^p}. \quad (3)$$

- удельный расход электроэнергии на компримирование ЭГПА $E_{ЭК}^{ЭГПА}$ кВт·ч/кВт·ч, вычисляется по формуле

$$E_{ЭК}^{ЭГПА} = \frac{1}{\eta_{ЭГПА}}. \quad (4)$$

Анализ результатов измерений и расчетов показывает, что фактические показатели ГТУ по мощности и КПД ниже их паспортных (номинальных) значений (эффективный КПД ГТУ, $\eta_e=0,257$, номинальный КПД ГТУ, $\eta_e^0=0,294$). Ограничение загрузки ГТУ по мощности связано с ограничением по частоте вращения компрессора низкого давления.

Эффективная мощность ГТУ агрегатов находится в пределах от 12,1 до 12,2 МВт. Коэффициенты технического состояния ГТУ по мощности находятся в пределах $0,71 \div 0,79$.

2. Анализ показателей энергоэффективности компрессорного цеха.

Для оценки эффективности расходования ТЭР КЦ используют локальные и системные показатели энергоэффективности.

- показатели локальной энергоэффективности КЦ:

а) коэффициент полезного действия КЦ $\eta_{кц}$ вычисляется по формуле

$$\eta_{кц} = k_c \cdot k_{рец} \cdot \eta_n, \quad (5)$$

где k_c - коэффициент гидравлических сопротивлений обвязки КЦ;

$k_{рец}$ - коэффициент рециркуляции газа в технологической обвязке КЦ;

η_n - эксплуатационный КПД ЦБН.

б) удельный расход ТГ КЦ $E_{тг}^{кц}$ кг у.т./кВт·ч, вычисляется по формуле

$$E_{тг}^{кц} = \frac{Q_{тг}^{кц}}{L_{кц}} \cdot \frac{Q_n^p}{7000} \cdot 10^3, \quad (6)$$

где $Q_{тг}^{кц}$ - объем топливного газа, расходуемого КЦ за расчетный период времени, т у.т., измеряется в соответствии с ГОСТ 8.563.2;

$L_{кц}$ - политропная работа сжатия КЦ за расчетный период времени, кВт·ч.

в) удельные технологические потери газа КЦ $E_{пг}^{кц}$, м³/кВт·ч, вычисляется как для газотурбинных, так и для электроприводных КЦ по формуле

$$E_{пг}^{кц} = \frac{Q_{пг}^{кц}}{N_{уст}^{кц} \cdot \tau}, \quad (7)$$

где $Q_{пг}^{кц}$ - технологические потери газа КЦ за расчетный период, тыс. м³, измеряются согласно [2].

г) удельный расход электроэнергии на компримирование газа КЦ $E_{эк}^{кц}$, кВт·ч/кВт·ч, вычисляется по формуле

$$E_{эк}^{кц} = \frac{W_{эк}^{кц}}{L_{кц}} \cdot 10^3, \quad (8)$$

где $W_{эк}^{кц}$ - расход электроэнергии на компримирование газа КЦ за расчетный период, тыс. кВт·ч, измеряется.

д) удельный расход ТЭР на СТН КЦ $E_{тэр}^{кц}$, кг у.т./кВт·ч, вычисляется по формуле

$$E_{тэр}^{кц} = \frac{B_{тэр}^{кц}}{L_{кц}} \cdot 10^3, \quad (9)$$

где $B_{тэр}^{кц}$ - расход ТЭР на СТН КЦ, т у.т.

- показатели системной энергоэффективности КЦ:

а) удельный показатель эффективности расхода ТЭР на СТН КЦ $\mathcal{E}_{тэр}^{кц}$, кг у.т./млн м³·км, вычисляется по формуле

$$\mathcal{E}_{тэр}^{кц} = \frac{B_{тэр}^{кц}}{A_{эгр}^{кц}} \cdot 10^3. \quad (10)$$

Анализ результатов измерений и расчетов показывает, что фактический удельный расход топливного газа равен 0,542 м³/кВт·ч. Норма расхода топливного газа КЦ равна 0,516 м³/кВт·ч. Отклонение фактического удельного расхода топливного газа КЦ от нормы составило 3,7%. Экономия топливного газа составила за сутки 19 тыс. м³.

В случае превышения фактического удельного расхода топливного газа над нормативным более чем на 5% необходимо производить дальнейшие испытания и анализ эффективности работы ГТУ и ЦБН.

3. Анализ показателей энергоэффективности компрессорной станции.

Для оценки эффективности потребления ТЭР на СТН КС используются показатели локальной и системной энергоэффективности.

Показатели локальной энергоэффективности:

- удельный расход ТЭР на СТН КС вычисляется по формуле

$$E_{\text{тэр}}^{\text{КС}} = \frac{B_{\text{тэр}}^{\text{КС}}}{L_{\text{КС}}}, \quad (11)$$

где $B_{\text{тэр}}^{\text{КС}}$ - суммарный расход ТЭР КС за расчетный период времени, т у.х;

$L_{\text{КС}}$ - политропная работа сжатия КС за расчетный период времени, тыс. кВт·ч.

Показатели системной энергоэффективности:

- удельный показатель эффективности расхода ТЭР на СТН КС $\mathcal{E}_{\text{тэр}}^{\text{КС}}$, кг у.т./млн м³·км, вычисляется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{тэр}}^{\text{КС}} = \frac{B_{\text{тэр}}^{\text{КС}}}{A_{\text{эттр}}^{\text{КС}}} \cdot 10^3, \quad (12)$$

где $B_{\text{тэр}}^{\text{КС}}$ вычисляется по формуле (52);

$A_{\text{эттр}}^{\text{КС}}$ - ЭТТР КС за расчетный период времени, млн м³·км.

4. Энергосберегающие мероприятия.

Наиболее эффективные мероприятия по экономии природного газа:

- оптимальное использование существующих мощностей КС, в результате чего появляется возможность вывода из работы в резерв ГПА;
- оптимизация режимов работы ГПА по критерию минимума суммарных энергозатрат на многоцеховой КС;
- реконструкция (капитальный ремонт) линейных участков магистрального газопровода с пониженным разрешенным давлением.;
- оптимизация количества состава работающих ГПА;
- оптимизация распределения нагрузки между ГПА в КЦ.

Наиболее эффективные мероприятия по экономии электроэнергии:

- оптимизация режимов работы газопровода путем изменения загрузок электроприводных ГПА;
- оптимизация работы вентиляторов АВО газа. Уменьшение количества работающих двигателей АВО газа. Снижение расхода электроэнергии на АВО;
- применение устройств "мягкого" пуска для электродвигателей АВО газа;
- замена электродвигателей на более экономичные;
- внедрение частотно-регулируемого электропривода на сетевых насосах холодного и горячего водоснабжения и теплоснабжения;
- внедрение анодных заземлителей с повышенным сроком службы и уменьшением сроков замены.

Таким образом, проведен анализ показателей энергоэффективности газоперекачивающего агрегата, компрессорного цеха, компрессорной станции.

Предложены мероприятия по экономии природного газа, по локальной оптимизации режимов работы компрессорных цехов и станций, по ремонту и техническому обслуживанию оборудования компрессорного цеха, по совершенствованию технологических операций и мероприятия по экономии электроэнергии.

Рассмотренные показатели энергоэффективности позволяют проводить подробный анализ работы газоперекачивающего агрегата, компрессорного цеха, компрессорной станции и всей газотранспортной системы не только при проведении энергоаудита, но в течении всего срока работы.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законо-

- дательные акты Российской Федерации» от 23 ноября 2009 №261-ФЗ.
2. Методика энергоаудита газотранспортной системы.// СТО Газпром 2-1.20-114-2007
 3. Методика проведения энергоаудита компрессорной станции, компрессорных цехов с газотурбинным и электроприводным ГПА.// СТО Газпром 2-1.20-122-2007
 4. Целевые показатели энергоэффективности работы дочерних обществ ОАО «Газпром» по добыче, транспортировке, подземному хранению, переработке и распределению газа.// СТО Газпром 2-1.20-535-2011

УДК 621.362

А.В. ЕВТЮГИН, А.Е. ЗАКОЛОДКИН, В.И. МЕЛЬНИКОВ

БУДУЩЕЕ ЗА ГЕНЕРАТОРАМИ НА ЭЛЕМЕНТАХ ПЕЛЬТЬЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Принято считать, что элемент Пельтье имеет главный недостаток, выраженный в его низком кпд, если применять его в целях получения электроэнергии, однако, существует вариант, в котором этот недостаток нивелируется.

Использование элементов Пельтье для генерации электроэнергии в районах крайнего севера, где основной расход энергии идет на обогрев зданий, может стать самым оптимальным вариантом получения электроэнергии.

Одно из преимуществ термоэлектронного преобразователя, основанного на элементах Пельтье, в том, что он способен генерировать электрическую энергию, исключая использование крупногабаритных и дорогих систем с парогенераторами, паровыми турбинами и конденсаторами.

При прямом термоэлектрическом преобразовании часто упоминаются еще и термоэмиссионные преобразователи, их главное отличие от элементов Пельтье заключается в технологии изготовления, отсюда возникает принципиальная разница в работе. Применение полупроводниковой технологии позволило существенно увеличить надежность и долговечность электротехники. При нормальных условиях эксплуатации генератор на элементах Пельтье будет работать десятилетиями. В процессе работы ресурс и материал элемента Пельтье практически не расходуется и не преобразуется, в отличие от термоэмиссионного преобразователя, где со временем происходит выгорание катода, приводящее к ухудшению характеристик. Скорость старения полупроводников отличается на один-два порядка, а главной причиной раннего выхода полупроводникового прибора из строя является его использование в экстремальных условиях, поэтому крайне необходимо поддерживать заданный тепловой режим.

Средний кпд генераторов на элементах Пельтье, широко распространенных в настоящее время, составляет примерно 6-7% от передаваемой через них тепловой энергии, остальная тепловая энергия должна отводиться. Если отведенную тепловую энергию использовать для потребительских нужд, например, для отопления здания, использование тепла будет достигать 100%.

Следует отметить, что в настоящее время созданы и проходят испытания генераторы с кпд термоэлектрического преобразования до 30%, однако пока что они не достигли уровня, достаточного для их использования в промышленных целях.

Технологию изготовления генераторов электроэнергии на основе элементов Пельтье необходимо развивать всеми доступными средствами. Если будет развита технология, позволяющая в промышленных масштабах изготавливать генераторы с кпд термоэлектрического преобразования достигающим 30%, то это будет означать, что существующие системы производства электроэнергии с кпд 34-40%, включающие технику, предназначенную для преобразования энергии пара в электроэнергию, окажутся

невысокими, в виду своей сложности, дороговизны и ненадежности. Впоследствии, все машины, использующие тепловую энергию, могут быть также оборудованы системой прямого термоэлектрического преобразования, полностью перейдя на электрическую тягу.

УДК 621.311

Д.В. ЗЫРИН, А.Б. ЛОСКУТОВ, А.А. ЛОСКУТОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ СЕТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В современных городах-миллионниках часто имеют место проблемы электроснабжения, связанные с постоянным увеличением нагрузок, отставанием сетевой инфраструктуры от потребности в электрической энергии и мощности, значительными потерями электроэнергии в распределительных сетях (до 16%), физическим и моральным износом электрооборудования. Многие из этих проблем связаны с радиальной конфигурацией существующих распределительных сетей.

Предлагается новый принцип распределения электроэнергии по гексагональной равномерно-распределенной сети (ГРС), имеющей топологию в виде правильных шестиугольников. С точки зрения надежности и равномерности распределения энергии этот принцип является наиболее рациональным.

Важным вопросом является уровень токов короткого замыкания (ТКЗ) в ГРС, необходимый для выбора оборудования и организации релейной защиты. В связи со сложной конфигурацией сети возникает сложность расчета ТКЗ традиционными методами, т.к. сеть содержит большое число параллельных контуров. Для исследования поставленной проблемы в программном комплексе MATLAB была разработана имитационная модель ГРС для нескольких районов города Нижнего Новгорода. Рассматривались режимы работы при трехфазном металлическом замыкании. Также ТКЗ были посчитаны матричным методом сингулярных ветвей. Результаты расчетов модели и матричного метода совпадают. В результате анализа полученных результатов была предложена методика упрощенного расчета ТКЗ данной конфигурации сети. Ток короткого замыкания j -го узла равен току, рассчитанному по эквивалентной схеме.

$$I_{\text{кз}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{k \cdot \left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{Z_{\text{сист}} + Z_{\text{реакт}} + Z \cdot N_i} \right]^{-1}},$$

где E – напряжение питающего узла, В; N_i – число единичных линий i -той эквивалентной ветви; k – коэффициент ветвления, учитывающий удаленность точки КЗ от ближайшего питающего узла; $Z_{\text{сист}}$ – эквивалентное сопротивление системы, Ом; $Z_{\text{реакт}}$ – сопротивление реактора, Ом; Z – сопротивление единичной линии, Ом.

Для построения эквивалентной схемы замещения, необходимо от каждого питающего узла определить минимальное расстояние до точки КЗ, т.е. число линий N_i единичной длины. Эмпирическим путем было определено, что значения коэффициента k лежат в диапазоне $0,6 \div 0,7$. Погрешность упрощенного метода расчета составляет 5%.

Исследование модели показало, что полученные значения ТКЗ устойчивы и равномерны. Стабильность ТКЗ говорит о стабильности ГРС в целом. Уровень ТКЗ рассмотренной модели на шинах подстанций превышает коммутационную способность

выключателей 6÷20 кВ. Одним из способов снижения ТКЗ является установка токоограничивающих реакторов в питающие узлы. ГРС позволяют реализовать автоматическое управление распределением и потреблением электроэнергии на всех уровнях напряжения. Предложенная методика с использованием коэффициента ветвления позволяет оценочно рассчитать ТКЗ для выбора уставок РЗ.

УДК 621.31

М.С. КАЗАНОВ, А.В. КОНДРАТЬЕВ

ОСОБЕННОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Внедрение малой распределённой энергетики в системы электроснабжения промышленных предприятий находит все большее применение ввиду явных преимуществ по сравнению с централизованной энергетикой. К таковым относятся повышение надёжности и качества электроснабжения, снижение потерь в электрических сетях, повышение устойчивости энергосистемы и снижение пиковых нагрузок, энергоэффективное использование местных видов топлива и побочных продуктов производства, масштабируемость производства энергии согласно увеличению потребности в ней и т.д. Наряду с преимуществами имеется и ряд недостатков и барьеров, препятствующих внедрению распределённой генерации, среди которых выделяются административные, экономические проблемы и решение таких технических вопросов, как совместного использования централизованного и децентрализованного электроснабжения, проблем повышения токов короткого замыкания в системах электроснабжения, усложнение схем противоаварийного управления, защиты и автоматики.

Проведённые расчёты аварийных режимов в существующей системе электроснабжения предприятия при параллельной работе установок распределённой генерации с энергосистемой показали, что увеличение токов короткого замыкания за счёт подпитки от дополнительных источников питания может достигать значений, ставящих под угрозу нормальное функционирование коммутационных аппаратов и электрооборудования электрохозяйства. Это также может угрожать безопасности производства и персонала. На предприятии – объекте исследования, установленной мощностью 8 МВт и среднегодовой заявленной – 0,75 МВт, при рассмотрении варианта внедрения установки мощностью 100 кВт для питания одного из производственных зданий, наблюдалось увеличение токов на 5-10% для КЗ в ближней зоне, и до 37% при КЗ на выводах электроприёмников. Схожие результаты, но с 80% увеличением аварийных токов у приёмников получены для установки мощностью 1 МВт, присоединённой к шинам 6 кВ центральной распределительной подстанции для питания нагрузки предприятия.

При определённых параметрах генерирующих агрегатов и внутренних электрических сетей может потребоваться реконструкция и усиление всей системы электроснабжения, что отрицательно скажется на рентабельности проекта.

Так как суммарный ток подпитки зависит как от единичной мощности генераторов, так и от количества параллельно работающих установок, то возможно получение наиболее технически и экономически выгодного соотношения этих факторов. Также возможно получение эффективного варианта совместного использования централизованного и распределённого электроснабжения с точки зрения суммарных капитальных затрат и окупаемости проекта внедрения.

Как следствие, в дополнение к существующим методам выбора и проектирования объектов малой распределённой энергетики, применительно к внедрению в суще-

ствующие системы, необходимо добавить оценку изменения нормальных и аварийных режимов. Проведение таких расчётов позволяет дать не только инженерную оценку, но экономическое сравнение различных вариантов.

УДК 620.9:504.06

И.А. ЛИПУЖИН, Р.Ш. БЕДРЕТДИНОВ, О.В. МАСЛЕЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ 10/0,4 кВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время все большее внимание уделяется снижению неблагоприятных воздействий от работы объектов энергетики на окружающую среду и человека. Одним из таких воздействий является шум, создаваемый энергетическим оборудованием. Шум не только негативно воздействует на здоровье человека, но и приводит к снижению производительности труда и эффективности отдыха.

Одним из источников шума на энергетических объектах являются силовые трансформаторы. Шум в сухих трансформаторах вызывается вибрацией активной части, а также наличием кожуха, который увеличивает поверхность звукоизлучения трансформатора.

В данной работе дано исследование шумового воздействия, создаваемого энергетическим оборудованием трансформаторной подстанции (ТП) 10/0,4 кВ, которую предполагается установить во дворе учебного корпуса технического университета. ТП размещена в кирпичном здании с размерами 6х6х4 м. Здание ТП имеет металлическую дверь и двое металлических ворот.

На исследуемой ТП будут установлены 3 сухих трансформатора типа ТСЗ с литой изоляцией: два трансформатора ТСЗ-400/10, и один ТСЗ-1000/10. Трансформаторы изготовлены на ЗАО «Энергомаш (Екатеринбург – Уралэлектротяжмаш».

Таблица 1. Расчетные и допустимые уровни шума

Рабочее место	Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА) в зависимости от удаленности точки расчета, м			
	после стены	2	5	10
Расчетные уровни шума с наружной стороны здания ТП				
• кирпичная стена	34	21,5	15,54	11,02
• кирпичная стена с металлической дверью	48,36	35,86	29,89	25,38
• кирпичная стена, в которой двое металлических ворот	56,97	44,47	38,5	33,99
Допустимые уровни шума на территории, непосредственно прилегающей к зданиям школ и других учебных заведений, площадки отдыха микрорайонов и групп жилых домов	55			

Регламентируемой шумовой характеристикой для трансформаторов является скорректированный уровень звуковой мощности L , дБА, который указывается в техническом паспорте на трансформатор: $L_{ТСЗ-400}=68$ дБА, $L_{ТСЗ-1000}=73$ дБА.

В соответствии с методикой [1] рассчитан акустический уровень звукового да-

ления, создаваемого трехтрансформаторной ТП 10/0,4 кВ. Допустимые уровни шума в жилых домах и на территории около домов, а также результаты расчетов приведены в табл.1.

Шум, создаваемый исследуемой ТП 10/0,4 кВ, с любой стороны здания будет ниже допустимого для территории, непосредственно прилегающей к техническому университету. Специальных мероприятий по снижению шума не требуется.

Список литературы

1. СНиП 23.03.2003 "Защита от шума"

УДК 621.31

А.В. ШАЛУХО, Е.Н. СОСНИНА

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ МАЛОМОЩНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ПОСЕЛКОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для многих регионов России актуальна проблема нестабильного энергоснабжения маломощных (до 100 кВт) потребителей, удаленных от объединенной энергосистемы. Питающие сети таких объектов характеризуются большой протяженностью ЛЭП, низкой загрузкой трансформаторов, изношенностью электрооборудования. Все это приводит к частым перерывам электроснабжения и значительным потерям электроэнергии. Повышение энергетической безопасности удаленных территорий России во многом связано с развитием локальных энергосистем на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Основной проблемой использования ВИЭ в системах электроснабжения является сложность согласования работы разнородных (традиционных и возобновляемых) источников энергии между собой и необходимость преобразования параметров генерируемой энергии к стандартным параметрам сети.

Целью исследований является разработка научно-технических решений по созданию энергоэффективной системы электроснабжения энергоудаленных маломощных потребителей с использованием энергоустановок ВИЭ в качестве основных источников питания.

Особенности энергоснабжения энергоудаленных маломощных потребителей исследованы на примере поселковых школ и детских садов Нижегородской области. По результатам устного опроса персонала установлены основные причины и последствия нарушений энергообеспечения. Анализ строительных характеристик зданий поселковых образовательных учреждений (ПОУ) (габаритные размеры, материал и форма крыш, расположение по отношению к другим объектам) позволил определить типы энергоустановок ВИЭ, перспективные для использования в системе питания (вертикальные и горизонтальные ветроустановки, солнечные батареи, мини-ГЭС). Для определения требуемой номинальной мощности энергоустановок на ВИЭ исследован состав и режим работы электрооборудования ПОУ, проведены измерения суточных графиков нагрузки и показателей качества электроэнергии.

Проведен анализ существующих схем подключения разнородных источников энергии суммарной мощностью до 100 кВт. Выделены две группы конфигураций схем: с подключением элементов на стороне постоянного тока и с подключением на стороне переменного тока. Анализ показал, что оба варианта обладают рядом недостатков. Для повышения надежности энергоснабжения конечных потребителей требуется совершен-

ствование существующих схем сопряжения разнородных источников с учетом специфики конкретной группы потребителей.

Результаты исследований ПОУ легли в основу научно-технических решений по созданию энергоэффективной системы электроснабжения энергоудаленных маломощных потребителей, включающей разнородные ВИЭ (ветроустановки, солнечные батареи), резервный источник питания (дизельная электростанция) и систему накопления энергии (аккумуляторные батареи).

Преобразователи параметров электрической энергии

УДК 621.316

А.О. КАШКАНОВ, А.С. ПЛЕХОВ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКАМИ В УЗЛАХ НАГРУЗКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В сети электроснабжения предприятия имеется множество электроприемников с различным характером потребления мощности. Каждый электрический приемник потребляет из сети активную мощность, необходимую рабочему механизму или технологической установке, а также неактивные составляющие мощности: реактивную по первой гармонике, мощность высших и интергармоник. Состав и характер потребляемого электроприемником тока может быть определен при помощи индивидуальных датчиков тока и напряжения. Это позволяет оценивать данные параметры режима в любой точке узла нагрузки. Однако, для энергосберегающего потребления с сопутствующей компенсацией неактивных составляющих потребляемой мощности необходимы активные устройства, названные в настоящем докладе «Управляемыми электроприемниками».

Такие устройства содержат в своей основе компенсационные преобразователи (выпрямители и инверторы, активные фильтры гармоник), которые помимо своей основной функции — подачи активной электрической мощности в нагрузку, позволяют изменять состав и характер потребляемого из сети тока в широких пределах. Настоящий доклад посвящен организации взаимодействия таких компенсаторов друг с другом.

Исследованная на имитационном стенде возможность совместной работы компенсационных выпрямителей для нивелирования высших гармоник [1], показала целесообразность объединения нескольких преобразователей в группу. Однако это требует объединения систем управления нескольких активных преобразователей в информационную сеть. Обмениваясь по сети информацией о собственном потреблении, о текущих возможностях генерации тех или иных гармонических составляющих, либо генерации реактивной мощности определенного количества, устройства могут «договариваться» о текущем режиме работы каждого управляемого электроприемника в целях компенсации общего потребления реактивной мощности и высших гармоник.



Рис.1. Структурная схема узла нагрузки с управляемыми электроприемниками

Регулятор управляемого электроприемника, представленный на рис. 1, определяет режим работы компенсационного выпрямителя, исходя из параметров системы, необходимых для «Другой нагрузки», определяемых ее электроэкономическими характеристиками. Для управления неактивными составляющими мощности, генерируемыми в сеть, система управления считывает с датчиков данные о собственном влиянии на узел нагрузки и об общих параметрах электропотребления. Далее блок «Согласования» корректирует рабочие режимы ключевых элементов компенсатора таким образом, чтобы обеспечить коррекцию показателей качества электроэнергии, потребляемой нагрузкой. Для идентификации изначально неизвестной конфигурации сети, для учета изначально неизвестных возможностей параллельно-работающих «Управляемых электроприемников», в систему вводится обучаемое звено и рандомизатор. Задача первого звена — на основании получаемых в процессе работы знаний формировать сигналы коррекции на регулятор, приводящие к эффективной работе узла нагрузки. Задача рандомизатора заключается в привнесении нового опыта в систему и улучшения ее динамических характеристик [2]. Полученный таким образом узел группы нагрузок будет самостоятельно оптимизировать собственное потребление.

Список литературы

1. Кашканов А.О. Имитатор энергосберегающего узла нагрузки предприятия / А.О. Кашканов, А.С. Плехов // Актуальные проблемы электроэнергетики: сборник трудов НГТУ им. Р.Е. Алексеева / НГТУ.- Нижний Новгород, 2012. С.90-97.
2. Иванов А.М. Агенты и их виды. /А.М. Иванов. // Курс лекций «Мультиагентные интеллектуальные системы» / МГТУ им. Баумана.- М: 2008, с54.

УДК 621.314

И.М. ТРОФИМОВ, С.В. ШИЛОВ

МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТРАНСФОРМАТОРНО-ТИРИСТОРНОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ С ОДНОНАПРАВЛЕННЫМ ТОКОМ КЛЮЧЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных проблем электроэнергетики является неудовлетворительное качество питающего напряжения. В процессе передачи электроэнергии на величину и форму кривой напряжения воздействуют отрицательные факторы. Отклонение питающего напряжения от номинального значения существенно влияет на технико-экономические показатели работы электрических установок. Поэтому актуальной задачей преобразовательной техники является разработка устройств, осуществляющих регулирование и стабилизацию питающего напряжения.

Предложена модель трансформаторно-тиристорного регулятора напряжения с однонаправленным током ключей (ТТРН ОТ) с двухзонным регулированием, предназначенного для оперативного регулирования и автоматической стабилизации напряжения нагрузки в режимах передачи электроэнергии со стороны высокого напряжения в цепь низкого напряжения силового трансформатора. Модель позволяет выполнить анализ регулировочных и энергетических характеристик, а так же переходных процессов тиристорного регулятора с учетом нелинейности кривой намагничивания сердечника трансформатора. При разработке модели трансформатора в целях повышения точности расчетов кривая намагничивания сердечника описывалась аналитическим выражением. Учтены активные и индуктивные сопротивления рассеивания обмоток силового трансформатора с расщепленными первичными обмотками, а так же падения напряжения в тиристорных коммутаторах переменного тока.

Разработана система управления, содержащая блоки формирования разрешающего синхроимпульса на входах счетчиков, синхронный реверсивный двоичный счетчик с динамическим управлением, цифро-аналоговый преобразователь, мультиплексор, компараторы, генератор пилообразного напряжения и декодер, реализованные на элементах библиотеки Simulink.

С использованием разработанной модели выполнены исследования стационарных и переходных режимов работы ТТРН ОТ с поочередным двухзонным регулированием. Результаты исследований показали, что переходные процессы, вызываемые дискретными изменениями углов регулирования, не сопровождаются перегрузками силовых элементов и имеют затухающий характер. Это подтверждает устойчивую работу исследуемого стабилизатора напряжения. В целях оптимизации переходных процессов при дискретном регулировании рекомендуется величину угла переключения выбирать на уровне $\Theta_k=172^\circ$. Данное значение практически не влияет на расчетные параметры тиристорных коммутационных токов и обеспечивает устойчивую коммутацию при двух-кратных перегрузках.

Исследования модели ТТРН ОТ показало, что поочередное управление позволяет регулировать выходное напряжение при любом характере тока нагрузки. ТТРНМ ОТ с двузонным поочередным регулированием имеют большую область корректного протекания переходных процессов при дискретных изменениях углов переключения. Следовательно, они могут обеспечить максимальное быстродействие в сочетании с требуемой точностью и плавностью регулирования напряжения нагрузки.

УДК 621

ГЕДИФА АХМЕД

СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электрическая энергия в основном распространяются среди пользователей в

виде переменного тока в сети высокого, среднего и низкого напряжения. Используемая энергия, состоит из "активной" части, преобразуется в тепло или движение, и «реактивной» преобразуемой электрическими приводами для создания своих собственных электромагнитных полей. Пользователь использует только «активную» энергию, "реактивные" не могут быть устранены, но должны быть компенсированы с помощью соответствующих устройств. Общая энергия сети, таким образом, сокращается. Пассивные источники - конденсаторы используются для обеспечения реактивной мощности при индуктивных нагрузках. Для снижения потребляемой мощности сети S_2 до величины S_1 необходимо подключение источника реактивной мощности с емкостным характером $Q_c = P \cdot (\operatorname{tg}\varphi_2 - \operatorname{tg}\varphi_1)$. [1]

Выбор местоположения компенсационного устройства: глобальная компенсация; компенсация на местах; индивидуальная компенсация. Выбор типа компенсации: пассивная (фиксированная) компенсация; активная (автоматическая) компенсация.

Применение нескольких активных последовательных и параллельных устройств на базе FACTS (Гибкие системы передачи энергии переменного тока) в системе UPFS (унифицированная система управления энергопотоками) позволяют получить новые качественные результаты, регулировать величины и направления потоков мощности электрической энергии, а также осуществлять адаптивную компенсацию реактивной мощности.

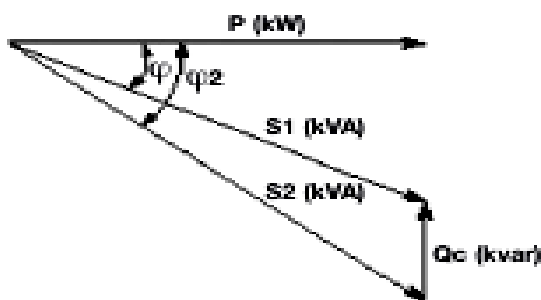


Рис .1 - Принцип компенсации реактивной энергии

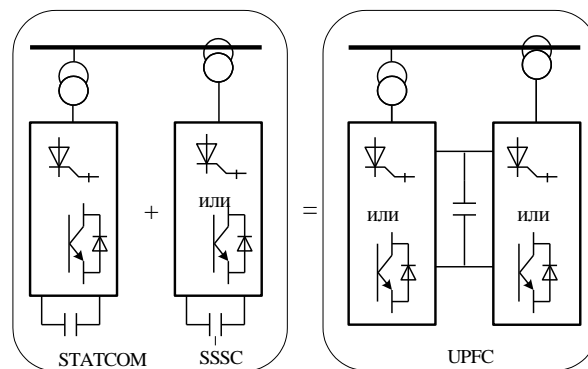


Рис. 2 унифицированная система управления энергопотоками

Заключение:

- Отклонения параметров качества напряжения или тока для важного оборудования должны быть компенсированы, чтобы обеспечить его надежную работу.
- Предлагается использование параллельных активных фильтров и компенсаторов коэффициента мощности объединенных в одном устройстве (UPFS).

Использованные источники:

1. (www.intersections.schneider-electric.fr/stock.../1/.../GT16_CER.pdf)

УДК 621.3

С.В. ШИЛОВ, А.И. ЧИВЕНКОВ, И.М. ТРОФИМОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРНО-ТИРИСТОРНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

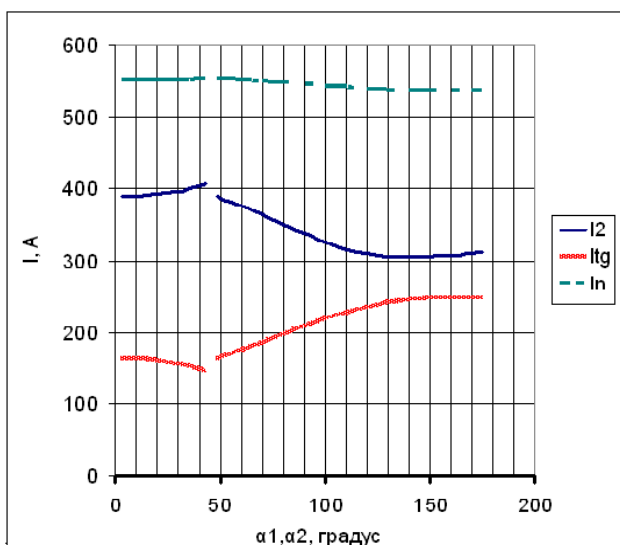
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Материалы посвящены исследованию параллельной работы трансформаторов с

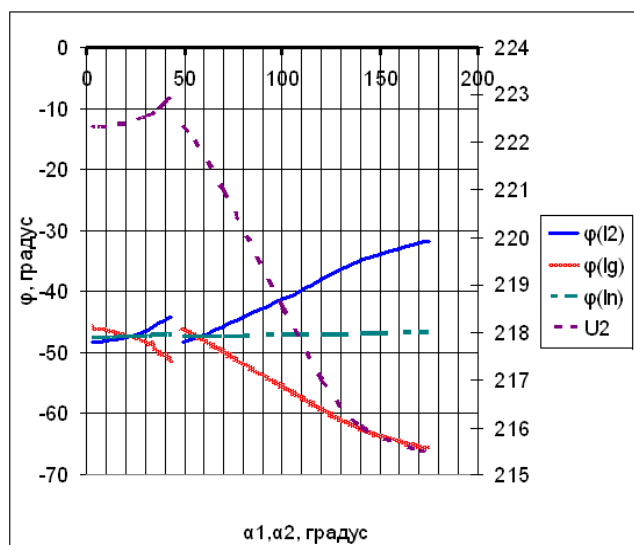
тиристорным регулятором напряжения для определения законов изменения фазовых углов токов питающей сети и тока нагрузки, а также их гармонического состава.

Были проведены исследования регулирования напряжения одного из трансформаторов в сторону увеличения (уменьшения) напряжения с использованием импульсно-фазового метода регулирования при различных нагрузках с $\cos\varphi = 0,5; 0,7; 0,98$ и различными величинами напряжений регулировочных ступеней трансформатора.

На рисунке 1а представлена зависимость величин токов вторичных обмоток трансформаторов (I_2 , I_{tg}) и тока нагрузки (I_n) при уменьшении напряжения одного из трансформаторов и нагрузке с $\cos\varphi = 0,7$. На рисунке 1б показана зависимость фазовых углов сдвига соответствующих токов относительно напряжения сети.



а)



б)

В ходе исследования было выявлено, что характер изменения фазовых углов сдвига токов трансформаторов на всем интервале регулирования напряжения в одном направлении имеет неоднородный характер. Это происходит из-за различного соотношения индуктивной и емкостной составляющей уравнительного тока, протекающего в обмотках трансформаторов на всем интервале регулирования.

Гармонический анализ тока питающей сети показал, что величина ступени регулирования 2,5% обеспечивает амплитуды гармоник 3 и 5 порядка, не превышающие значения, установленные ГОСТ.

УДК 21.785.52

М.С. АНОСОВ, Е.А. КУЛИКОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ППД ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Вопросы повышения качества промышленной продукции все больше интересуют современное производство. Это связано с тем, что промышленные предприятия увеличивают масштабы производства, и круг потребителей значительно расширяется, вследствие чего предъявляются более высокие требования к показателям качества. Поэтому важно обратить внимание на процессы компании, в которых создается, формируется качество и осуществляются необходимые затраты. Качество и функциональные свойства машин и приборов обусловлены качеством и свойствами прецизионных деталей и соединений. Они же в свою очередь должны обладать высокой точностью размеров и формы, низкой шероховатостью рабочих поверхностей, размерной стабильностью, износостойкостью. Эти вопросы могут быть решены с использованием методов ППД (поверхностно-пластического деформирования). Достижение совокупности показателей, характеризующих качество поверхностного слоя детали, чаще, не может быть достигнуто использованием одного из методов ППД, не смотря на то, что в настоящее время по методам ППД имеется более 1000 отечественных изобретений и зарубежных патентов. Для получения интегрированного результата по качеству обработки и глубине упрочнения целесообразно исследование новых комбинированных методов ППД, причем возможно рассматривать комбинацию как методов ППД, так и их сочетание с электромеханическими способами упрочнения. Это можно достичь исходя из наличия технологической наследственности. Особенно актуально применение комбинированных методов ППД в случае обработки сложных фасонных поверхностей. Для определения направления исследований вначале должен быть проведен сравнительный анализ имеющихся методов ППД по существующим технологическим возможностям: качеству обработанной поверхности, производительности процесса, стойкости инструмента и т.п.

Далее определяют необходимые (оптимальные) параметры поверхностного слоя детали, исходя из эксплуатационных потребностей.

После этого, осуществляют выбор наиболее подходящих методов ППД, и определяют возможность их комбинирования; проводят необходимые расчеты и постановку эксперимента по комбинированию методов ППД. Только после получения необходимого результата по параметрам качества обработки экспериментальным методом (с использованием программ, реализующих метод конечных элементов и моделей, учитывающих реальные условия обработки) можно переходить к практическим методам (с использованием спроектированных приспособлений).

Таким образом может быть достигнут оптимальный вариант комбинированной обработки методом ППД с необходимыми показателями качества, что в настоящее время становится все более важной задачей.

Управляя режимами упрочняющей обработки и используя новые, более совершенные схемы и устройства, можно достигнуть оптимального сочетания параметров шероховатости, микротвердости и напряженного состояния, при которых обеспечивается повышение надежности работы трущихся пар и их долговечность.

УДК621.744

О.С. БАРАНОВА, О.И. ЧЕБЕРЯК

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ФАСОННЫХ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХОЛОДНО ТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «МЕТМАШ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Одной из важнейших задач при изготовлении отливок способом литья в разовые песчано-глинистые формы является получение литых заготовок с чистой поверхностью и размерной точностью, максимально приближенной по геометрии к готовым деталям. В настоящее время качество литых изделий стремятся обеспечить за счет усовершенствования существующих и использования новых технологий. Однако одной из основных проблем при получении отливок в песчано-глинистых формах остается поражение значительных площадей поверхности пригаром, который значительно увеличивает трудоемкость обрубных, зачистных работ, и повышает себестоимость литья.

Известно, что наибольшее влияние на образование пригара оказывают следующие факторы:

- пористость поверхности формы;
- температура заливки;
- теплоаккумулирующая способность формы;
- окисление металла во время заливки.

Наиболее радикальными способами борьбы с пригаром считаются нанесение на поверхность литейных форм и стержней противопопригарных красок, паст и натилок.

Несомненно, качество литых заготовок зависит от недопущения нарушения технологического процесса. В настоящее время наиболее широко используемые в литейном производстве это технологии получения форм и стержней из смесей холодного твердения (ХТС), которые позволяют снижать трудоемкость изготовления форм и стержней. Анализ литературных данных представленных в журналах: «Литейщик России», «Литейное производство», «Технология металлов», «Заготовительные производства в машиностроении» и др. показал, что хорошие результаты по чистоте поверхности дает использование совместно с ХТС противопопригарных покрытий.

Не смотря на это, проблема пригара остается актуальной, особенно при получении крупных стальных отливок.

В результате опытных работ по борьбе с пригаром проводимых в условиях предприятия ОАО «МЕТМАШ», было выявлено, что при использовании ХТС по alpha-set процессу на стальной отливке «Стенка редуктора» массой 480 кг даже при покрытии форм противопопригарной краской в 4 слоя на основе циркона АПЦ-1Ц, образуется трудноотделимая корка пригара. При визуальном контроле поверхно-

стей отливки можно отметить, что больше подвержены пригару термические узлы отливки и поверхность, контактирующая с литейным стержнем.

Для того, что бы определить причину образования пригара на крупных стальных отливках проводятся работы в следующих направлениях:

- анализ разработанной литейной технологии изготовления отливки;
- анализ составов применяемых формовочной и стержневой смесей;
- анализ противопригарного покрытия, и технологии его применения;

УДК 621.9.06-229

М.А. БЕЛОУСОВА, В.А. КОЛЮНОВ

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в области проектирования станочных приспособлений (СП) достигнуты значительные успехи: разработаны различные методики проектирования, методики расчета приспособлений и т.п. Современное направление в проектировании СП - совершенствование и развитие методов, создание новых принципов проектирования, разработка методических материалов по автоматизированному проектированию. В качестве программного обеспечения при решении данных задач применяют T-Flex, Microsoft Visual Basic.NET, AutoCAD, Solid Works, КОМПАС, таблицы-Excel.

В моей диссертации была проведена работа по обобщению имеющегося опыта в области проектирования систем станочных приспособлений. Во многих источниках приведены методологические положения по проектированию СП. Однако нет общей методики и структуры проектирования, нет общих формул для расчета при рассмотрении блоков проектирования. В данной работе был сделан анализ имеющихся источников, выявлены основные методики и методы проектирования (от традиционных до системного, который в настоящее время используется большинством авторов), рассмотрен процесс проектирования систем станочных приспособлений по блокам и модулям, выявлено “дерево” решаемых задач.

На основе собранного материала сформирована общая структура проектирования СП, которая объединяет в себя методики различных авторов, позволяет систематизировать и упростить этот процесс. Помимо того предложен ряд модулей в общей структуре проектирования СП, которые ранее не рассматривались, такие как: база данных по рабочему пространству металлорежущих станков (МС), базированию СП на рабочем органе станка и способу его закрепления. Это и является основной задачей магистерской диссертации.

Таким образом, совершенствование процесса проектирования путем создания общей системы проектирования СП является важной актуальной задачей, решение которой позволяет сократить сроки создания СП, повысить их качество.

Список литературы:

- 1 Аверченков В.И., Ильицкий В.Б. Автоматизация проектирования приспособлений: Учеб. пособие - Брянск: БИТМ, 1969.-174 с.
- 2 Ракович А.Г. Основы автоматизации проектирования технологических приспособлений/ Под ред. Е.А. Стародетко.- Мн: Наука и техника, 1985.-285с.
- 3 Мясников Ю.И., Мясников В.Ю./ Станочные приспособления металлорежущих станков: Справочник в двух томах/ Под ред. В.И.Гузеева. – М.: Машиностроение, 2010. – Том 2. – 428 с.; ил.

**РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОДЕМПФИРОВАНИЯ
ИНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕССЕ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ**

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

Напряженность процесса резания, интенсивность изнашивания режущего инструмента и качество обработанной поверхности зависят от свойств той внешней среды, в которой осуществляется резание.

В процессе токарной обработки различных конструкционных материалов без использования виброгасителей применяют различный режущий инструмент (в основном токарные резцы с пластинами из твердого сплава) и смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Скорости резания при данном виде обработки могут достигать нескольких сотен метров в минуту, но при этом не учитываются все физико-химические свойства СОЖ, находящейся в зоне контакта инструмента и обрабатываемой заготовки.

Первоначально, для упрощения, поведение подобных систем моделировалось без учета возникающих вибраций.

На настоящий момент одним из распространенных методов оптимизации (а соответственно и математического моделирования) процесса токарной обработки является метод линейного программирования, позволяющий осуществлять одновременную оптимизацию скорости подачи с учетом действующих при резании ограничений по критериям оптимизации. Обязательным условием использования данного метода является возможность линеаризации целевой функции и ограничений. Исходя из этого, определение параметров процесса токарной обработки без использования виброгасителя предлагается осуществлять путем последовательного использования каждой из указанных в работе математических моделей. Однако стоит отметить, что данный путь не является единственным и возможно использование других критериев оптимизации.

Но так как предлагаемое приспособление выполняется с системой виброгашения, то это накладывает при определении режимов работы определенные особенности. Возникающие вибрации оказывают значительное влияние на условия обработки детали, поэтому необходимо создание математической модели их поведения.

Основными величинами, характеризующими колебательный процесс являются: период колебаний (T), частота колебаний (ν), амплитуда (x_{\max}), фаза колебаний.

Зависимость амплитуды и частоты виброгасящей системы от жесткости упругого элемента c а также массы m , дает возможность управлять колебательным процессом предлагаемой системы во всем диапазоне рассматриваемых частот, в то время как коэффициенты демпфирования влияют лишь на высоту окolorезонансного пика и ширину его основания. Подбрав оптимальными указанные соотношения, можно максимально снизить амплитуду вибраций A_2 .

Исходя из всего вышеизложенного, предложенные в 1 части исследования математические модели процесса токарной обработки дополняются, что позволит производить более точное моделирование процесса работы. Однако это в свою очередь вызывает сложности с математическим расчетом процесса и требует дополнительных, в том числе и натурных исследований.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНЕТАРНОГО ПРИВОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРМ *WINMASHINE*

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных машинах планетарные приводы, в силу компактности и эстетичности, вытесняют классические, состоящие из набора различных типов передач, однако их проектирование существенно сложнее, поскольку требуют дополнительных расчетов. Время проектирования планетарных приводов можно сократить, если использовать инструментально-экспертную систему АРМ *WinMashine*, которая представляет собой комплекс программного обеспечения для автоматизированного расчета и проектирования объектов машиностроения и строительства.

Система АРМ *WinMashine* предназначена для профессиональных конструкторов, работающих в области проектирования и модернизации технических устройств, механического оборудования и строительных конструкций.

В АРМ *WinMashine* имеется набор инструментальных средств расчета и анализа. Эти средства, в зависимости от назначения, разделены на модули, которые могут функционировать как в составе системы, так и самостоятельно.

Рассмотрим проектирование планетарного привода в АРМ *WinMashine*.

В соответствии с заданием были рассмотрены несколько вариантов приводов и выбран вариант двухступенчатого планетарного редуктора по схеме $2k-h$, как наиболее экономичного, компактного и эстетичного.

Исходные данные для выполнения проектировочного расчета передач были получены с помощью модуля *APM Drive*.

Проектировочный и поверочный расчеты ступеней редуктора выполняются в модуле *APM Trane*. Данный модуль позволяет определить не только конструктивные, но и технологические параметры передач, необходимые для изготовления и контроля зубчатых колес.

Предварительный расчет параметров валов и осей, подбор муфт, расчет элементов корпуса и подбор смазки выполняется вручную.

Компоновка общего вида привода, чертеж общего вида привода, компоновка редуктора, сборочный чертеж редуктора, и рабочие чертежи выполняются либо в Автокад 2012, либо с помощью модуля *APM Graph*.

Проверочные расчеты валов и осей на изгиб и кручение с построением эпюр изгибающих и крутящих моментов выполняется в модуле *APM Shaft*. В этом же модуле производится проверка всех сечений тихоходного вала на сопротивление усталости, а также расчет болтов крепления редуктора к раме.

Подбор подшипников качения выполняется в модуле *APM Bear*.

Таким образом, проектирование с использованием АРМ *WinMashine* существенно сокращает время разработки и повышает качество проектной документации.

АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ПЕРЕДАТОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ СИЛ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В результате научно-технического прогресса происходит увеличение номенклатуры машиностроительных изделий и усложнение конструкций оборудования, при повышающихся требованиях к надежности и точности машин. Все это предъявляет более жесткие требования к технологии изготовления изделий и подготовке производства.

Из-за необходимости постоянного обновления и совершенствования машиностроительной продукции, растут сложность и объемы проектно-конструкторских работ по созданию средств технологического оснащения и технологического оборудования. В этих условиях поднимаются вопросы, которые оказывают существенное влияние на точность, производительность и качество продукции, а именно – вопросы совершенствования процесса проектирования станочных приспособлений (СП).

Наибольшие трудности с множеством технических решений возникают в процессе разработки СП при конструировании элементарных и комбинированных зажимных механизмов. Применение тех или иных наиболее подходящих вариантов зажимных механизмов определяется опытом и навыком конструктора.

Для того чтобы решить эти проблемы, которые характеризуются трудоемкостью, наличием множества вариантов конструкций и отсутствием однозначных критериев их выбора, возникает необходимость в упрощении задачи проектирования и конструирования. А именно, в установлении общих методик расчета элементарных и комбинированных зажимающих механизмов.

В настоящее время существует большое количество литературы, в которой описываются методики расчета элементарных и комбинированных механизмов, но все написано разным языком с использованием различных символов. Нет общих формул для расчета механизмов, неизвестно какие формулы являются более правильными (дают результат точнее). В связи с этим необходимо проанализировать существующие методики и разработать общие методики расчета механизмов. Поэтому анализ различных расчетов элементарных и комбинированных зажимных механизмов для СП является актуальным и крайне необходимым.

Практическую значимость работы составляет наличие сводных таблиц для расчета основных параметров (таких как коэффициент полезного действия (КПД), перемещения и прочностные расчеты) элементарных и комбинированных зажимных механизмов по некоторым известным источникам, вывод более точных формул, позволяющие повысить эффективность конструкторской подготовки производства.

Список литературы

1. Мясников Ю.И., Мясников В.Ю./ Станочные приспособления металлорежущих станков: Справочник в двух томах/ Под ред. В.И.Гузеева. – М.: Машиностроение, 2010. – Том 1. – 428 с.; ил.

2. Краткий справочник конструктора нестандартного оборудования. В 2-х томах. Т.2/ В.И.Бакуменко, В.А. Бондаренко, С.Н. Косоруков и др; Под общ. Ред. В.И. Бакуменко. – М.: Машиностроение, 1997... с ил.

УДК 621.9.06-229

Л.С.ДАНИЛОВА, В.А. КОЛЮНОВ

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ ЗАЖИМНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

После определения точных методик расчета сил и параметров элементарных и комбинированных зажимных механизмов возникает задача автоматизации этих расчетов. В связи с этим требуется программная реализация разработанных алгоритмов и методик на языке программирования.

В качестве исходного материала для написания программы автоматизированного расчета принимаются наиболее точные методики, выявленные в процессе анализа различных источников. Оценка точности алгоритмов производится исходя из параметров, входящих в формулы, правильности написания формул и степени точности ответа. Для этого вручную производятся расчеты по каждой формуле и определяются наиболее точные, или же наиболее распространенные, если несколько формул дают результат в пределах заданной погрешности.

Система автоматизированного расчета производит разделение функций между ЭВМ и конструктором. Ввод и вывод информации выполняется в виде диалога, который определяется решаемой задачей. У конструктора должна быть возможность выбора нескольких элементарных механизмов из ряда наиболее распространенных, иными словами говоря – схем или их упрощенных рисунков, для каждого из которых программа будет рассчитывать передаточное отношение сил, в том числе для комбинированных механизмов.

Входная информация представляет собой конструкторскую информацию, определяющую геометрию и параметры изготавливаемых элементарных зажимных механизмов, которые являются составляющими комбинированного механизма. Конструктор анализирует вводимую им информацию и при необходимости вносит изменения в конструкциях и размерах элементарных механизмов, формируя окончательные данные для конструирования комбинированного механизма.

Для ввода информации используется Lazarus IDE v.0.9.30, как программа, в которой есть возможность создания удобного интерфейса и простой корректировки параметров формул. Также в данной программе есть поддержка множества типов синтаксиса Pascal и возможность разработки приложений в [Delphi](#)-подобном окружении, которое, в свою очередь, легко взаимодействует с графическим редактором AutoCAD.

Список литературы

1. Мясников Ю.И., Мясников В.Ю./ Станочные приспособления металлорежущих станков: Справочник в двух томах/ Под ред. В.И.Гузеева. – М.: Машиностроение, 2010. – Том 1. – 428 с.; ил.
2. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т./Ред. совет: Б.Н.Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1/Под ред. Б.Н.Вардашкина, А.А.Шатилова, 1984. 592 с., ил.
- 3 <http://dwg.ru/art/1>

УДК 621.923:621.922

О.В. ЕГОРКИН, А.Н. ПРОНИН, В.П. ПУЧКОВ, В.В. ГЛЕБОВ

СХЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВИБРОГАСЯЩЕГО УСТРОЙСТВА, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ОСНАЩЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ШЛИФОВАНИИ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Арзамасский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Вибрации большей или меньшей амплитуды возникают на всех операциях механической обработки. При этом они оказывают вредное воздействие на качество обрабатываемой поверхности, работоспособность инструмента и оборудования.

С целью повышения качества поверхности за счет снижения интенсивности сопутствующих динамических процессов, на операциях плоского торцового шлифования, применяют инструмент, оснащенный различными демпфирующими устройствами. Однако процесс скоростного шлифования с использованием такого инструмента сопровождается резонансными явлениями в его механической системе, что приводит к снижению качества обработки. Поэтому на практике при шлифовании хрупких материалов инструментом, оснащенным демпфером, с целью снижения дефектности обрабатываемой поверхности, приходится снижать скоростной режим, что приводит к снижению производительности.

Перспективным направлением в области борьбы с вибрациями является применение управляемого виброгасителя, оснащенного электромагнитным компенсатором жесткости (рисунок 1).

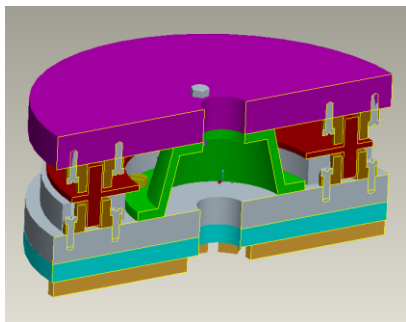


Рисунок 1 – Схема электромагнитного виброгасящего устройства

Наиболее приемлемым следует считать компенсатор, выполненный в виде двух встречно включенных электромагнитов. Он наиболее полно отвечает требованиям виброизоляции как при постоянных по величине, так и при произвольно меняющихся нагрузках. У электромагнитного компенсатора жесткости нет

взаимодействующих частей, а, следовательно, нет сил трения и износа деталей. Он может быть снабжен быстродействующей системой перестройки, перераспределяющей напряжение на электромагнитах при изменении нагрузки.

Предложенная схема позволяет управлять вибрационным взаимодействием шлифовального круга и заготовки и влиять на производительность процесса шлифования.

Список литературы

1. Гурова Е.Г. Моделирование виброизолирующей подвески с нелинейным электромагнитным компенсатором жесткости / Науч. пробл. трансп. Сиб. и Дал. Вост., 2006. - №2. С. 266-273.
2. Сорокин В.М., Глебов В.В. Конструкция алмазного круга для плоского шлифования неорганического стекла/ Технология машиностроения. Новые исследования и разработки студентов, аспирантов и преподавателей: Материалы науч. тех. конф. Н.Новгород: НГТУ, 1998.-с.3-5.

УДК 621

А.В. ЖИЛЬЦОВ, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ

БЫСТРОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, НИЛ
Высокотемпературных технологий

Широкое применение быстродействующих компьютерных технологий требует современных высокоточных, быстрых способов перехода от результатов исследования и моделирования в виде таблиц, рисунков, графиков, набросков к реальным физическим объектам. Одним из таких методов является быстрое изготовление прототипов (Rapid Prototyping - RP) - технология, позволяющая по данным из 3D CAD приложе-

ний создавать трехмерные физические модели-прототипы без инструментального их изготовления. Технология стала доступной благодаря появлению 3-D принтеров, принцип работы которых заключается в послойном формировании физической модели. При традиционном методе, происходит инструментальное изготовление модели - процесс трудоемкий, медлительный при котором невозможно изготовить сложные модели. 3-D принтеры позволяют в течение нескольких часов, изготовить геометрически сложные прототипы с внутренними элементами и движущимися частями. Процесс построения автоматизирован и позволяет получать качественные, сравнительно недорогие функциональные модели в кратчайшие сроки.

Для изготовления моделей в литейных цехах многих предприятий существуют модельные отделения, которые как правило оснащены дерево - и металлообрабатывающими станками. Для изготовления деревянных моделей требуется воздушно-сухое дерево, чтобы избежать коробления модельной оснастки после ее изготовления и в процессе работы. Поэтому сырую древесину перед использованием подвергают многодневной сушке в специальных сушильных печах, что дополнительно увеличивает расходы на изготовление и требует дополнительных производственных площадей. Эти отделения занимают много места, пыль и стружка, невозможность изготовить несколько абсолютно идентичных изделий, наличие специально обученного персонала, трудоемкость процесса - это неполный перечень основных недостатков традиционного изготовления мастер-моделей. Современные 3-D принтеры имеют точность построения детали выше 0,1 мм, причем в случае применения технологии литья по выплавляемым моделям возможно распечатать на 3-D принтере мастер-модель и по силиконовой форме изготавливать восковки, либо распечатать пресс-форму для непосредственного литья восковой массы.

На факультете материаловедения и высокотемпературных технологий НГТУ внедряются в процесс подготовки магистров следующий технологический цикл.

1. Проектирование отливки и литниковой системы, различные CAD (нижнего уровня AutoCAD, Компас, среднего SolidWorks, высшего Unigraphics, Catia), CAE (Patran, MoldFlow) и CAM (T-Flex, SolidCAM). В случае сканирования готового изделия применяется 3Д сканер RangeVision или Roland

2. Изготовление прототипа или пресс формы 3Д принтер с послойной печатью из материалов: uPVC (unplasticised Poly Vinyl Chloride), PP (Полипропилен), PLA (Полилактид), LDPE (Low Density Poly Ethylene), HDPE (High Density Poly Ethylene), ABS.

3. Изготовление выплавляемых моделей на основе различных легкоплавких композиций.

4. Изготовление оболочковых форм.

5. Плавка в индукционных печах малой мощности и разливка цветных сплавов.

6. Контроль геометрии изготовленной детали с помощью 3Д сканирования и анализа программного обеспечения Geomagic Qualify Probe.

УДК 62-1/-9

А.Е. ЗАКОЛОДКИН, А.В. ЕВТЮГИН

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В современной технической реальности широчайшее распространение получили подшипники различных конструкций и модификаций, позволяя радикально уменьшить трение между некоторыми подвижными частями машин и механизмов. Но технические условия эксплуатации некоторых машин крайне губительно сказываются на работе подшипников, к примеру такие, как наличие постоянных, значительных по величине ударных нагрузок.

Помимо этого, у подшипников есть и другие очевидные недостатки, как-то: необходимость постоянного слежения за наличием смазки, шум, фрикционные потери. Поэтому члены научного сообщества производят изыскания для нахождения способов избавления от этих недостатков. Один из таких методов – использование различного рода неконтактных подвесов. Рассмотрим наиболее востребованные в наше время виды подвесов: магнитный и аэродинамический, и оценим их эффективность в решении этой задачи.

Как говорилось выше, постоянные, высоко амплитудные ударные нагрузки крайне негативно сказываются на долговечности подшипников. Именно такие нагрузки и воспринимает подшипник в центробежно-ударной дробилке. Это возникает при падении камней сверху на вращающуюся платформу ротора. Для решения этой проблемы использован аэродинамический подвес ротора дробилки. Иначе данное техническое решение называется «воздушный подшипник». Данная технология предполагает использование мощной струи воздуха, идущей с нижней части агрегата вверх, оказывающей давления на камнеприемную платформу снизу, поддерживая ее в подвешенном состоянии. Наиболее наглядно это можно продемонстрировать с помощью шарикового расходомера.

В результате появляются дополнительные затраты мощностей, из-за необходимости постоянной прокачки воздуха. Но отпадает необходимость постоянного обслуживания подшипникового узла. К другим достоинствам аэродинамического подвеса стоит отнести его высокую динамическую устойчивость. Эта устойчивость связана с особенностями физики газо-жидкостных потоков. В ядре потока газа давление меньше из-за большей скорости движения.

Магнитный подвес вертикального ротора на данный момент спроектировать не удалось из-за большой неустойчивости такой системы. Имеются образцы, проводящие в рабочем состоянии лишь несколько секунд, что является недостаточным для их использования. В других случаях использования магнитных подшипников часто используются занимающие большие объемы системы управления, сложные по своей структуре. Это усложняет эксплуатацию и ремонтпригодность всей системы магнитного подвеса. Надежду на устранение этого недостатка дают попытки ученых улучшить теорию электромагнитных полей, объясняя существующие в ней парадоксы и находя их новые свойства. Примером тому могут служить работы сотрудников Научно-Технического Центра Нетрадиционной Электродинамики.

Таким образом использование неконтактных подвесов решая задачу снижения трения, контроля смазки, снижения нагрузок на подшипники, ставит несколько новых. Это вопросы устойчивости и последствий от возможного падения, а также вечный вопрос повышения эффективности за счет снижения потерь мощности. Также не последнюю роль играют вопросы экономичности производства конструкций данных устройств.

ВЕНТИЛЯЦИЯ ПРЕСС-ФОРМ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Существенным дефектом при литье под давлением является газовая пористость. Существует три источника газов, приводящих к образованию газовой пористости при литье под давлением: газы, растворенные в металле; газы, выделяемые смазкой; воздух заполняющий полость формы и литниковую систему перед заливкой. Снижение влияния газов, растворенных в расплаве, осуществляется дегазацией расплава. Снижение газотворной способности смазок достигается переходом на солевые смазки. Труднее бороться с воздухом формы вследствие их полной непроницаемости для газов. Единственный способ эвакуации газов из полости формы – выполнение в ней специальных вентиляционных каналов.

Традиционно вентиляционные каналы выполняются по плоскости разъема формы. При этом следует иметь в виду следующее. Толщина вентиляционных каналов должна исключать проникновение в них расплава. Толщина вентиляционных каналов составляет от 0,05 – 0,20. При этом суммарная ширина вентиляционных каналов ограничена необходимостью обеспечения прочности поверхности контакта полуформ на смятие. В ряде случаев вентиляционные каналы выполняют по периферии стержней или в специальных пробках.

Вполне очевидно, что вентиляционная система обладает высоким гидравлическим сопротивлением, поэтому эффективная вентиляция форм при литье под давлением проблематична. К этому следует добавить, что вентиляционные каналы, выполненные не в плоскости разъема, быстро забиваются смазкой и их сложно очистить без разборки формы.

Для интенсификации вентиляции формы в месте выхода венты на границе формы понижают давление струей сжатого воздуха. Для снижения гидравлического сопротивления выполняют вентиляционные каналы большого сечения, которые автоматически перекрываются при воздействии струи металла на специальные поворотные элементы. Радикально решает проблему вакуумирование формы. Для этого создаются специальные кожухи и вакуумные ресиверы. Другой способ, позволяющий радикально решить проблему – замена газовой атмосферы формы кислородом. При впуске расплавленного металла реагирует с кислородом с образованием твердых окислов. При этом газовой пористости не образуется, а небольшое по массе количество окислов не влияет на механические и служебные свойства отливка.

Несмотря на то, что последние два способа полностью снимают проблему, использование рациональной технологии может в некоторых случаях решить задачу более дешевыми средствами. Например, для группы корпусных отливок можно использовать форму с двойным разъемом. При этом вентиляционные каналы выполняются с двух сторон, и газ отводится из глубоких карманов.

**НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Рабочие процессы в машинах характеризуются высокими значениями давлений, нагрузок, скоростей и температур. Конструкционные стали в этих условиях недолговечны, поэтому все большее распространение получают стали и сплавы с высокими показателями прочности, жаростойкости, а также стойкости против коррозии. Все большее значение и удельный вес в современной технике приобретают нержавеющие стали. Однако механическая обработка резанием нержавеющих сталей связана с большими трудностями, поэтому изучение вопроса их обрабатываемости имеет значительный практический и теоретический интерес.

Сравнение значений механических характеристик нержавеющих сталей и стали 45 показывает, что значения предела прочности и твердости при обычной температуре и отсутствии деформации (упрочнения), примерно равны. Поэтому худшая обрабатываемость нержавеющих материалов определяется другими физико-механическими и химическими свойствами: структурой, механическими характеристиками, определяющими их свойства не только в исходном, но и в упрочненном состоянии и при нагреве, а также теплофизическими показателями (температура плавления, теплопроводность), определяющими свойства материала при повышенных температурах.

При фрезеровании нержавеющих сталей особую роль играют адгезионные свойства инструментального материала, так как процесс сопровождается прерывистым резанием. Когда зуб фрезы выходит из зоны обработки на передней поверхности режущего лезвия остается стружка, на участке контакта инструментального материала со стружкой происходит слипание, затем зуб остывает и стружка приваривается к пластине. При повторном врезании зуба в заготовку происходит откалывание стружки с пластины, вследствие чего происходит вырывание зерен твердого сплава с поверхности инструментального материала.

Для сохранения стойкости инструментального материала при увеличении скорости резания пластины покрывают износостойкими покрытиями, так как нанесение покрытия на твердый сплав сдвигает область его применения в сторону более легкой обработки. Установлено, для обработки нержавеющих сталей наряду с твердыми сплавами применяется инструмент на основе безвольфрамовых твердых сплавов (кермет), изготавливаются на основе TiN, TiCN на никелево-молибденовой связке. Сочетают в себе свойства керамики (высокая твердость, износостойкость, теплостойкость) и металлов (теплопроводность и прочность).

В НГТУ разработаны составы наноструктурированных покрытий и получены патенты для высокопроизводительной обработки титановых сплавов. Испытания режущего инструмента с наноструктурированными покрытиями на предприятиях города Нижнего Новгорода показали более высокую стойкость (в 1,5...2 раза) по сравнению с инструментом фирмы Sandvik Coromant.

Список литературы

1. <http://ooo-novstal.narod.ru/spravka/rezka-nerjaveyki.html>

УДК 621.9

Д.И. КИТОВ, Т.В.РЯБИКИНА

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ШЕСТИГРАННЫХ (И ДРУГИХ ГРАННЫХ) УГЛУБЛЕНИЙ

Арзамасский политехнический институт (филиал
Нижегородского государственного технического университета
им. Р.Е. Алексеева)

Предлагается вопрос изготовления шестигранных (и других гранных) углублений в винтах производить по новой технологии, легко реализуемой на любых предприятиях.

Данная технология получения шестигранных углублений заключается в следующем: в передней бабке токарного станка 1К62 крепится искомая заготовка винта, где требуется получить шестигранное углубление. В резцедержателе станка 2 зажимными болтами крепится за хвостовик приспособление рис.1 (специальный вращающийся центр 4), ось внутреннего конуса Морзе № 1 которого строго параллельна оси вращения цанги и смотрит на переднюю бабку.

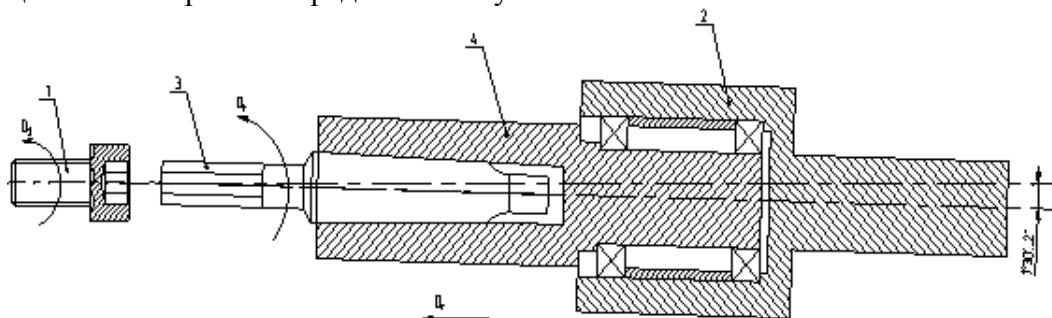


Рисунок 1 -Схема обработки

Во внутренний конус приспособления вставляется давилник-пуансон 3, чьи размеры соответствуют требованиям получаемого шестигранного углубления в детали 1. После выставки давилника-пуансона относительно отверстия в винте 1, как можно точнее, производится разворот резцедержателя с приспособлением 2 относительно оси вращения на угол, равный от 1 градуса 30 минут до 2 градусов по часовой стрелке. Включаем вращение шпинделя числом оборотов от 200 до 400 в минуту, подводим резцедержатель и ручной продольной подачей давим инструментом в отверстие заготовки винта. При этом происходит зацепление давилника-пуансона с заготовкой, и он начинает вращаться со скоростью вращения шпинделя станка. Получается, что работает только одна грань инструмента и усилие рабочего в шесть раз меньше, чем, если бы он давил всем торцом инструмента, а усилие на рабочую грань возрастает, время получения шестигранного углубления составляет до двух секунд при хорошем качестве, по чистоте, и по размерам, что и требовалось получить.

Вынимаем деталь, остановив станок, и убираем стружку внутри шестигранного углубления простой шарошкой. Годный винт с шестигранным углублением получен.

Отзыв самый положительный. Все вопросы по изготовлению винтов с шестигранным углублением в пределе от диаметра 3 мм до диаметра 15 мм исчезли.

Технология проста по своей сути обработки и изготовления винтов с шестигранными (и другими гранными) углублениями, экономична, имеет низкую трудоемкость, простое оборудование, несложные приспособления и инструмент.

УДК 004.9

Ю.В. КЛЕВЦОВА, Т.А. НЕДЕЛЯЕВА

**РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИВОДОВ ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ
И ПОДАЧ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО СТАНКА
НА БАЗЕ PDM-СИСТЕМЫ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Выполнение курсового проекта по расчету и конструированию металлообрабатывающего оборудования является одним из важнейших этапов конструкторской подготовки инженера. На нем систематизируются, углубляются и закрепляются знания, полученные ранее при изучении блока общеинженерных и специальных дисциплин. Эта работа носит творческий характер и позволяет студенту овладеть общей методологией проектирования нового и модернизации действующего оборудования с обеспечением требуемых показателей качества, развить системность мышления, умение производить сложные инженерные расчеты, закрепить навыки конструирования с эффективным привлечением средств вычислительной техники, и повысить в целом эрудицию в конкретной области машиностроения.

Процесс проектирования можно рассматривать как совокупность процедур переработки информации, в результате чего возникает конечный продукт этого процесса в виде проекта технического объекта. Таким образом, проект – это информационный аналог технического объекта, для создания которого студенту приходится столкнуться с восприятием и переработкой большого объема информации и затратой немалого количества времени на ее поиск, что увеличивает сроки выполнения курсового проекта и отражается на качестве принятых решений.

Для решения задачи информационной поддержки процесса проектирования, в частности приводов главного движения и подач металлообрабатывающего станка, предлагается использовать систему управления проектными данными (PDM-систему). На сегодняшний день это наиболее эффективный способ информационной интеграции, обеспечивающий управление всеми данными и информационными процессами и позволяющий избежать дублирования информации.

В процессе работы над магистерской диссертацией были проанализированы алгоритмы проектирования приводов главного движения и подач металлообрабатывающих станков, были определены информационные потребности пользователей, на их основе разработана структура информационного обеспечения процесса проектирования и произведена ее реализация средствами PDM-системы T-flex DOC's, выполнено ее содержательное наполнение – сбор необходимой информации, создание справочников оборудования, методических рекомендаций по обоснованию конструкций металлообрабатывающих станков, произведена рубрикация информации, определены поисковые запросы студентов и на базе этого выделены поисковые признаки документов, что позволяет быстро найти необходимую информацию для каждого этапа создания проекта (нормативную документацию, каталоги и паспорта металлообрабатывающего оборудования, справочники по элементам приводов станков, схемы и чертежи типовых конструкций, шаблоны документов и др.).

Вся собранная и структурированная средствами PDM информация может быть использована студентами Института промышленных технологий машиностроения при курсовом проектировании, что дает возможность им, во-первых, сосредоточиться на выполнении самого проекта, а не на поиске информации, что в конечном итоге позволит сократить сроки его выполнения и повысить качество; во-вторых, позволит совершенствовать навыки работы в системах управления проектными данными, что является основным принципом работы на современном машиностроительном предприятии.

УДК 621.8.048

П.В. КОЛЧИН, В.В. КРУГЛОВ

ТЕХНОЛОГИИ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Быстрое прототипирование – технология, позволяющая в кратчайшие сроки получить макет различных деталей и изделий или опытных образцов. Прототипирование чаще всего используется для изготовления партии опытных изделий различного назначения.

На современном этапе изделия, получаемые при помощи технологий быстрого прототипирования, используют для оценки: эргономики, визуализации, дизайна изделия; функциональной оценки; использование в качестве модели для дальнейшего применения в производстве, использование как опытных образцов при испытаниях. Причиной такого узкого применения существующих методов является: относительно высокая цена установок и расходных материалов, относительно низкая прочность моделей, высокое энергопотребление (у некоторых установок), низкая точность.

Для машиностроения особый интерес представляют процессы, способные производить изделия из металлических или гибридных материалов. Это связано с тем, что получаемая модель в зависимости от точности изготовления может быть применена как заготовка с дальнейшей механической обработкой, либо как готовая деталь, которая без дополнительной обработки может сразу приступить к выполнению своих функций.

В настоящее время для производства металлических изделий методом быстрого прототипирования, используются следующие процессы:

- Селективное лазерное спекание (SLS) – рабочий материал металлический порошок.
- Электронно-лучевая плавка (EBM, EBF³) – рабочий материал порошок, металлическая проволока.
- Лазерная наплавка порошковых металлов (LENS) – рабочий материал металлический порошок.
- Плазменная наплавка (PTA) – рабочий материал металлический порошок и проволока.

Все перечисленные процессы основаны на методе послойного создания физического объекта. Каждый из способов имеет свои недостатки: низкую точность изготавливаемых изделий, дороговизну металлического порошка (SLS, LENS, EBM, PTA), а так же затраты на создание электронного пучка и вакуума (EBM, EBF³, PTA).

Главной задачей для технологии быстрого прототипирования является разработка установок способных вытеснить в производстве литье, штамповку и, частично или полностью, механообработку. Для этого необходимы мероприятия по повышению точности получаемых изделий, уменьшению стоимости установок, снижению энергозатрат, сокращению затрат на подготовку расходного материала.

Одним из способов, который может решить проблему точности получаемых образцов – это послойное формирование деталей в управляемом электрическом поле. Этот метод позволяет точно позиционировать расплавленные капли материала в пространстве, тем самым обеспечивая точность размеров и формы будущего изделия, при этом расходным сырьем является не дорогой порошок, а более дешевая проволока. Данная технология, позволяющая с высокой точностью позиционировать рабочий материал, требует более подробного исследования, оценки ее энергоэффективности и производительности, качества получаемого изделия, а так же сравнение ее с уже существующими методами быстрого прототипирования.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ОЧИСТКИ СОЖ

Арзамасский политехнический институт (филиал НГТУ)

Применение тонкопленочного течения и центробежного поля позволяет интенсифицировать совмещенные процессы непрерывной очистки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), рекуперации (извлечения для повторного использования) и классификации (разделения на фракции) абразивных зерен. Для реализации данных процессов разработана конструкция установки, составными элементами которой являются ротор с криволинейной образующей и приемник для сбора фракций.

В настоящее время на стадии разработки изделия, с целью сокращения цикла разработки, широко применяются системы инженерного анализа (CAE), в основе которых заложен метод конечных элементов. В нашем случае применение данного метода позволяет наглядно промоделировать гидродинамику жидкости на поверхности ротора, которая описывается сложной системой уравнений Навье-Стокса. На основе моделирования гидродинамики потока со свободной поверхностью на вращающемся роторе с криволинейной образующей были получены следующие результаты:

- получены зависимости длины образующей, на которой наблюдается устойчивое безотрывное течение потока, от свойств жидкости, формы ротора и свойств его материала и режимов работы установки (рисунок 2);
- промоделировано движение твердых частиц в потоке жидкости и выход частиц из потока. Получены зависимости высоты выхода частиц из потока от величины их диаметра (рисунок 1).

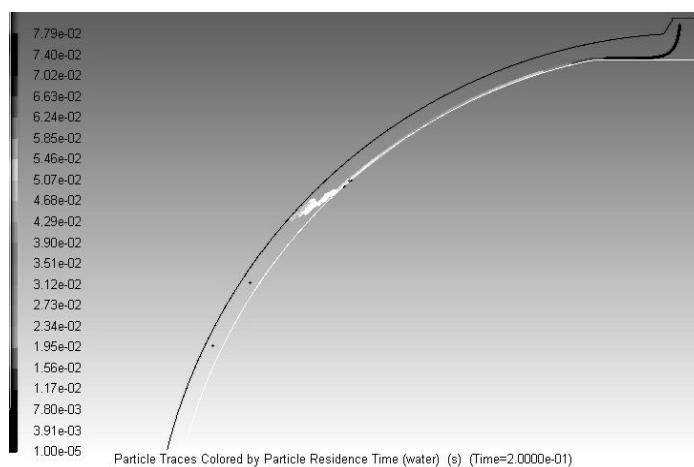


Рис.1. Траектория движения частицы 10 мкм

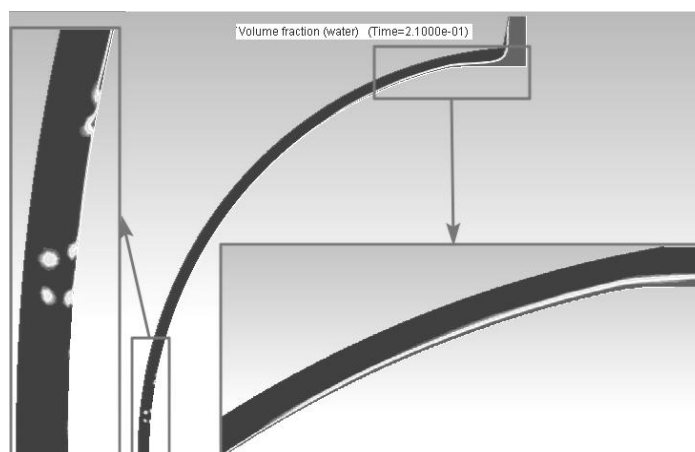


Рис.2. Результаты расчета для воды при угловой скорости ротора 150 рад/с и расходе 1,4 л/мин

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА
ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
ПРИ ОБРАБОТКЕ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Арзамасский Политехнический Институт филиал
Нижегородского Государственного Технического Университета
им. Р.Е. Алексеева

Сегодня российское машиностроительное производство является динамически развивающимся, перспективным сектором промышленности. В связи с этим проводятся мероприятия по техническому перевооружению производства. Предприятия внедряют станки с ЧПУ и обрабатывающие центры. Один обрабатывающий центр способен заменить от 2-х до 25 универсальных станков. Экспериментальные данные, полученные на одном из современных научно-производственных предприятий, показали экономию машинного времени обработки деталей после внедрения станков с системой ЧПУ от 25 минут до 3 часов.

Однако внедрение передовых технологий не отразилось существенным образом на сокращении сроков технологической подготовки производства в целом. Анализ фактического состояния процессов нормирования операций на станках ЧПУ и обрабатывающих центрах указывает на отсутствие методики и стандартов, адекватных условиям современного производства.

Машинное время идеально рассчитывается САПР программами и программным обеспечением самого станка, однако нормы времени на вспомогательные операции (подбор инструмента, установка приспособления, подготовка станка к эксплуатации, подготовка и корректировка программы) не обоснованы.

С внедрением станков с ЧПУ и САПР коренным образом изменился способ создания чертежей, программ и в некоторых случаях тех. процессов. Поэтому существующие стандарты нормирования разработки конструкторской документации не могут применяться в полной мере.

В связи с этим, была поставлена цель, создать методику нормирования операций на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах, отвечающую требованиям современного производства. Сбор информации осуществлялся путем создания фотографии рабочего времени. Продукция предприятия была условно разделена на шесть групп в зависимости от сложности конструкции и трудоемкости. На основе хронометражных наблюдений, для каждой группы определялись составные элементы нормы времени.

Создание методики нормирования операций поможет упростить работу планово-экономического отдела, увеличить производительность труда и снизить себестоимость получаемой продукции, определить состав мероприятий, позволяющих сократить время подготовительно-заключительных работ. В некоторых случаях может существовать возможность сокращения количества работников в цехе или увеличения числа станков, обслуживаемых одним рабочим.

Список литературы

1. Дальский А.М., Суслов А.Г., Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 тт: Т.2. М.: Машиностроение, 2003. — 944 с.
2. Типовые нормы времени на подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ с помощью ЭВМ: Экономика. — 1990. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://bestpravo.ru/sss/eh-pravila/w9n.htm>

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРУППОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ V5**

Арзамасский политехнический институт филиал
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

Основными особенностями эффективности функционирования машиностроительного предприятия являются короткие сроки и высокое качество технологической подготовки производства (ТПП). Технологическая подготовка производства включает комплекс работ, обеспечивающих наиболее эффективное применение новых высокопроизводительных технологических процессов (ТП). Возможность сократить сроки ТПП и осуществить ее с более высокими технико-экономическими показателями заключается в технологической унификации. Основными направлениями, которой являются типизация ТП и групповой метод обработки деталей [1, с. 31].

Развитие современных CAD/CAPP/CAE/CAM/PLM-систем позволяет автоматизировать и повысить эффективность процесса разработки технологических процессов.

Во время проектирования ТПП/ГТП в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ V5:

- к файлу ТПП/ГТП были подключены 3D модель и чертеж детали;
- сформировано дерево КТЭ отображающее состав и иерархию элементарных поверхностей, КТЭ и групп КТЭ детали;
- сформировано дерево ТП отображающее состав и иерархию операций, переходов, оснастки и других объектов, составляющих технологический процесс изготовления ДСЕ;
- проектирование ТПП/ГТП велось как наполнением дерева ТП, так и наполнением дерева КТЭ;
- настроены связи между деревом КТЭ, деревом ТП и 3D моделью (чертежом), что позволило легко ориентироваться в техпроцессе;
- формирование всех объектов ТПП/ГТП осуществлялось путем их добавления из УТС; поиск необходимых объектов осуществлялся с использованием механизмов фильтрации и поиска данных, что значительно повысило скорость проектирования.

В ходе работы авторами в УТС была внесена недостающая информация о станках, инструментах, оснастке и КТЭ и других объектах необходимых для технологического проектирования. Это позволило:

- существенно сократить сроки и трудоемкость технологической подготовки производства;
- существенно повысить качество технологической документации;
- сократить число воспроизводимых технологических маршрутов и тем самым снизить издержки на материально-техническое обеспечение производства за счет оптимизации номенклатуры применяемых материалов, оснастки и режущих инструментов.

Список литературы

1. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т. 1. Организация группового производства. 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983. – 407 с., ил.

**УСТАНОВЛЕНИЕ И ПОДДЕРЖАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА
ЭЛЕКТРОЛИТА ПРИ ХИМИЧЕСКОМ НИКЕЛИРОВАНИИ**

Арзамасский политехнический институт филиал
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время широкое развивается и совершенствуется технология нанесения электрохимических покрытий. Исследуются составы электролитов для придания поверхностям металлов заданных свойств.

Однако, многообразие различных, постоянно повышающихся требований к качеству и эксплуатационным свойствам деталей машин, с одной стороны, а с другой экономия дорогостоящих материалов, энергоресурсов, ставят задачи перед наукой и промышленностью в повышении эффективности получения покрытий.

В данной работе рассматривается процесс химического никелирования применительно к деталям из углеродистых, легированных сталей и цветных сплавов. Химически осажденный никель обладает более высокими защитными свойствами, чем осажденный электрохимически. Это объясняется меньшей пористостью покрытия и содержанием фосфора, в соединении с которым никель становится более стойким к агрессивным средам. Установлено, что в кислых растворах получают более богатые фосфором покрытия, чем в щелочных растворах. Процесс осаждения является непрерывным, что позволяет получать однородные покрытия любой толщины, независимо от формы изделия. Это характерно для всех процессов осаждения металла без применения тока.

Установлено, что качество химических покрытий в большой степени зависит от состава электролита, в связи с чем возникает необходимость постоянного их контроля, поиск новых композиций и оптимальных режимов для получения покрытий с заданными параметрами.

В настоящее время в условиях производства процесс химического никелирования контролируется кислотность, химический состав забором проб с установок. Результаты химического анализа рассчитываются по аналитическим формулам, что повышает трудоемкость данных работ.

С целью повышения эффективности проведения процесса химического никелирования, сохранения свойств электролита на протяжении всего технологического процесса и сокращения времени на его анализ, исследуется возможность контроля состава электролита и выявления зависимостей выработки раствора от площади заготовок. В эксперименте предложено применение энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра EDX-720. Экспресс анализ позволил проанализировать составы отработанных ванн и установить химический состав на всех этапах процесса осаждения. Точность определения элементного состава повысилась на два порядка при введении стандартного образца электролита.

В результате выявлены этапы технологически обоснованного корректирования состава электролита с целью получения осадков никеля с заданными функциональными свойствами.

**РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ**

Актуальной технологической проблемой в машиностроении является выбор вспомогательной инструментальной оснастки из обширной номенклатуры типоразмеров, представленных на рынке. На данный момент выбор производится вручную, что приводит к снижению производительности, к экономически неэффективной обработке, а также не обеспечивается требуемое качество обработки. Разработка базы данных для выбора вспомогательного инструмента является задачей необходимой и нерешенной на сегодняшний день.

Анализ существующих систем автоматизированного проектирования выявил, что во все системы встроены блок САПР технологических процессов. Но выбор вспомогательного инструмента (ВИ) производится вручную на основании опыта пользователя. Во всех программных продуктах не представлены рекомендации по выбору вспомогательной инструментальной оснастки, и уж тем более не производится обоснованный автоматический выбор вспомогательного инструмента на основании заданных пользователем критериев.

При разработке структуры базы данных вспомогательного инструмента использована логическая цепь: выявление функций у каждого инструментального блока в сборе, разбивка по функциям каждого элемента в структуре инструментального блока, совмещение функций, оценка состава инструментального блока в зависимости от состава выполняемых функций, оценка конструктивных параметров по каждому элементу инструментального блока, составление «облака» возможных параметров инструментального блока, выделение параметров, необходимых для описания всех возможных элементов инструментального блока, что и будет являться основой для описания инструментального блока в базе данных. Дополнительно в структуру базы данных включаются параметры вспомогательного инструмента, необходимые для производственных подразделений (например, складского хозяйства).

Порядок выбора вспомогательного инструмента из базы данных соответствует общему алгоритму проектирования инструментального блока: выбор режущего инструмента, выбор втулки переходной, выбор оправки, выбор удлинителя, компоновка инструментального блока с учетом ограничений. Результатом выбора по базе данных является «облако» возможных решений, различающихся по структуре блоков и их параметрам. Возникает задача разработки критериев выбора.

При разработке методики автоматизированного выбора ВИ были сформулированы следующие возможные критерии: минимальные затраты на оснастку, минимальная себестоимость обработки, максимальная производительность обработки, максимальный технологический период стойкости инструментального блока при заданном режиме с учетом ограничений по точности обработки и шероховатости обрабатываемой поверхности. Для выбора возможного критерия произведены расчеты биения, податливости инструментального блока, периода размерной стойкости. В качестве критерия выбора предложено достижение максимального количества обрабатываемых деталей при заданном режиме обработки. Однако, для расчета по данному критерию необходимо выполнить трудоемкий расчет по каждому варианту выбираемого инструментального блока. Экспериментально доказано, что максимальное влияние на период стойкости при прочих равных условиях оказывает длина вылета блока. Исходя из этого, длина вылета блока может являться критерием выбора без выполнения трудоемких расчетов по всему массиву возможных вариантов.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАЛОСТИ РЫЧАГА ШАССИ САМОЛЕТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Научно-технический прогресс требует создания образцов новой техники. Образцы новой техники должны иметь высокую прочность, долговечность, стабильность в работе. Одним из многих образцов новой техники являются упругие элементы, которые широко применяются в различных отраслях машиностроения.

Для изготовления упругих элементов, работающих при достаточно высокой частоте колебаний необходимо иметь материал со стабильными физико-механическими свойствами, не изменяющимися в течении длительного периода работы. Задача сама по себе достаточно сложная, поскольку в процессе циклической нагрузки свойства материалов изменяются. Следовательно, чтобы решить поставленную задачу, необходимо подобрать материал и его термообработку. Кроме того нужно разработать ускоренный метод оценки параметров сопротивления усталости по результатам однократного разрушения материалов, что позволит сузить число испытаний материалов.

При прогнозировании параметров усталости рычага (рис. 1.) учитывали три фактора: частоту и асимметрию цикла нагружения, а так же материал детали, т.е. термообработку на соответствующую категорию прочности (σ_B). Из анализа результатов следует, что:

$$\lambda_{\omega}=0,2950; \lambda_{ac}=0,3351; \lambda_{\sigma_B}=0,30103 \text{ и } \lambda_0=0,2426.$$

$$tg\alpha_{w_{\Pi}} = c_1 tg\alpha_{w_{\omega}} + c_2 tg\alpha_{w_{ac}} + c_3 tg\alpha_{w_{\sigma_B}}$$

(1)

Выражение для прогнозируемого наклона кривой усталости рычага шасси самолета (рис. 1.) имеет вид:

$$tg\alpha_{w_{\Pi}} = 22,35251275 \cdot tg\alpha_{w_{\omega}} + 2,241077932 \cdot tg\alpha_{w_{ac}} - 23,59359068 \cdot tg\alpha_{w_{\sigma_B}}$$

(2)

Материал: Сталь 30ХГСН2А, $\sigma_B=1700$ МПа.

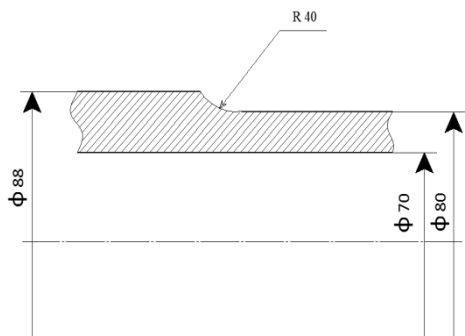


Рис.1. Фрагмент рычага шасси самолета. Частота циклов $\omega=0,17$ Гц
Цикл нагружения – пульсирующий, $\sigma_B=500$ МПа. Деталь подвергнута деформации изгиба.

Результаты стендовых испытаний натуральных деталей показали, что они расположены очень близко к прогнозируемым результатам, что свидетельствует о

высокой точности разработанного метода прогноза прочности и долговечности конструкционных материалов с учетом частоты циклического нагружения.

УДК 539.434

В.В. МЫЛЬНИКОВ, Д.И. ШЕТУЛОВ, Е.А. ЧЕРНЫШОВ,
И.И. РОЖКОВ, А.Д. РОМАНОВ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАЛОСТИ ЗВЕНА ПОДКОСА ШАССИ САМОЛЕТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оценка усталостной прочности конструкционных материалов обычно производится по результатам их испытаний на статическую нагрузку. Связь между параметрами сопротивления циклической и статической нагрузкам у материалов проблематична.

Для изготовления упругих элементов, работающих при достаточно высокой частоте колебаний необходимо иметь материал со стабильными физико-механическими свойствами, не изменяющимися в течении длительного периода работы. На прочность и долговечность материалов и деталей влияет большое количество факторов: природа металла, температура, масштабный эффект, концентрация напряжений, асимметрия циклического нагружения, частота циклов и другие. Влияние этих факторов на показатели сопротивления усталости материалов является сложным, что затрудняет получение закономерностей, позволяющих прогнозировать долговечность деталей машин.

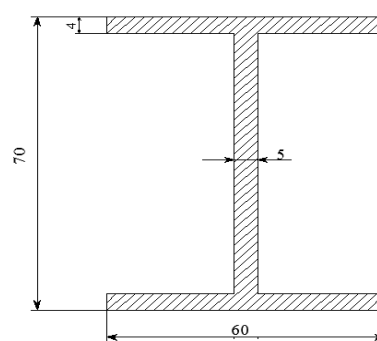
Спрогнозируем кривую усталости детали, представленной на рис. 1. Поскольку эта деталь изготавливается из стали 30ХГСН2А, то уравнение для прогнозируемого наклона $tg\alpha_{w_{II}}$ будет:

$$tg\alpha_{w_{II}} = 22,35251275 \cdot tg\alpha_{w_{\omega}} + 2,241077932 \cdot tg\alpha_{w_{ac}} - 23,59359068 \cdot tg\alpha_{w_{\sigma_s}}$$

Ассиметричный цикл нагружения звена подкоса шасси самолета. Сечение подвергнуто деформации растяжения-сжатия.

Прогнозируемое значение наклона кривой усталости $tg\alpha_{w_{II}} = 0,4255$ и при том же значении коэффициента А, $\sigma_{-1} = 172$ МПа.

Таким образом, можно спрогнозировать прочность и долговечность других ответственных, сложных в изготовлении и дорогостоящих деталей современных машин и агрегатов подверженных циклическим нагрузкам и тем самым значительно сократить время и стоимость их производства.



**Рис. 1. Эскиз звена подкоса шасси самолета.
Частота циклов $\omega = 0,6$
Гц**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФЛЮСОВ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
ПАЙКИ АЛЮМИНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пайка алюминия на сегодняшний день является наиболее предпочтительной при производстве теплообменных устройств. Алюминий и его сплавы обладают высокой коррозионной стойкостью, легко формуются, имеют высокую теплопроводность и низкий удельный вес. Все эти свойства делают его практически идеальным материалом для производства различных видов радиаторов, в том числе для автомобильной промышленности, мировое производство которых составляет миллионы штук в год. В дальнейшем роль алюминия в производствах разного рода будет только увеличиваться, так как его применение значительно снижает себестоимость продукции, в отличие от меди.

Алюминий относится к труднопаяемым металлам, так как окись алюминия является весьма стойким химическим соединением. Для этой цели наиболее широко применяются паяльные флюсы. Они разрушают оксидную пленку паяемого металла, защищают припой и паяемый металл от дальнейшего окисления в процессе пайки, обеспечивают хорошее смачивание припоем паяемого металла и увеличивают площадь растекания припоя.

В настоящее время для высокотемпературной пайки алюминия применяются флюсы на основе эвтектик, содержащих хлориды лития, калия, натрия, которые обеспечивают флюсу невысокую температуру плавления и флюсы на основе эвтектики системы KF-AlF₃.

Флюсы на основе хлоридных эвтектик требуют тщательного удаления остатков после пайки для предотвращения дальнейшей коррозии паяных соединений, что значительно усложняет технологический процесс пайки и увеличивает себестоимость продукции. Остатки вторых флюсов не вызывают коррозии паяных соединений и не требуют удаления после пайки.

Основным технологическим свойством флюсов, наряду с другими (краевым углом смачивания, скоростью смачивания, временем растекания припоев), является площадь растекания припоев с данными флюсами. Она же одновременно является характеристикой и активности флюсов, т.к. за одно и то же время припой с более активным флюсом растекается на большую площадь паяемой поверхности.

В данной работе исследованы флюсы на основе хлоридной эвтектики KCl-LiCl, и флюсы на основе эвтектики KF-AlF₃ с целью определения их влияния на площадь растекания припоя (эвтектического силумина) по сплаву АМц, а также приведены результаты исследований микроструктуры и механических испытаний образцов, паяных с флюсами на основе эвтектики KF-AlF₃.

**РАЗРАБОТКА ГРУППОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ВТУЛКА ГИДРОКЛАПАНА»
С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ФИРМЫ АСКОН**

Арзамасский политехнический институт филиал

Разработка технологического процесса (ТП) является процессом творческим, т.е. малоформализуемым. Его очень трудно свести к математике как таковой, лежащей в основе любой САПР. Создание ТП занятие трудоемкое, требующее высокой квалификации технолога и дополнительной работы конструктора.

Практически все производители САПР ТП в настоящее время развивают и совершенствуют известные подходы к проектированию технологических процессов (ТП). Системы обрастают множествами дополнительных модулей и функций. В данной работе рассматриваются возможные варианты развития автоматизации процесса проектирования технологий на существующей математической базе программных продуктов ВЕРТИКАЛЬ и КОМПАС от АСКОН.

Разработка технологии изготовления группы деталей «Втулка гидроклапана» является процессом непростым и многовариантным как по возможному набору операций, так и применяемому оборудованию, оснастке. Сегодня проектирование ТП с использованием САПР сводится к двум возможностям – проектирование с использованием процесса-аналога (типового, группового, обобщенного) или с использованием баз данных по отдельным операциям, переходам, оборудованию и т.п.

Подходы к проектированию технологических процессов в современных условиях изменились из-за возможностей новейшего оборудования, инструментов. Для групповых ТП характерна не только конструктивная общность, но и общность используемого оборудования и оснастки. Групповые ТП всегда были выгодны при поточной организации производства, они требуют разработки групповой заготовки и групповой детали, которая включает в себя все конструктивные элементы деталей, входящих в группу.

Применив принцип модульной технологии проектирования, в программе «Вертикаль» сделана попытка построения группового ТП через понятие конструкторско-технологических элементов. Это очень интересный путь проектирования. Любую деталь можно представить как набор стандартных элементов – цилиндров, плоскостей, фасок и др. Каждому стандартному элементу в зависимости от размеров, качества точности и шероховатости можно сопоставить перечень последовательных операций. В системе имеется некое количество конструкторско-технологических элементов (КТЭ) с вариантами их обработки. Технологи имеют возможность самостоятельно продолжить создание КТЭ, а главное, создать стратегии обработки каждого элемента. Применение данного программного продукта при проектировании групповых ТП позволит отчасти снять остроту вопроса квалификации технологов за счет формирования первичного ТП на основе известных технологических правил, не дающих совершить серьезные промахи.

Список литературы

1. Глебов В.В., Кангин М.В., Рябикина Т.В. Система автоматизированного проектирования технологических процессов. Вертикаль V5: учеб. пособие. - Н.Новгород: НГТУ, 2012. - 252 с.

УДК 669.021

И.И. РОЖКОВ, В.А. ВАСИЛЬЕВ, В.В. МЫЛЬНИКОВ, А.Д. РОМАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из актуальных проблем современного материаловедения - разработка новых научно-технических подходов к оптимизации параметров структуры и свойств машиностроительных изделий и конструкций, к которым предъявляются повышенные требования по надежности и безопасной эксплуатации. Основной научной и практической задачей является оптимизация режимов термической обработки массивных изделий (вал-шестерня и колесо зубчатое), поверхность которых была подвергнута химико-термической обработке с целью повышения их эксплуатационных свойств (твердости, износостойкости, коррозионной стойкости и т.д.). Химико-термическая обработка (в рассматриваемом случае – цементация), повышая физико-механические и эксплуатационные свойства поверхностного слоя способствует созданию больших внутренних напряжений, приводящих в дальнейшем к деформации изделия и образованию трещин.

Среди результатов, представляющих несомненную научную ценность, следует отметить экспериментальные результаты по исследованию влияния режимов термической обработки (заковки с отпуском) на физико-механические свойства конструкционных сталей (ударную вязкость при различных температурах, твердость, стандартные механические свойства, определяемые в опытах на растяжение) и параметры микроструктуры сталей. Данные результаты, наравне с проведенными исследованиями по слоистому химическому составу изделия при его химико-термической обработке, легли в основу новой методики расчета уровня внутренних напряжений.

Известны методики расчета внутренних напряжений материалов с постоянным химическим составом по сечению изделий. Однако на практике возникают ситуации, когда химический состав изделия по сечению переменный. Примером являются изделия, прошедшие химико-термическую обработку, когда поверхностный слой резко отличается от внутренних слоев изделия, и возникающие внутренние напряжения от перепада температур и структурных превращений, протекающих в материале на стадии различных видов обработок будут переменными, переменными будут и теплофизические характеристики.

Предлагается методика расчета внутренних напряжений в материалах с переменным химическим составом по сечению изделия. Алгоритм следующий:

- определяется температурное поле по сечению цилиндра на основе решения дифференциального уравнения теплопроводности при граничных условиях III рода, при нагреве (охлаждении) по закону Ньютона;
- с помощью последовательных приближений определяются границы (радиус) зон упругой и пластической деформаций;
- рассчитываются пластические и упругие радиальные и тангенциальные напряжения;
- определяется модуль пластичности и продольная деформация;
- рассчитываются осевые упругие и пластические напряжения.

При расчетах внутренних напряжений в изделиях учитывались теплофизические характеристики конкретных слоев изделия с разным химическим составом по сечению.

При правильном выборе коэффициента теплоотдачи α (особенно при охлаждении детали) уменьшается $\text{grad } t$, что способствует уменьшению возникновения внутренних напряжений. В результате предложенного режима заковки тяжело нагруженных деталей машин в подогретом масле, происходит уменьшение остаточных напряжений в 5-8 раз. Достигнуто значительное уменьшение брака после термической обработки при изготовлении деталей вал-шестерня и колесо зубчатое в среднем с 28% до 5%.

УДК 669.021

И.И. РОЖКОВ, В.А. ВАСИЛЬЕВ, В.В. МЫЛЬНИКОВ, А.Д. РОМАНОВ

ПРИМЕНЕНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Химико-термическая обработка, повышая физико-механические и эксплуатационные свойства поверхностного слоя способствует созданию больших внутренних напряжений, приводящих в дальнейшем к деформации изделия и образованию трещин. Проблемной особенностью любой упрочняющей термообработки являются поводки и коробление деталей, превышающие припуск на последующую обработку в размер сопрягаемых поверхностей шлифованием. Среди множества причин, вызывающих коробление, существенной является химическая неоднородность по сечению детали, которая возникает при диффузионном насыщении поверхностного слоя адсорбатом. Наиболее сильно данный фактор проявляется при цементации. Нами были рассмотрены механизмы диффузионных процессов в металлах, проведен анализ основных источников роста напряжений, возникающих в упрочняемом слое, систематизированы причины коробления деталей.

Определены результаты сравнительных испытаний серий цементованных и нецементованных образцов сталей марок 20ХН2М, 22ХНМ, 24ХНМ, 23ХН2М, для которых была проведена закалка с различных температур. Получены закономерности изменения предела текучести, относительного удлинения, ударной вязкости при температурах до -70°C . Исследовано влияние температуры отпуска на ударную вязкость на стандартных образцах. В результате установлено, что повышение температуры закалки до 950°C для исследуемых сталей привело к увеличению предела текучести на 8%, ударной вязкости на 14%, относительного удлинения на 18%. Определены результаты детального изучения технологического изготовления шестерен и зубчатых колес из стали 12ХН3А, который применяется на предприятиях ОАО «ГАЗ» и ОАО «Кировский Машзавод 1 Мая». В результате установлено значительное коробление деталей, которое вынуждает вводить в технологический процесс дополнительную сложную операцию рихтовки деталей.

Для выявления участков сечения деталей, которые наиболее сильно влияют на величину коробления, были проведены расчетно-аналитические исследования напряженно-деформированного состояния термообработанного цилиндра с переменным химическим составом по сечению.

Разработан алгоритм определения термонапряженного состояния цилиндра на основе упруго пластической модели. С помощью разработанной компьютерной программы расчета термических напряжений деталей с переменным химическим составом по сечению, учитывающая послойное изменение теплофизических свойств материала, установлено, что наиболее высокие напряжения возникают на границе перехода от цементованного слоя к основе изделия. Было найдено простое и эффективное решение, которое состояло в снижении скорости закалки за счет использования в качестве закалочной среды подогретого масла. В результате корректировки технологического процесса химико-термической обработки шестерен и зубчатых колес их деформация после упрочняющей термообработки не превысила допуска, определенного технической документацией, а остаточные напряжения снизились в 5-8 раз.

Также на основе анализа чувствительности цементованной стали к трещинообразованию по углеродному эквиваленту $S_{\text{жв}}$ было установлено, что чем больше разница углеродного эквивалента между поверхностью и центром, тем меньше вероятность возникновения трещин.

**СОЗДАНИЕ FABLAB НА ФАКУЛЬТЕТЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, НИЛ
Высокотемпературных технологий

С момента создания первой лаборатории FabLab в MIT (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA) по всему миру были открыты более 100 лабораторий персонального цифрового производства, объединенных единым открытым информационно-методическим пространством FabLab Network. Впервые в России образовательная лаборатория FabLab была развернута в июне 2011 года в рамках проекта FabLab @SCHOOL на базе Лицея №1502.

Современные центры молодежного инновационного творчества позволяют представителям творческой молодежи и малым инновационным компаниям получить доступ к технологиям и оборудованию современного цифрового производства для быстрого и недорогого изготовления функциональных прототипов новых продуктов и апробированию самых смелых идей. Такие центры могут выполнять как образовательные функции, так и функции центров прототипирования начального уровня.

Fab Lab – это площадка, на которой собран комплект оборудования и специализированного программного обеспечения для цифрового производства, позволяющий быстро и в рамках одной лаборатории создавать прототипы самых разных изделий и устройств, реализовывать интересные изобретательские идеи, и заниматься техническим творчеством. Fab Lab предоставляет открытый доступ к самым современным инструментам и подходам для производства (почти) всего, что угодно, и связывает воедино лаборатории всего мира в единую сеть.

На данный момент можно выделить несколько основных функциональных направлений развития Fab Lab в мире:

- 1) исследования,
- 2) образование,
- 3) решение локальных региональных проблем,
- 4) удовлетворение потребностей творческого сообщества,
- 5) удовлетворение потребностей технологического сообщества,
- 6) удовлетворение потребностей технологического сообщества (изобретателей, ученых, предпринимателей).

В Центре битов и атомов Массачусетского технологического института, исследовательской организации, где родилась идея Fab Lab, был объединен опыт, полученный различными лабораториями во всем мире, и составлен «стандартный список оборудования Fab Lab».

В настоящее время в лаборатории уже установлено:

1. Устройство быстрого трехмерного прототипирования (Трехмерный принтер)
2. 3D-сканеры RangeVision и Roland
3. Компьютеры и офисное оборудование
4. Оборудование для изготовления силиконовых форм
5. Литейное оборудование (цветные сплавы)

В настоящее время планируется к установке:

1. Установка дегазации форм
2. Установка разливки двухкомпонентных составов
3. Трехосевой фрезерный станок

4. Настольная гравировально-фрезерная машина высокой точности
В дальнейшем планируется установить:
 1. Устройство лазерной резки
 2. Режущий плоттер для гибких материалов

УДК 355

Е.А. РОМАНОВА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ

СОВРЕМЕННЫЕ АЭРОСТАТНЫЕ СИСТЕМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, НИИ
Высокотемпературных технологий

Свободные аэростаты – неуправляемые летательные аппараты, могут быть с экипажем и без него, совершать кратковременные или длительные полеты. Пилотируемые аэростаты имеют, как правило, устройства для регулирования высоты подъема, скорости взлета и спуска; экипаж по желанию может прекратить полет, но направление движения аэростата зависит только от воздушных течений. Привязные аэростаты по конструкции и принципу действия схожи со свободными аэростатами, но, поднявшись, они не могут лететь, т. к. удерживаются привязным тросом, нижний конец которого закреплен на лебедке. Изменяя длину троса, регулируют высоту подъема аэростата.

К началу Первой мировой войны в армиях всех воюющих стран были созданы воинские подразделения, для общей и артиллерийской разведки использовались аэростаты наблюдения, для аэростаты заграждения. К концу войны в армиях и флотах Франции, Германии, Великобритании, России, Италии и США применяли по 200—300 аэростатов. Во время Второй мировой войны применялись аэростаты всех видов. Например в июле 1944 в районе Лондона поднималось около 2 тысяч аэростатов, из которых 1600 имели подвесные снаряды. Немецкие аэростаты заграждения объемом от 70 до 200 м³ поднимались на высоту до 1500 м. аэростаты наблюдения успешно использовались в Германии до конца Второй мировой войны. В Японии в 1937—1939 применялись аэростаты наблюдения, с 1939 разрабатывались автоматические аэростаты для заброса на территорию противника авиабомб. В 1944 серийно строились аэростаты объемом 540 м³ с оболочками из специальной бумаги для полетов на высоте до 11 км в течение 50—70 ч, имевшие боевую нагрузку 50 кг. Используя струйные течения в атмосфере на высоте 9—11 км, аэростаты запускавшиеся в Японии, могли долетать до центральных районов США и Канады, поджигая посевы и леса и производя разрушения. Было изготовлено около 10 тысяч аэростатов, запуск которых начался 3 ноября 1944.

В настоящее время аэростатные системы переживают «второе рождение» вследствие сравнительно малой стоимости изготовления аппарата, значительной продолжительности полета (от нескольких суток до одного месяца), малой стоимости эксплуатации и обслуживания, сокращенному (не более шести человек) расчету высокой помехозащищенности линии передачи данных и боевой устойчивости самого аппарата, а также универсальности базирования при одном основном недостатке – относительно малой площади обзора. Также одним из главных достоинств является стоимость использования 1 кг массы полезной нагрузки на час полета, которая в беспилотных аппаратах составляет 600 – 2000 долларов, в то время как у высотных стратостатов 4 – 10 долларов. Основу бортовой аппаратуры аэростатов могут составлять размещаемые на внешней подвеске разведывательно-обзорные системы, в том числе радиолокационные станции, оптоэлектронная аппаратура, аппаратура ретрансляции связи и команд боевого управления, а также акустические датчики. Для армии и военно-морского флота США, а также Израиля, Индии и др. поставляются аэростаты компаний TCOM L.P. (Ко-

лумбия, Мериленд) и ILS Dover (Тилломук, Орегон). Армия США использует аэростаты в Афганистане и Ираке для наблюдения за местностью, военные закупают аэростаты PTDS с 2004 года. В разрабатываемый комплект JLENS входит радиолокационное (загоризонтное) обнаружение воздушных целей, крылатых и баллистических ракет, мобильных наземных и надводных целей и коммуникационное оборудование для выдачи данных целеуказания на средства ПВО/ПРО. Аэростат будет работать на высоте около трех километров, обеспечивая обнаружение и сопровождение целей в радиусе до 200 километров.

УДК 623

А.Д. РОМАНОВ, Е.А. РОМАНОВА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ

БЕЗГАЗОВОЕ ТОПЛИВО НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, НИИ
Высокотемпературных технологий

Под безгазовым топливом понимают химические вещества, горение которых в замкнутом объеме без доступа атмосферного воздуха при нормальных физических условиях сопровождается образованием только конденсированных жидких или твердых веществ. Идею использования алюминия в качестве горючего еще в 1924 предложил отечественный ученый и изобретатель Ф.А.Цандер. По его замыслу можно использовать алюминиевые элементы космического корабля в качестве дополнительного горючего. В 40е годы обобщив все имевшиеся сведения о единых двигателях инженер-механик РККФ М.А. Рудницкий предложил использовать на субмарине паротурбинную силовую установку, в топках котлов которой вместо жидкого топлива сжигать алюминий в среде газообразного кислорода. Предложение основывалось на том факте, что при активном соединении алюминия или магния с кислородом выделяется значительное количество тепла и совершенно не выделяются вредные для человека газы. Также была предложена энергетическая установка конструкции Иванова. Топливом для парового котла служит алюминиевая проволока, сматываемая с катушки. Она поступает в специальную горелку, где вначале расплавляется, а затем разбрызгивается струей инертного газа. В таком состоянии она встречается со струей кислорода.

В СССР со второй половины 1950-х гг. в НИИ-24 проводились исследования по созданию активно-реактивных снарядов с прямоточным воздушно-реактивным двигателем. В этих снарядах использовалось твердое высокометаллизированное топливо СН-1 на основе магния, в качестве окислителя применяли кислород. Затем проверялось использование в качестве окислителя морской воды. НИИ прикладной химии для исследований отработал технологию и создал твердотопливные заряды на гидрореагирующем топливе. Это создало предпосылки к началу опытно-конструкторских работ, которые в конечном итоге привели к созданию скоростной подводной противолодочной ракеты для подводных лодок "Шквал".

В настоящее время ФГУП РНЦ «Прикладная химия» совместно с ФГУП ЦКБ «Рубин» и ФГУП «Адмиралтейские Верфи» создана установка непрерывного получения водорода методом гидротермального окисления порошков алюминия. Расход, чистота и давление получаемого на установке водорода обеспечивают потребность любого типа ЭХГ работающего на водородном топливе мощностью до 150 кВт.

Воздухонезависимые ЭУ на основе газо-паротурбинных установок замкнутого цикла с использованием различных комбинаций топлива и окислителя ($Mg + CO_2$, $Al + CrO_3/S/Fe_2O_3$, $Li + CrO_3$ и др) исследовались в Военно-морском инженерном институте.

В качестве альтернативы специальным энергетическим установкам на основе радионуклидных термоэлектрических генераторов (РИТЭГ) использующих в качестве источника тепла короткоживущие радиоактивные изотопы Стронций-90, Полоний-210 и др. были разработаны «специальные энергетические установки» на основе «химических источников теплоты» / «термитных смесей», например на основе паровой турбины замкнутого цикла или двигателя Стирлинга.

УДК 621.7.07; 621.9.07; 62-229

САЗАНОВ М.Н.; ПРИС Н.М.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Арзамасский Политехнический Институт (филиал) Нижегородского Государственного Технического Университета им. Р.Е. Алексеева

В современном мире, когда рыночные отношения характеризуются ростом номенклатуры выпускаемых изделий, а машиностроительные предприятия переходят на мелкосерийный тип производства, актуальной является задача сокращения сроков технологической подготовки производства.

Одним из способов повышения эффективности производства является использование системы универсально-сборных приспособлений (УСП). Она позволяет сокращать сроки освоения выпуска изделий, способствует экономии материальных затрат и ресурсов, а также позволяет высвободить до 80% конструкторов от проектирования специальной оснастки, а инструментальные цеха – от изготовления специальных приспособлений, которые практически никогда не окупаются. Однако, отсутствие единой методики проектирования приспособлений системы УСП сдерживает её распространение на машиностроительных предприятиях.

Анализ технической литературы и опыта промышленных предприятий показывает, что в настоящее время можно выделить три подхода к проектированию станочных приспособлений – производственный, инженерный и научный. Их наиболее подробное рассмотрение показывает, что в современном производстве следует использовать системный подход, в котором необходимо учесть производственный опыт (производственный подход), достижения инженерного проектирования (инженерный подход) и теоретические основы проектирования (научный подход). Его применение при проектировании значительно ускоряет процесс создания окончательного проекта конструкции универсально-сборного приспособления.

Проектирование приспособлений УСП с точки зрения системного подхода предполагает выполнение шести последовательных этапов: 1 этап – анализ технологической операции; 2 этап – создание конструкции приспособления УСП; 3 этап – расчет и оценка условий закрепления заготовки; 4 этап – расчет и оценка точности обработки заготовки; 5 этап – разработка конструкторской документации; 6 этап – оценка экономической целесообразности применения разработанной конструкции приспособления.

Решение прикладных задач на этапах проектирования приспособлений системы УСП, включающей большое количество различных наименований и типоразмеров элементов, требует наличия эргономичной и информативной электронной базы моделей деталей и узлов универсально-сборных приспособлений. С этой целью была разработана библиотека объемных моделей элементов УСП в приложении «Менеджер шаблонов» системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D. Библиотека является визу-

альной реализацией системного подхода к проектированию универсально-сборных приспособлений и позволяет пошагово создавать их электронную 3D-модель.

Применение библиотеки объемных моделей деталей и узлов УСП в сочетании с системным подходом позволяет визуально представить процесс проектирования и сборки приспособления, сократить временные затраты на проектирование и технологическую подготовку производства нового изделия.

УДК 621.86.061

Т.Ю. СУРОВЕГИНА, И.С. НИКАНДРОВ, А.Д. ШУРАШОВ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА УПЛОТНЕНИЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Дзержинский политехнический институт

Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева

Вибрационное воздействие на среду при перемещении, уплотнении или разрушении широко используется в практической области. Вибраторы используют для повышения эффективности грейферов различного назначения. При этом за счет колебания среды достигают значительное снижение сопротивления материала перемещению при зачерпывании. Одновременно за счет уменьшения трения материала о металлические поверхности челюстей существенно снижаются энергозатраты на разрушение, рыхление и зачерпывание материала челюстями грейфера. Под действием вибрации в сыпучем материале из-за уменьшения контактных сил внутреннего трения частицы приходят во взвешенное подвижное состояние. При этом сыпучий материал легче перемещается, значительно уплотняется, в результате чего коэффициент заполнения челюстей материалом возрастает.

Исследования воздействия вибрации на уплотнение сыпучих материалов показало, что давление виброуплотнения определяется частотой (ω , с^{-1}), амплитудой колебания

(a , м) и скоростью поступательной деформации (v , м/с). Эффективность вибровоздействия на уплотнение материала оценивается кинематическим критерием Струхалия (Sh), который определяется соотношением

$$Sh = \frac{v}{a \cdot \omega}, \quad (1)$$

и имеет значение 0,005-1,6 для различных параметров вращения эксцентриков.

Эффективность виброуплотнения предложено оценивать уменьшением давления уплотнения (\mathcal{E}_p) и уменьшением энергетических затрат (\mathcal{E}_w):

$$\mathcal{E}_p = \frac{P}{P_0}, \quad (2)$$

$$\mathcal{E}_w = \frac{W}{W_0}, \quad (3)$$

где W – удельная работа уплотнения частиц материала без вибровоздействия;

W_0 – удельная работа уплотнения частиц материала с вибровоздействием.

Эффективность виброуплотнения материала заключается как в снижении давления уплотнения (\mathcal{E}_p), так и в снижении энергозатрат на уплотнение (\mathcal{E}_w), и они снижаются с ростом значений кинематического критерия Струхалия (Sh).

При некоторых значениях критерия Струхалия (Sh) \mathcal{E}_p и \mathcal{E}_w , снижаясь, достигают значений, близких к единице, и далее уменьшаются незначительно.

Поскольку при значениях \mathcal{E}_p и \mathcal{E}_w менее единицы применение вибрации становится неэффективным, то целесообразно выделить область оптимума параметров вибрации, соответствующую значениям критерия Струхалия $Sh \leq Sh_{\text{кр}}$. При значениях $Sh_{\text{кр}}=1$ и более для соотношений (2) и (3) устанавливается неравенство $\mathcal{E}_i \leq 1$, означающее, что

энергозатраты на уплотнение материала при вибрации становятся больше, чем без вибровоздействия на материал.

Критическое значение критерия Струхала (Sh) зависит от уплотняемости материала: с ростом коэффициента уплотнения K значение критерия Струхала $Sh_{кр}$ уменьшается. При $K=1$ материал не уплотняется, что характерно для жидкой среды при $Sh_{кр}=0$.

Минимальное значение критерия Струхала (Sh) для основной части материалов,

перегружаемых с помощью грейферных механизмов, равно 0,015, в частности, для серного колчедана 0,01.

УДК 621.9

Е.А. СУХОВА, О.Ф. МУМИНОВА, И.Л. ЛАПТЕВ

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ КАК СРЕДСТВО РАЗРАБОТКИ БАЗЫ ДАННЫХ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью функционирования инструментального хозяйства предприятия является организация бесперебойного обеспечения цехов и рабочих мест высококачественной технологической оснасткой в нужном количестве и ассортименте при минимальных затратах на ее проектирование, приобретение (или изготовление), хранение, эксплуатацию, ремонт, восстановление и утилизацию. Анализ существующих баз данных вспомогательного инструмента (ВИ) показал достаточно малую информативность данных по отношению к элементам и связям конструкции элементов инструментальной оснастки, что не позволяет в полной мере удовлетворить запросы конструкторов и технологов на этапе технологической подготовки производства. Также на текущий момент невозможно использовать в качестве единого кодификатора обозначение вспомогательного инструмента и их комплектующих по ГОСТ и стандартам инструментальных фирм.

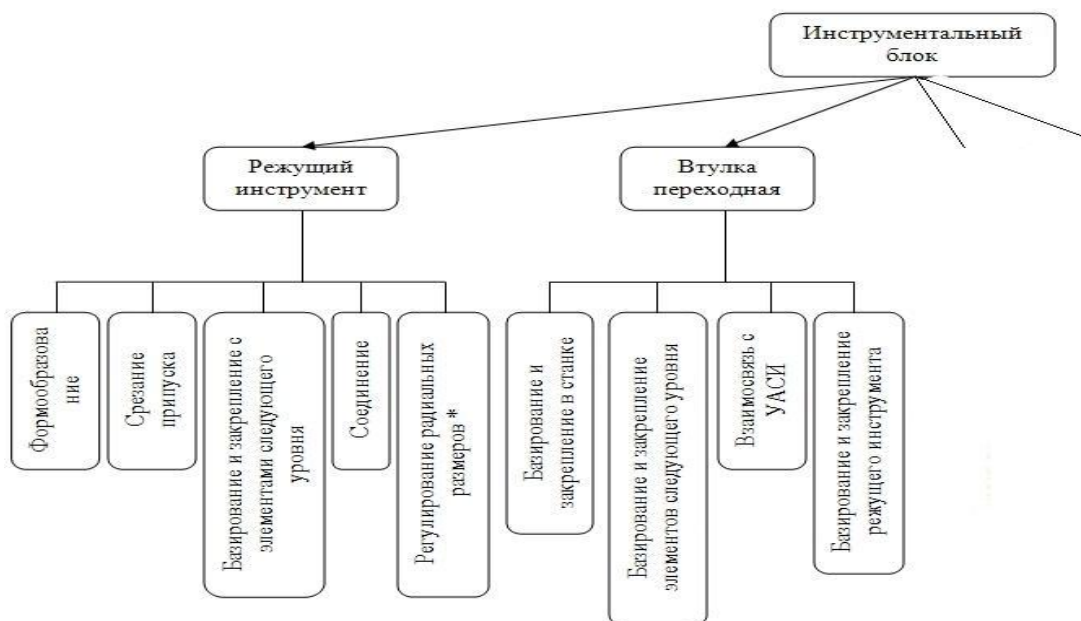
Наиболее полное описание конструкции объекта дает анализ, основанный на блочно-иерархическом разделении элементов и функций инструментальной оснастки. (рис.1). Данный анализ позволяет рассматривать объекты как системы и элементы систем. Структура объекта определяется функциональным назначением, свойствами элементов и способом их связи между собой в составе объекта. Построенная на основе структурно-параметрической схемы инструментального блока (ИБ) база данных вне зависимости от вида и типа инструмента, фирмы-изготовителя позволяет однозначно описать ВИ.

Выявить функциональное назначение инструментального блока и каждого его элемента в отдельности можно с помощью выделения конструкции ВИ и описания их связей. Функциональное описание отдельных частей конструкции и их связей, совместно со структурным анализом, делает возможным и проектирование ВИ.

С помощью выделения конструкций и параметров элементов инструментального блока создается «облако» возможных параметров ИБ, из которых возможно выделение параметров, необходимых для описания всех возможных элементов ИБ, что и будет являться основой для описания ИБ в базе данных.

Дополнительно в структуру базы данных включаются параметры ВИ, необходимые для информирования производственных подразделений (например складского хозяйства).

Выбор ВИ из базы данных соответствует общему алгоритму проектирования ИБ: выбор режущего инструмента – выбор оправки – выбор переходной втулки – выбор удлинителя (если того требуют ограничения по длине). - компоновка ИБ (осуществляется с учетом ограничений ,например, по массе).



* - только для осевых режущих инструментов

Рис.1. Фрагмент основных функций, реализуемых элементами инструментального блока

Результатом выбора по базе данных является «облако» возможных решений различных по структуре блоков и их параметров.

УДК 62-192

В.В. ЯКУНИН, А.А. МОРОЗОВ, В.П. ПУЧКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ СТАНКОВ С ЧПУ ТПК-125 В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Арзамасский политехнический институт, филиал
Нижегородского государственного технического университета
им. Р.Е. Алексева

Основной проблемой использования станков с ЧПУ в производстве является их ограничение по надежности, которая бывает двух типов: параметрическая надежность и безотказность станков. Проблема надежности – комплексная. Отказом называется нарушение нормальной работы станков и машин вследствие выхода из установленных пределов значений одного или нескольких параметров. Опыт производства и эксплуатации станков с ЧПУ выявляет главную проблему – получение заданной точности обработки, высокой надежности и сохранение начальных характеристик станков. В этой связи важным вопросом является обеспечение технологической надежности станков с ЧПУ, под которой понимается их свойство выполнять технологические процессы, сохраняя показатели качества обработки в течении требуемого промежутка времени. Обеспечение технологической надежности станка – сложная задача. Решить эту задачу

можно, опираясь на модель, описываемую процессом изменения параметров станка во времени, и учитывая как функциональные связи, и вероятностную картину явлений. Микроклимат, температура, влажность, запыленность цехов, где располагается механо-обработывающее производство с использованием станков с ЧПУ, значительно влияют на их эксплуатационную надежность. Основные причины, определяющие надежность изделия, связаны со случайными явлениями, для описания которых применяется математический аппарат теории вероятности. Отказ - это случайное событие, срок службы или наработка до отказа – случайная функция. Поэтому и показатели, применяемые для оценки безотказности изделия, имеют вероятностную природу. Основным показателем безотказности изделия является *вероятность безотказной работы* - вероятность того, что в заданном интервале времени или в пределах заданной наработки не возникает отказ изделия. *Интенсивностью отказов* называется вероятность возникновения отказа в единицу времени при условии, что до этого момента отказ не возник. Объектом исследования по оценке надежности и точности взяты станки ТПК-125 с различными системами ЧПУ, установленные в механическом цехе. В течении времени собрана информация, по данным которой выявлены такие параметры как безотказность работы, интенсивность отказов, наработка на отказ и многие другие. Также построено дерево отказов станка ТПК-125. В результате исследования установлены показатели надежности станка, наиболее часто отказываемые элементы, которыми являются ремонт привода, замена корректоров, сбой по электронике. Рассчитано количество необходимых запасных частей и даны рекомендации по периодическому планированию предварительных ремонтов.

СЕКЦИЯ 4

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Подсекция 4.1

Конструирование наземных транспортных средств

УДК 039

С.А. АРЕФЬЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение плавности хода гусеничных машин по снегу на основе комплекса экспериментально-теоретических исследований и опытно-конструкторских работ.

Плавность хода - эксплуатационное свойство ТС, определяющее его способность уменьшать воздействие от механических колебаний при движении по неровностям дороги на водителя, пассажиров, груз и агрегаты этого ТС.

Плавность хода гусеничной машины зависит от ровности дорожного покрытия (микропрофиль) и от качества подвески.

Правильным расчетом параметров подвески при определенных характеристиках микропрофиля дороги интенсивность колебаний гусеничной машины, движущегося по этой дороге, можно свести к тому уровню, который будет определять возможность длительного движения с эксплуатационными скоростями без неприятных ощущений или быстрой утомляемости людей и без повреждений перевозимого груза, т.е. удовлетворяющему требованиям к плавности хода гусеничной машины.

Практическая ценность: Разработанная математическая модель и метод расчета позволяют произвести оценку плавности хода гусеничных машин, наметить пути ее повышения и обосновать технические решения существенным образом повышающих плавность хода гусеничных машин.

В рамках работы было выполнено:

- Вывод уравнений движения многоосного автомобиля
- Произведены натурные испытания по определению микропрофиля грунтовой дороги.

В данной работе применен универсальный прямой метод измерения. Он представляет собой короткошаговое геометрическое нивелирование. При выполнении определенных условий замера ординат профиля АД (эти условия касаются точности замера ординат, величины шага замера, длины реализации) и определенной процедуре обра-

ботки информации можно на основании результатов нивелирования получить любые критерии оценки ровности дорожной поверхности любого уровня

- Получены критерии ровности дорожного покрытия.

В качестве критериев ровности используются величина и количество ординат неровностей, суммарная амплитуда колебания неподрессоренных масс и др.

- На основе полученных критериев составлена модель расчета вертикальных ускорений передаваемых на водителя, пассажиров и перевозимый груз.

Создана программа при помощи языка С++ учитывающая уравнений движения многоосного автомобиля и полученные значения критериев ровности дорожного покрытия.

- По результатам расчетов в программе С++, построен график вертикальных ускорений водителя в зависимости от времени.

- Произведена оценка соответствия полученных результатов по ГОСТ 12.1.012-90.

- Предложены мероприятия по увеличению плавности хода рассматриваемого объекта.

УДК 629.113

И.Е. АНУЧИН, А.Л. КУЛАГИН, К.О. ГОНЧАРОВ

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБВЕСА НА РАМЕ БОЛИДА КЛАССА FORMULA STUDENT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании автомобиля класса Formula Student важно предусмотреть рациональное крепление аэродинамического обвеса на пространственной раме болида. Согласно регламенту соревнований крепление должно быть быстросъемным, а минимальный радиус выступающих частей не должен быть меньше 1,5 мм. Крепления кузовных панелей осуществляют функцию соединения аэродинамического обвеса с каркасом безопасности. Комплекс кузовных панелей обеспечивает аэродинамику автомобиля, а в дополнении осуществляет защитную функцию пилота от внешней среды. Известно, что разработка элементов крепления включает в себя проработку компоновочной схемы взаимодействия каркаса рамы и кузовных элементов, с точки зрения требований регламента по обеспечению доступа к основным элементам автомобиля, что подразумевает мобильность при снятии компонентов аэродинамического обвеса.

Командой «AMigo» АМИ НГТУ был произведен анализ возможных конструкций креплений, существующих на данный момент (например, таких как быстросъемные элементы кузовных панелей (рис. 1) и самоклеющиеся застёжки). В работе предложен альтернативный вариант существующим конструкциям соединения, который не идет в противоречие с техническими требованиями регламента, но при этом обеспечивается простота изготовления и надежность соединения. Крепление панелей выполнено из недорогих и простых в изготовлении деталей, таких как шпилька с резьбой М6, дистанционная втулка (рис. 2), демпфирующая прокладка, шайба и колпачковая гайка.



Рис. 1. Быстросъемные элементы кузовных панелей

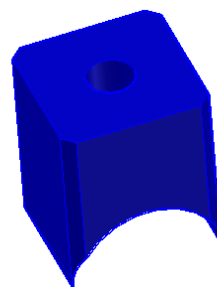


Рис. 2. Дистанционный элемент крепления

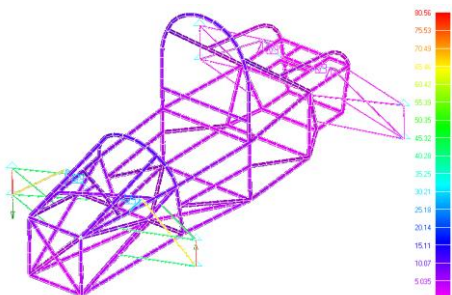


Рис. 3. Деформированный вид модели каркаса гоночного болида

Следует отметить, что при разработке крепления аэродинамического обвеса были учтены перемещения точек крепления на раме автомобиля при его движении. В ходе компьютерного моделирования условий нагружения каркаса болида методом конечных элементов (решатель MSC.NASTRAN) были получены линейные деформации пространственной рамы автомобиля, которые не превысили допустимых значений (рис 3).

УДК 629.113

А.М. БЕЛЯЕВ, Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.С. МАКАРОВ, В.В. БЕЛЯКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПРОФИЛЬНОЙ ПРОХОДИМОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В связи с изменением климата повышается риск возникновения пожаров во всем мире. В условиях развития данной проблемы во всех регионах нашей страны, особенно в Сибири, где большинство площади региона занимают леса, есть необходимость исследования эффективности специальных колесных машин, для уменьшения экономических и временных затрат на тушение пожаров. Для колесных машин, работающих в регионах, улучшение эксплуатационных, экономических и экологических показателей во многом достигается за счет совершенствования характеристик движителя и конструкции ТС. Развитие методов оценки показателей эффективности транспортных средств повышенной и высокой проходимости является необходимым условием научно обоснованного выбора типа колесной машины и ее движителя для работы в тяжелых дорожных условиях и на бездорожье.

В зависимости от функциональных требований применяются различные критерии оценки характеристик эффективности работы внедорожных транспортных средств. В их числе оценочные показатели предложенные Бабковым В.Ф. [1-2]:

$$\Pi = \varphi - f, \quad (1)$$

$$\lambda_c = \frac{V}{V_p}, \quad (2)$$

$$\lambda_T = \frac{G_{TP}}{G_{TPP}}, \quad (3)$$

$$\lambda_{\varepsilon} = \frac{Q}{Q_p}, \quad (4)$$

$$\lambda_p = \frac{N}{N_p}, \quad (5)$$

где Π – показатель проходимости; φ – коэффициент сцепления; f_k – коэффициент сопротивления движению; $\lambda_{c,t,\varepsilon,p}$ – коэффициенты скорости, грузоподъемности, экономичности, работоспособности; V, G, Q, N – скорость движения машины, грузоподъемность, расход топлива при движении по участку местности, пропускная способность; индекс « p » обозначает движение по дорогам с усовершенствованным покрытием.

Для характеристики эффективности внедорожного транспортного средства по реализации мощности двигателя в мощность на крюке Дж. Вонг [3] предложил использовать коэффициент тяговой эффективности.

Он определяется как отношение мощности на крюке P_d к соответствующей мощности P , вырабатываемой двигателем:

$$\eta_d = \frac{P_d}{P} = \frac{F_d V}{P} = \frac{(F - \sum R) V_t (1 - i)}{P}, \quad (6)$$

где V и V_t – действительная и теоретическая скорости машины соответственно, F – тяговая сила, $\sum R$ – результирующая сила сопротивления движению, i – коэффициент буксования. Теоретическая скорость – это скорость машины при отсутствии пробуксовки, определяемая частотой вращения коленчатого вала двигателя, передаточным отношением трансмиссии и радиусом колеса.

Разработка методики и оценка влияния параметров движителей и конструкции машины на показатели эффективности при движении по тяжелому бездорожью, с целью повышения профильной проходимости, основывается на ряде показателей, характеризующих как машину, так и среду с которой машина взаимодействует. С точки зрения общей механики среда, с которой взаимодействует машина, является местность и состоит из таких компонентов, как грунты, почвы, озера, реки, растительность, озера и реки, искусственные и естественные препятствия и т.д. Основные проблемы движения колесной машины по пересеченной местности создают растительность, рвы, эскарпы и водные препятствия.

Список литературы

1. Бабков В.Ф. Образование колеи при движении автомобиля // Труды совещания по проходимости колесных и гусеничных машин по целине и грунтовым дорогам. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – С. 94 – 115.
2. Бабков В.Ф., Бируля А.К., Сиденко В.М. Проходимость колесных машин по грунту. – М.: Автотрансиздат, 1959. – 189 с.
3. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. – М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.

УДК 629.113

Д.А. БУТИН, А.В. ТУМАСОВ

ПРОЕКТИРОВАЧНЫЙ РАСЧЕТ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ С МАЯТНИКОВЫМИ РЫЧАГАМИ ДЛЯ БОЛИДА КЛАССА FORMULA STUDENT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При компоновке рулевого управления спортивного автомобиля класса Formula Student необходимо решить комплексную инженерную задачу, обусловленную наличием нескольких жестких требований, предъявляемых к рулевому управлению в соответствии с регламентом соревнований, необходимостью обеспечения требуемой кинематики поворота управляемых колес, а так же создания эргономичного места пилота. Одним из рациональных решений этой задачи является использование рулевого управления типа шестерня-рейка с маятниковыми рычагами (рис 1). Основное преимущество такой схемы это удобное расположение ее элементов относительно кокпита, отсутствие карданной передачи и возможность использования дисков малого радиуса. К недостаткам конструкции относится относительно большое количество шаровых соединений.

В работе выполнялся силовой анализ рулевого управления, по результатам которого были определены усилия, действующие на элементы конструкции в различных условиях эксплуатации. Полученные значения усилий использовались для прочностных расчетов деталей рулевого управления.

Использовались аналитические методы расчета, основанные на теории сопротивления материалов, а также методы компьютерного моделирования условий нагружения (метод конечных элементов, решатель MSC.NASTRAN). Расхождение результатов расчетов (аналитического и компьютерного) не превышает 10%, что является приемлемым. Все элементы рулевого управления отвечают требованиям прочности, поскольку максимальные значения возникающих эквивалентных напряжений не превышают допустимых значений (рис. 2).

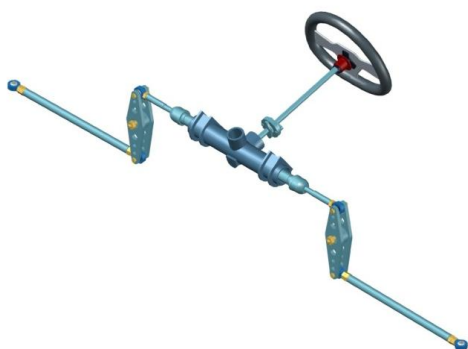


Рис. 1. Схема рулевого управления типа шестерня-рейка с маятниковыми рычагами

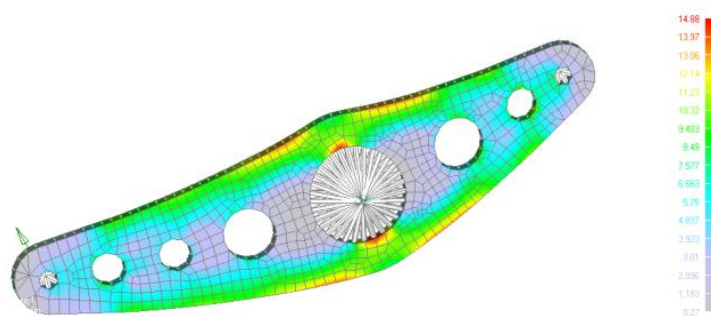


Рис. 2. Характер распределения эквивалентных напряжений по элементам коромысла рулевого управления ($\sigma_{\max} = 14\text{МПа}$)

УДК 629.113

Д.А. БУТИН, И.Е. АНУЧИН, С.Ю. КОСТИН, В.В. БЕЛЯКОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ТЯГОВОЙ ДИНАМИКИ
ГОНОЧНОГО БОЛИДА КЛАССА FORMULA STUDENT
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

На стадии проектирования автомобиля, когда еще нет опытного образца, достаточно сложно оценить его эксплуатационные характеристики. В этой связи важную роль играют расчетные методы, позволяющие смоделировать поведение виртуального автомобиля в различных ситуациях, имитирующих реальные дорожные условия.

В данной работе исследовались эксплуатационные свойства гоночного болида класса Формула Студент с использованием программы SDK Simulation (рис. 1). При создании виртуальной модели автомобиля в программу задавались параметры конструкции, определяемые по существующим эскизам и чертежам. Виртуальные испытания проводились на виртуальном полигоне (рис. 2), соответствующему реальному треку, на котором проводятся тестовые испытания болидов.



Рис. 1. Виртуальная модель автомобиля

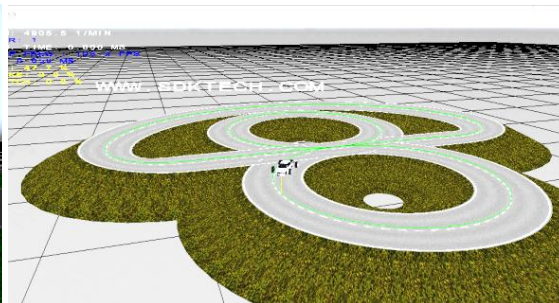


Рис. 2. Модель трассы Skid-Pad

Оценка свойств активной безопасности автомобиля проводилась в условиях движения модели по трассе Skid-Pad “восьмерка”. Основная задача таких испытаний заключается в определении максимального (предельного) бокового ускорения, с которым автомобиль может двигаться в повороте, сохраняя при этом устойчивое криволинейное движение.

Оценка тягово-скоростных свойств автомобиля проводилась в условиях движения по трассе, полностью повторяющей трассу Нижегородского кольца. Основная задача этого испытания заключалась в определении минимального времени прохождения круга.

Результаты расчетов позволили положительным образом оценить свойства активной безопасности и тяговой динамики гоночного автомобиля, разработанного в СКБ «Формула-Студент» АМИ НГТУ.

Предстоящие дорожные испытания опытного образца гоночного болида позволят оценить адекватность разработанной виртуальной модели и проверить правильность принятых конструктивных параметров.

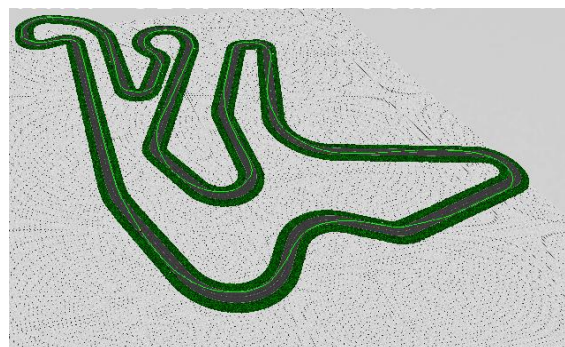


Рис. 3. Виртуальная модель гоночной трассы «Нижегородское кольцо»

УДК 629.113

А.А. ВАСИЛЬЕВ, С.Ю. КОСТИН, А.В. ТУМАСОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ АВТОПОЕЗДА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Исследование эксплуатационных свойств транспортных средств является важной задачей на этапах проектирования, доводки и сертификации. Все большее значение при выполнении подобных работ приобретает имитационное моделирование, представляющее собой процесс конструирования на ЭВМ модели автомобиля,

функционирующей во времени, и постановки виртуальных экспериментов на этой модели с целью исследования влияния отдельных параметров на различные свойства: тяговую динамику, маневренность, управляемость, устойчивость, тормозные свойства и др.

В данной работе исследуются тормозные свойства автопоезда в составе тягача КамАЗ-65116 и полуприцепа НЕФАЗ-93345-0000013-01. Полная масса автопоезда составляет 37850 кг. В качестве инструмента виртуального моделирования выбран программный комплекс SDK-Simulation, позволяющий имитировать различные условия движения транспортного средства, типовые участки дорог (прямолинейные и криволинейные участки, косогор, спуск или подъем (рис. 1) и др.), а также выводить результаты моделирования в удобном для анализа формате: видеоролики, графики, таблицы.



Рис. 1. Имитация движения автопоезда на подъеме в программе SDK-Simulation

Целью работы являлся анализ применимости пакета SDK-Simulation для исследования тормозных свойств автопоезда по аналогии с условиями проведения сертификационных испытаний по требованиям Правил ЕЭК ООН №13. В виду того, что программа SDK-Simulation не позволяет учитывать изменение эффективности тормозных механизмов при их нагреве, моделировались только испытания типа 0 (замедление с «холодными» тормозами).

По результатам моделирования оценивались тормозной путь и замедление автопоезда при торможении на прямолинейном участке. При этом исследовалось влияние коэффициента сцепления колес автопоезда с дорогой на параметры процесса торможения. Возможности программы SDK-Simulation позволили также имитировать торможение автопоезда в условия выхода из строя одно из контуров тормозной системы, а также при торможении на миксте с включенной и отключенной антиблокировочной системой (АБС).

В ходе исследования было установлено, что функционал программы SDK-Simulation позволяет имитировать условия торможения, аналогичные реальным сертификационным испытаниям, а результаты моделирования могут быть использованы для предварительной оценки тормозных свойств автопоезда на этапе его проектирования.

УДК 629.113

Е.Г. ДЕНИСЕНКО

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ СНЕГА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Многолетние исследования движения транспортно-технологических машин по снегу показывают, что физико-механические свойства опорного основания существенно влияют на их проходимость. Одну из главных ролей в процессе взаимодействия движителя транспортного средства со снежным полотном играет жесткость снега, которая определяет силу сопротивления качению.

Исследования В.И. Панова, И.В. Крагельского, А.А. Шахова показали, что величина коэффициента жесткости зависит от состояния снежного покрова [1]. Так, например, изменение плотности в 1,5 раза приводит к изменению коэффициента жесткости в 5 раз, а при одинаковой плотности, но различной структуре и температуре снега, коэффициенты жесткости могут отличаться более чем в 7 раз [2].

Для определения жесткости снега в НГТУ создана установка (рис. 1, 2), основными элементами которой являются шток со штампом (поз. 1), цепная передача (поз. 2), червячный редуктор (поз. 3). Привод установки осуществляется электродвигателем (поз. 4) мощностью 1 кВт. При помощи цепной передачи через червячный редуктор штамп опускается на поверхность снежного покрова. Скорость перемещения штока изменяется за счет варьирования числа оборотов двигателя. Величина осадки снежного покрова и нагрузка фиксируется при помощи датчика перемещения DP-1000E (поз.5) и универсального динамометра ДДУ-3-ИИ (поз.6), подключенных к высокоскоростному портативному динамическому тензометру DC-204R. Программное обеспечение DC-204R позволяет вывести на монитор ПК результаты измерений в режиме реального времени (рис. 3). По величине приложенной нагрузки подсчитывается давление на опорную поверхность, а затем с учетом величины деформации снежного покрова определяется коэффициент жесткости.

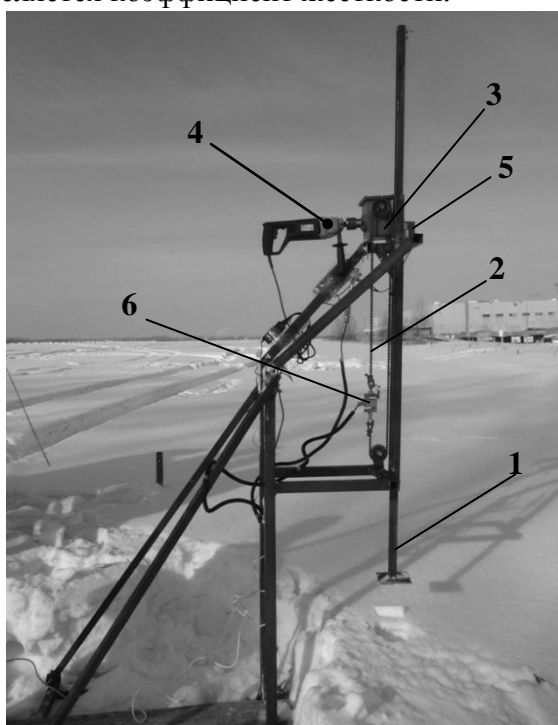


Рисунок 1 - Установка для определения коэффициента жесткости снега при проведении экспериментальных исследований

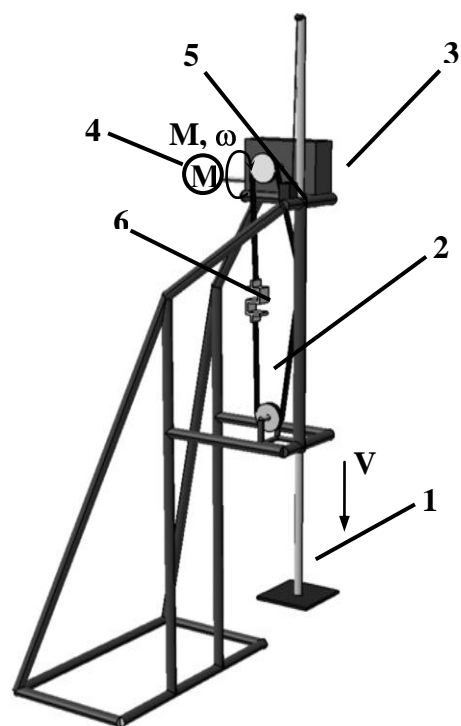


Рисунок 2 - Схема установки для определения коэффициента жесткости снега

С использованием разработанной установки были проведены экспериментальные исследования коэффициента жесткости снега при различной структуре и температуре, в которых участвовали сотрудники НГТУ: А.Н. Блохин, А.М. Носков и др.

На рисунке 4 представлена экспериментально полученная зависимость осадки снега от нагрузки в период весеннего снеготаяния при температуре окружающего воздуха $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ для снежного покрова глубиной $H=70\text{ см}$ и плотностью $\rho=0,34\text{ г/см}^3$. Мак-

симальная величина деформации снега, полученная в результате эксперимента, h_{\max} составила 45 см.

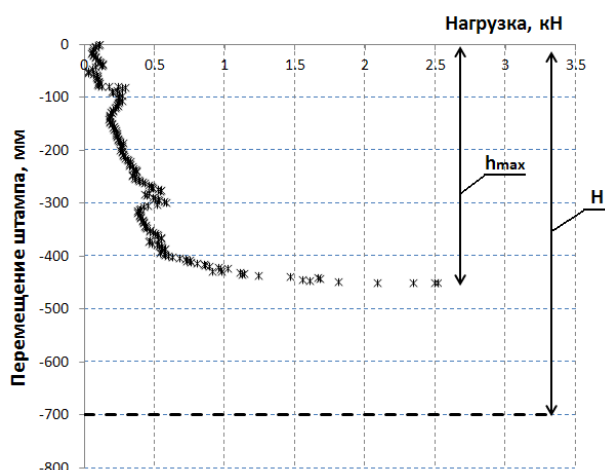


Рисунок 3 – Полученные экспериментальные данные

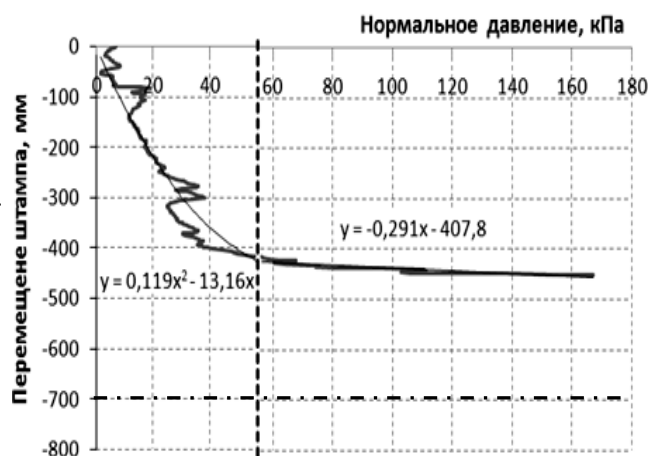


Рисунок 4 – Зависимость деформации снега от нормальной нагрузки

Как видно на графике, полученная экспериментальная зависимость деформации снега (y) от нормального давления (x) с достаточной степенью точности аппроксимируется системой уравнений вида:

$$y = \begin{cases} 0,119 \cdot x^2 - 13,16 \cdot x, & \text{при } 0 \leq x \leq 56 \text{ кПа,} \\ -0,291 \cdot x - 407,8, & \text{при } 56 < x \leq 167 \text{ кПа.} \end{cases}$$

Из вышесказанного следует:

1. Величина коэффициента жесткости варьируется в широких пределах в зависимости от состояния снежного покрова, поэтому для моделирования процесса взаимодействия движителя транспортного средства со снежным покровом необходимо проводить экспериментальные исследования по определению коэффициента жесткости в конкретных условиях движения.
2. Разработана и создана экспериментальная установка для определения коэффициента жесткости снега, на которой с высокой точностью определяются величины деформации снега и нормальной нагрузки.
3. В результате проведенных исследований с использованием разработанной экспериментальной установки получены коэффициенты жесткости для различных состояний снега.

Список литературы

1. Рукавишников С.В. Снегоходные машины/Л.В. Барахтанов, В.И. Ершов, А.П. куляшов. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1986. – 191 с.
2. Донато И.О. Проходимость колесных машин по снегу. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 – 231 с.

УДК 629.113

Р.В. ДЕУНАЖЕВ, А.Л. КУЛАГИН, К.О. ГОНЧАРОВ

СОЗДАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» ПОСРЕДСТВОМ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Быстрое прототипирование - технология создания опытных образцов или рабочих моделей в кратчайшие временные сроки. Технологии построения трехмерных объектов могут быть представлены несколькими видами:

1) послойное нанесение материала при изменении фазового состояния вещества в ограниченном объеме модели пространстве;

2) путем послойного удаления материала (точение, фрезерование, электроэрозионная обработка);

3) изменение формы заготовки путем деформации (ковка, штамповка, прессовка).

Для изготовления мастер-модели аэродинамического обвеса спортивного автомобиля класса «Формула Студент» был выбран способ с использованием промышленного робота KUKA с установленным фрезерным комплексом для пространственной фрезерной обработки заготовок KUKA Milling (рис. 1). Данный комплекс предназначен для решения различных задач, связанных с изготовлением производственной оснастки из легкообрабатываемых материалов: древесина, пластик, гипс.



Рис. 1. Роботизированный фрезерный комплекс KUKA Milling



Рис. 2. Обработка заготовки оснастки для создания аэродинамического обвеса

Ключевым этапом в технологии быстрого прототипирования является создание трехмерной компьютерной (CAD) модели будущего изделия, совместимой с программным обеспечением фрезерного комплекса. Данный этап позволяет с минимальными затратами на ресурсы и небольшой трудоемкостью процесса создать трехмерную модель изделия, оценить эргономику и дизайн, провести компьютерный анализ аэродинамических и прочностных характеристик, а также при необходимости внести корректирующие изменения в конструкцию с целью улучшения функциональности рабочей модели.

Следующим этапом является непосредственно механическая обработка заготовки по компьютерной модели (рис. 2). Полученная мастер-модель служит пуансоном для обтяжки стеклотканью (армирующий материал), предварительно пропитанной полиэфирной смолой. Таким образом, при помощи технологий быстрого прототипирования оказывается возможным в достаточно короткие сроки и с минимальными ресурсными и трудовыми затратами получить изделие с достаточной точностью копирующее математическую компьютерную модель.

УДК 629.113

Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.В. БЕЛЯКОВ, В.Н. КРАВЕЦ

РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОТ СМЯТИЯ СНЕГА С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЙ В КОНТАКТЕ КОЛЕСА МАШИНЫ С ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Причиной наибольших энергозатрат на передвижение по снежной целине является сопротивление, обусловленное деформацией снежного полотна пути колесом машины. Поэтому повышение точности определения сопротивления от смятия снега является важной исследовательской задачей.

Совместно с исследователями из Научно-исследовательской лаборатории транспортных интеллектуальных систем (НИЛ ТИС НГТУ) проведены эксперименты по определению распределения нормальных давлений в зоне контакта колес различных по назначению и грузоподъемности транспортных средств с опорной поверхностью при изменяющихся внутренних давлениях воздуха в шинах. На основании обработки полученных трехмерных эпюр произведена количественная оценка неравномерности распределения давлений в контакте шин с дорогой. В качестве оценочного параметра, характеризующего отклонение максимального давления в контакте от среднего, принимается коэффициент неравномерности. Диапазоны значений коэффициентов неравномерности для исследованных шин представлены вместе с основными параметрами пневмоколесных движителей в табл. 1.

Таблица 1

Обобщающие параметры колесных движителей

Тип шин Параметры	Шины с регулируемым давлением	Шины сверхнизкого давления	Сельскохозяйственные шины	Грузовые шины
Диапазон нагрузок, кН.	15-45	4-17	10-50	9 – 50
Диапазон внутренних давлений, МПа	0,1-0,75	0,01-0,1	0,045-0,24	0,2 – 0,75
Наружный диаметр, м	0,9 – 1,4	0,9 – 1,7	0,9 – 1,7	0,9 – 1,4
Коэффициент ширины шины B/D	0,25-0,36	0,32-0,54	0,25 – 0,62	0,25 – 0,35
Коэффициент неравномерности, k	1,1-1,35	1,13 – 1,61	1,42 – 1,91	1,34 – 1,42

Сила сопротивления, обусловленная деформацией снежного полотна пути колесом машины, вычисляется по зависимости:

$$F_{fc} = b\gamma h_{\max}^2 \left(-\ln \left(\frac{\gamma h_{\max}}{\gamma h_{\max} + kq_{cp}} \right) - \frac{kq_{cp}}{\gamma h_{\max} + kq_{cp}} \right), \quad (1)$$

где k – коэффициент неравномерности, b – ширина колеса, γ – коэффициент начальной жесткости снега, h_{\max} – коэффициент, характеризующий величину деформации снега при давлениях, соответствующих максимальному уплотнению, q_{cp} – среднее давление колес на опорную поверхность.

В результате проведенных исследований установлено, что расхождения между расчетной величиной сопротивления от смятия снега без учета неравномерности распределения давлений в контакте шины с опорной поверхностью и результатом расчета сопротивления с учетом полученных коэффициентов неравномерности для различной глубины и плотности снежного покрова могут составлять от 25 до 70%.

Исследования выполнены в рамках работ по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых.

УДК 629.113

Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.С. МАКАРОВ, А.В. ПАПУНИН, А.М. БЕЛЯЕВ, В.В. БЕЛЯКОВ

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ШАССИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИН ПО СНЕГУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

При разработке транспортных машин для заснеженной местности проектировщик задается вопросом обеспечения необходимого уровня проходимости машины. Незнанием моментом при проектировании колесных машин является расчет эффективности их движения по снегу. Под эффективностью следует понимать обобщающий показатель, характеризующий отношение результатов деятельности к затратам на их получение. Принимая во внимание, что создание энергоэффективной техники соответствует приоритету развития науки и техники Российской Федерации (Федеральный Закон от 28.09.2010 г. № 244), проводимое исследование является актуальным.

Рациональным критерием оценки эффективности колесных машин при движении по снегу является показатель, определяемый как отношение транспортной производительности к соответствующей входной мощности системы:

$$\eta_{эфф} = \frac{(m_T g) \cdot V}{P_e}, \quad (1)$$

где m_T – масса перевозимого груза; V – скорость транспортного средства; P_e – потребляемая мощность двигателя машины.

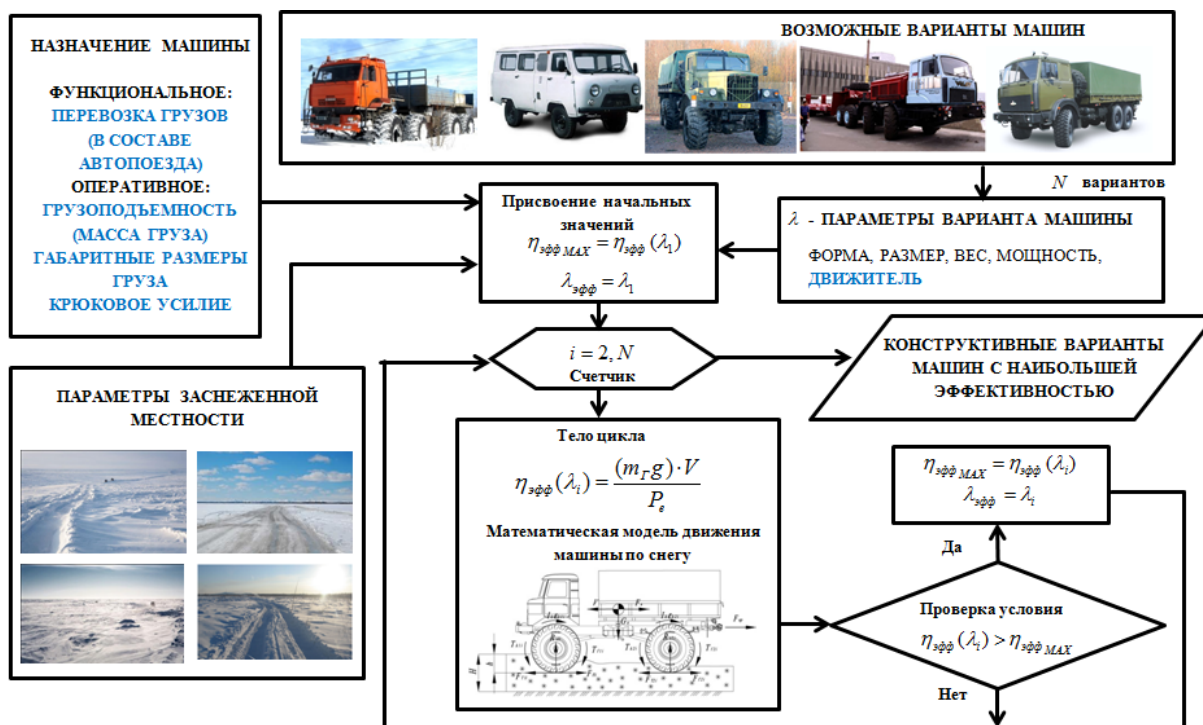


Рис. 1. Методика выбора эффективной конструкции машины

Показатель эффективности характеризует насколько меньше потребная мощность двигателя у более эффективной машины из двух машин с одинаковой производительностью. Таким образом, на стадии проектирования конструктор в зависимости от условий эксплуатации должен выбрать такую конструктивную конфигурацию машины (рис. 1.), которая обеспечит заданную производительность при минимальном потреблении энергии.

Исследования выполнены в рамках работ по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых.

УДК 629.113

Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.С. МАКАРОВ, А.В. ПАПУНИН, К.О. ГОНЧАРОВ, В.В. БЕЛЯКОВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИН ПО СНЕГУ ПУТЕМ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение эффективности колесных машин (КМ) при движении по снегу может быть достигнуто за счет усовершенствования конструкции как самой машины, так и ее движителя. Разработка методов выбора конструкционных параметров движителей на основе расчетной оценки эффективности движения колесных машин в условиях заснеженной местности представляется важной исследовательской задачей, решение которой позволит модернизировать существующие и создавать новые КМ с более высоким уровнем эффективности.

Теоретической основой для поиска рациональных параметров движителей является математическая модель движения полноприводной машины по снегу с учетом неравномерности распределения давлений в контакте шины с полотном пути.

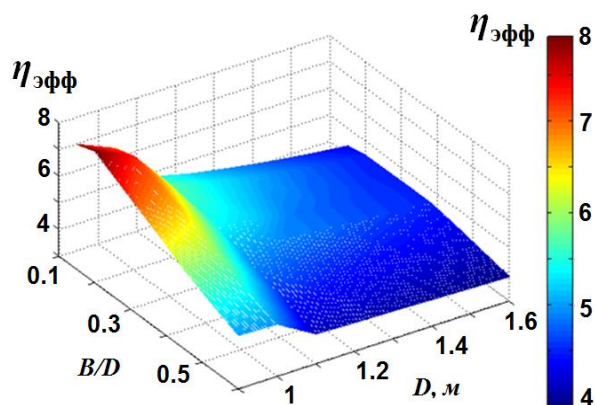


Рис. 1. Поверхность, характеризующая изменение эффективности $\eta_{эфф}$ машины ($m_a=11$ т) в зависимости от диаметра колеса D и коэффициента ширины шины B/D при движении по снегу высотой $H=0,25$ м («снег-3»)

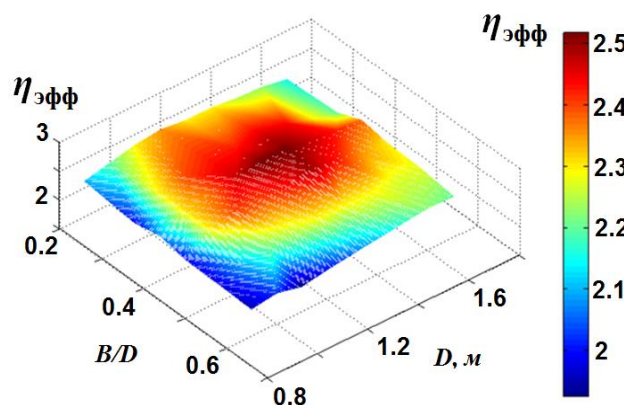


Рис. 2. Поверхность, характеризующая изменение эффективности $\eta_{эфф}$ машины ($m_a=6,5$ т) в зависимости от диаметра колеса D и коэффициента ширины шины B/D при движении по снегу высотой $H=0,5$ м («снег-1»)

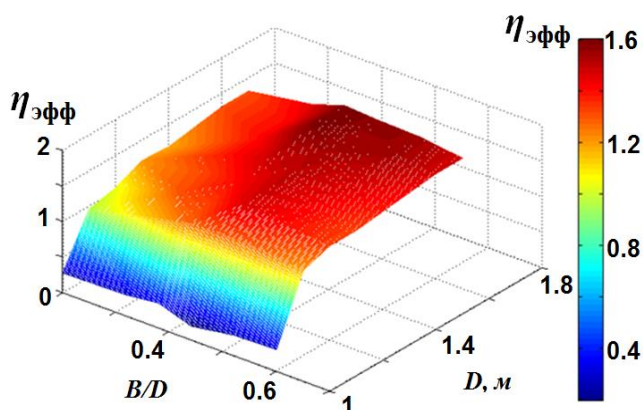


Рис. 3. Поверхность, характеризующая изменение эффективности $\eta_{эфф}$ машины ($m_a=6,5$ т) в зависимости от диаметра колеса D и коэффициента ширины шины B/D при движении по снегу высотой $H=0,7$ м («снег-1»)

рамках работ по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых.

На рис. 1-3 представлены примеры поверхностей, характеризующих изменение эффективности в зависимости от диаметра колеса при разных коэффициентах ширины шины. Данный подход позволяет охватить весь диапазон возможных конструктивных параметров пневмоколесных движителей.

На основании анализа данных поверхностей предложены обоснованные рекомендации по выбору конструктивных параметров движителей, способствующих повышению эффективности движения колесных машин по снежному покрову. Исследования выполнены в

УДК 629.113

П.П. ЗУБОВ, В.С. МАКАРОВ

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ТЕЧЕНИЕ ЗИМЫ И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА ПРОХОДИМОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Известно, что возможность движения транспортных средств по снегу определяется характеристиками опорного основания.

Если собрать данные за зиму, то можно оценить степень приспособленности транспортных средств (ТС) к изменяющимся условиям в течение рассматриваемого периода.

Изменение данных по высоте снежного покрова, а также температуре и осадкам в течение сезона показан на рис. 1.

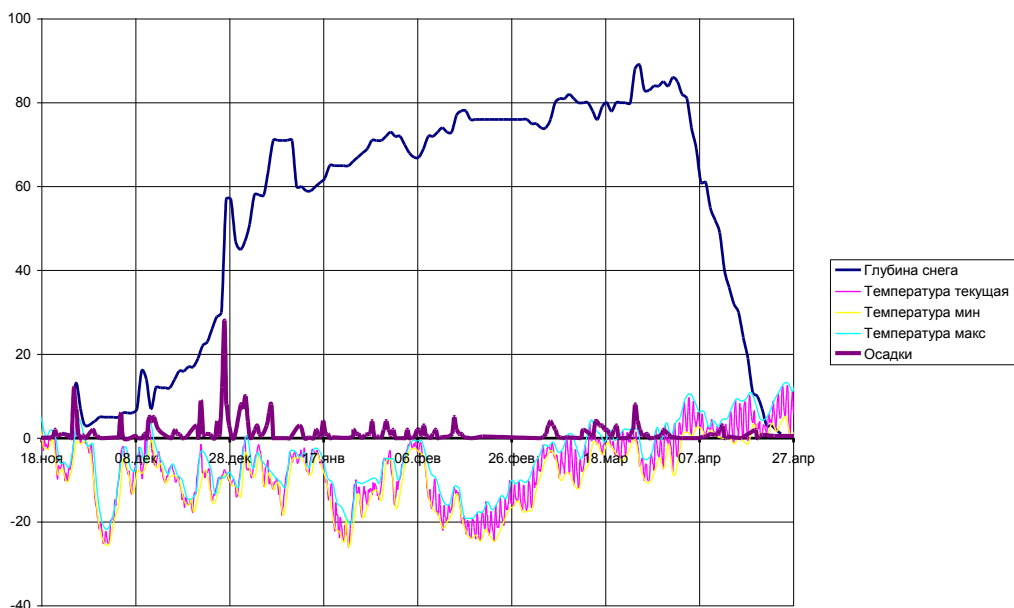


Рис. 1 Изменение глубины снега, температуры и количество осадков в течении зимы

Так как в теории проходимости машин по снегу принято в качестве критерия проходимости рассматривать предельную глубину снежного покрова, то найдя остальные необходимые параметры, а именно плотность, начальную жесткость, связность и угол внутреннего трения снега можно определить проходимость машины в течение зимы.

Пример диаграмму возможного времени в течение зимнего сезона, при котором возможно осуществление транспортно-технологических операций для 3 различных машин показан на рис.2.

На представленной диаграмме наглядно показаны те промежутки времени, в которые невозможно эксплуатировать рассматриваемые транспортные средства с точки зрения потери проходимости.



Рис.2. Диаграмма «проходимости» ТС в течение зимы

Подобные диаграммы можно сделать для различных зимних периодов, основываясь на экспериментальных данных. Показателями могут быть: продолжительность, снежность, частота дождей, морозность, интенсивность таяния. Так, например, на данной диаграмме приведена типичная морозная зима, без значительных оттепелей и обильными снегопадами, а также с быстрым интенсивным таянием снега.

Данные исследования проведены при поддержке «грантов Президента РФ».

ЦИФРОВАЯ ПРИБОРНАЯ ПАНЕЛЬ. СЧИТЫВАНИЕ СИГНАЛОВ С ДАТЧИКОВ ДВИГАТЕЛЯ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Приборная панель является устройством отображения информации о режимах работы и движения автомобиля. С помощью этого устройства водитель контролирует состояние автомобиля, следит за наиболее важными показателями: скорость, обороты двигателя, температура и др. В спортивном автомобиле также используются приборные панели, однако, несколько отличающиеся от обычных. Из-за отсутствия достаточного пространства они более компактны, чем панель обычного автомобиля, позволяют контролировать большее количество показателей и отображать их на индикаторах.

Для болида класса «Формула студент» большинство спортивных команд используют обычную мотоциклетную панель, которая не всегда геометрически либо эстетически подходит на место за рулевым колесом, поскольку адаптирована под руль мотоцикла. В связи с этим для болида AMIgo1 СКБ Formula Student НГТУ им. Р.Е. Алексева была разработана цифровая приборная панель на базе микроконтроллера фирмы Atmel, отображающая информацию на светодиодных индикаторах (рис. 1).

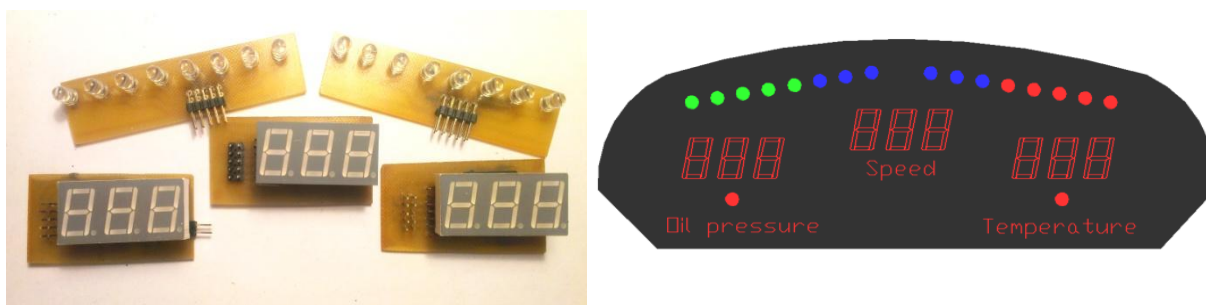


Рис.1. Внешний вид панели и индикаторы

Данное устройство считывает основные показатели (скорость автомобиля, обороты коленчатого вала двигателя, температура охлаждающей жидкости, состояние нейтральной передачи в КПП, давление моторного масла) непосредственно с датчиков, установленных на двигателе. Так как сигналы датчиков используются ЭБУ для управления двигателем, то возникает сложность в интеграции панели в общую электрическую систему с точки зрения возможных помех корректной работы ЭБУ. Также сложность заключается в адаптации сигналов датчиков к сигналам, которые распознает контроллер.

В качестве примера рассмотрим показания оборотов коленчатого вала двигателя. Обычно эти показания считываются с датчика положения коленчатого вала с использованием индукционного двухпроводного датчика, с выхода которого снимается сигнал практически синусоидальной формы амплитудой от 0,2 до 200 В. Поскольку контроллер воспринимает сигналы только амплитудой от 0 до 5 В, то необходима установка преобразователя сигнала датчика в импульсы амплитудой до 5 В (рис. 2). Данное устройство представляет собой компаратор на базе операционного усилителя с фильтром и ограничителем напряжения. Особого внимания здесь заслуживает подбор емкости конденсаторов на входе. Основная их задача – отфильтровать входной сигнал от помех и шума, при этом не изменяя форму входного сигнала. Диаграмма работы данного узла

показана на графике (рис. 2). С помощью данного устройства можно подключаться к датчика параллельно с другими устройствами, не мешая их работе.

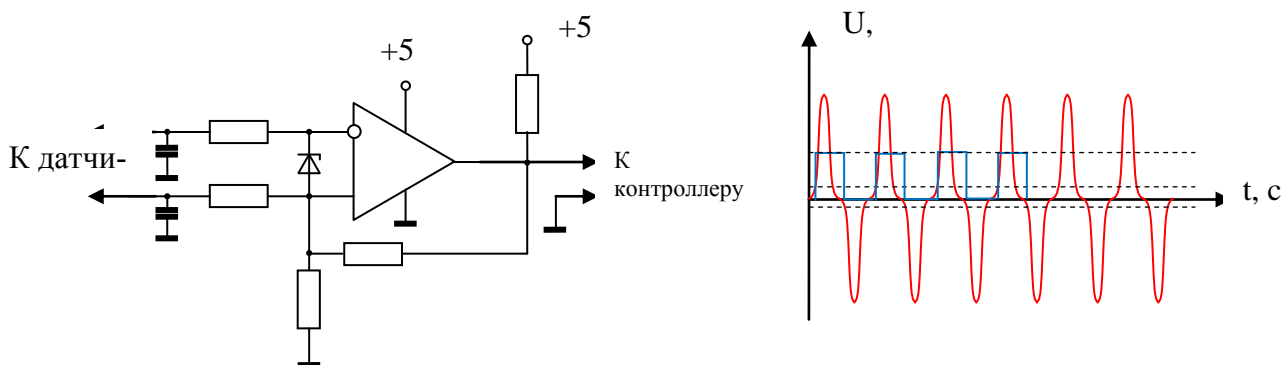


Рис. 2. Схема компаратора и диаграмма работы

Скорость двигателя считывается с датчика Холла, установленного в КПП. Данный датчик представляет собой трехпроводной сенсор, выдающий примерно шесть импульсов на 1 метр пути. Амплитуда импульсов составляет 5В. Для безопасной работы показания данного датчика считываются через оптопару.

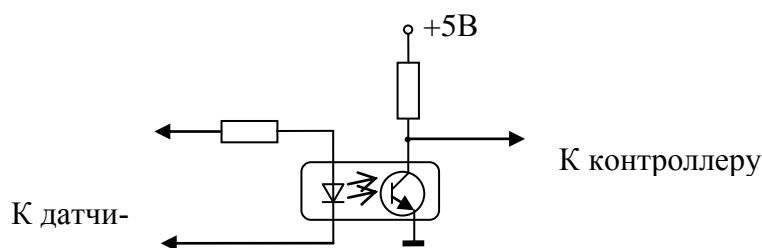


Рис. 3. Опторазвязка для импульсного датчика Холла

С помощью данной схемы можно считывать и показания дискретных датчиков (таких как датчик нейтрали КПП, датчик давления и др.), завязанных на общую точку. Вариант реализации представлен на рис. 4.

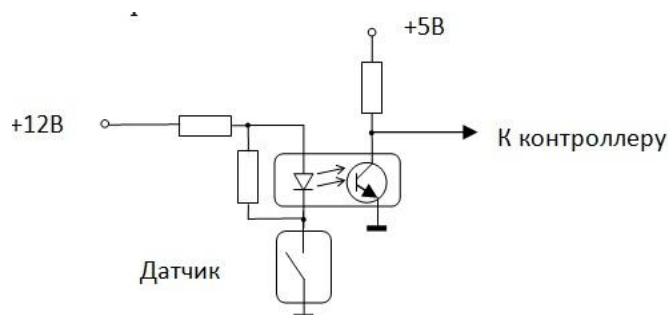


Рис.4. Опторазвязка для дискретных датчиков, подключенных к «массе»

Преимущество данных схем заключается в гальванической развязке между входной и выходной цепями (цепи с напряжением 12В и 5В). Таким образом, практически полностью исключается опасность короткого замыкания и выгорания элементов при скачках напряжения питающей сети. С помощью данных узлов также можно параллельно подключаться к датчикам, не нарушая работы остальных устройств.

На практике данные устройства показали стабильную работу, при этом их внедрение в схему ЭБУ не вызвало нарушений в процессе работы ЭБУ и двигателя, а показания оказались точными и динамичными на всем рабочем диапазоне.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ СКОРОСТЕЙ БОЛИДА FORMULA STUDENT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Во время движения автомобиля соотношение между скоростями вращения коленчатого вала двигателя и ведущими колесами, изменение крутящего момента на ведущих колесах автомобиля, длительное разъединение двигателя и трансмиссии, получение возможности заднего хода производит коробка перемены передач, управление которой может осуществляться несколькими способами.

На гоночных болидах Formula student используются такие способы переключения скоростей, как ступенчатые, бесступенчатые коробки, вариаторы. В качестве привода к КПП используются гидравлические (рис.1), механические (рычажные и тросовые) (рис.2), электрические, гидромеханические системы. Специфика переключения скоростей на спортивном автомобиле состоит в необходимости быстрого и четкого включения передач, легкости управления КПП и надежности привода переключения.



Рис.1. Гидравлическая система переключения скоростей



Рис.2. Механическая тросовая и рычажная система переключения скоростей



Во время разработки системы переключения передач на спортивном автомобиле Amigo1 СКБ Formula Student НГТУ им. Р.Е. Алексева был поставлен ряд задач и требований, которым должна удовлетворять система. Исходя из соображений экономии материалов и снижения веса автомобиля, командой было решено создать электромеханическую систему переключения скоростей. Одним из основных элементов системы является сервопривод (рис.3), которой приводится в действие электрическим импульсом. Подача импульса осуществляется в необходимый момент времени водителем при помощи подрулевых переключателей.

Проектирование системы переключения передач связано с особенностями конструкции мотоциклетного двигателя гоночного автомобиля. Рассматривая в качестве рабочего образца двигатель Yamaha YZF-R6 с заводской коробкой переключения передач, было установлено, что в связи с наличием на выходном валу КПП коромысла с шаровым шарниром, необходимо разработать способ закрепления сервопривода и его сочленения с выходным валом КПП таким образом, чтобы обеспечить возможность передачи крутящего момента для переключения скоростей.

С целью исключения ошибок во время изготовления деталей и ускорения процесса проектирования была разработана 3D-модель коромысла (рис. 4), пластины крепления сервопривода (рис. 5) к корпусу двигателя, ряд вариантов соединения сервопривода с коромыслом с помощью программного пакета AutoCAD. Пластина крепления сервопривода для упрощения конструкции предусматривает свое закрепление в штатных свободных местах установки навесного оборудования двигателя. В качестве материала пластины выбрана сталь, способ обработки – гидроабразивная резка металлов.

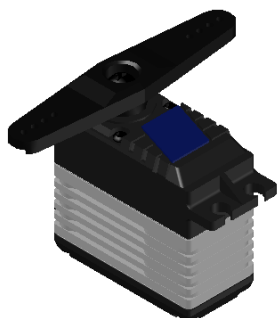


Рис.3. Сервопривод управления КПП

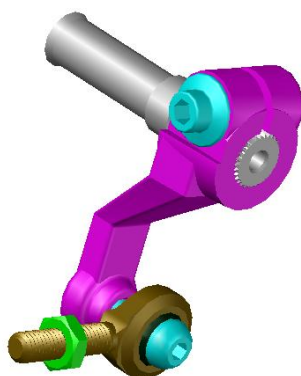


Рис.4. Коромысло

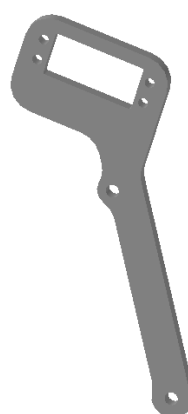


Рис.5. Пластина крепления сервопривода

Отдельным этапом разработки системы переключения передач стало проектирование соединения рычага соединения сервопривода с коромыслом, закрепленным жестко на выходном валу управления КПП. Исходя из расположения сервопривода относительно двигателя, были получены углы поворота выходного вала КПП и рычага сервомашин (10° и 21° при правом вращении, 15° и 33° при левом вращении относительно нейтрального положения вала). Минимальное значение плеча рычага для передачи необходимого усилия от сервомашин на рычаг КПП составило 20 мм.

Во время проектирования были разработаны несколько вариантов соединения, первый из которых представлен на рис.6.

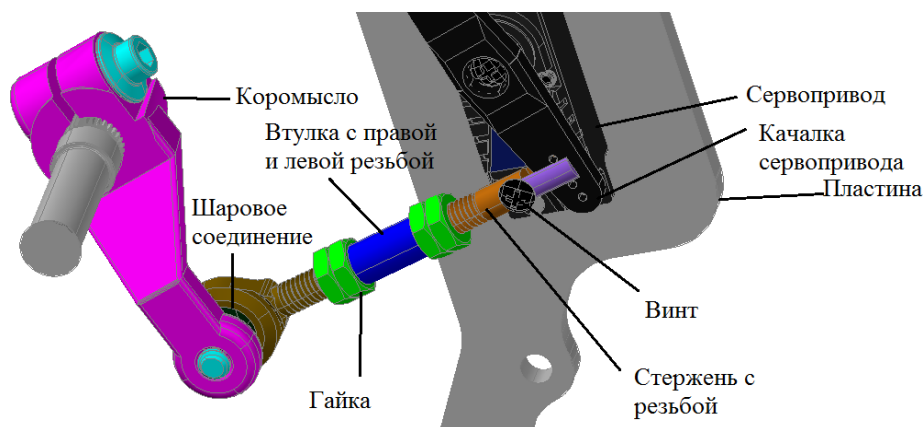


Рис. 6. Соединение сервопривода с коромыслом управления КПП. Вариант №1

В варианте №1, изображенным на рис. 6, пластина и сервопривод установлены таким образом, чтобы усилие передавалось в одной плоскости, «качалка» сервопривода и коромысло выходного вала КПП расположены параллельно. Для их соединения используется втулка с правой и левой резьбой, стержень с левой резьбой для возможности осуществления регулировки. Отверстие «качалки» сервопривода вставляется в ци-

цилиндрический выступ на конце стержня и фиксируется металлической накладкой, крепящейся к стержню винтом. Вариант №1 обладает низкой надежностью соединения.

В результате проведенных расчетов и моделирования функционирования совокупности 3D-моделей в качестве рабочего был принят вариант №2 (рис. 7), обладающий шаровым соединением, цилиндром с внутренней резьбой, фиксирующимся контргайкой. Вилка на конце цилиндра соединяется болтовым соединением с «качалкой» сервопривода. Система регулировки, используемая в предыдущих вариантах, упрощена до начальной регулировки с помощью пальца шарового соединения.

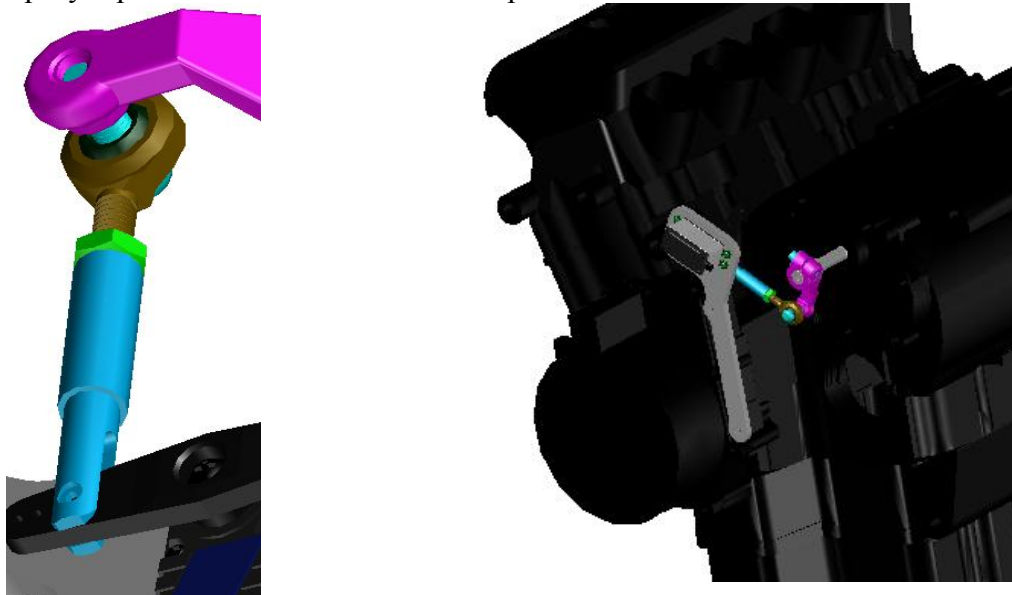


Рис. 7. Соединение сервопривода с коромыслом управления КПП. Вариант №2

УДК 629.113

З.А. КОСТРОВА, Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.В. БЕЛЯКОВ

ВОЗМОЖНОСТИ ГУСЕНИЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Гусеничные движители из полиуретановых эластомеров, армированные стальным или полимерным кордом, являются востребованными в отрасли производства дорожно-строительной и сельскохозяйственной техники. Данный тип движителя в полной мере отвечает требованиям потребителей как по функциональным характеристикам, так и по снижению экологически вредного воздействия на окружающую среду.



Рис. 1. Примеры использования полиуретановых гусеничных движителей в дорожно-строительной технике: дорожные фрезы и экскаваторы компаний Wirtgen, Bitelli, Komatsu

Основными преимуществами гусеничных движителей из полимерных композиционных материалов перед традиционными гусеничными движителями являются следующие: снижение уровня вибронегруженности и максимального уровня шума; увеличение ресурса; обеспечение движения гусеничных машин по дорогам с искусственным твердым покрытием без их разрушения. В отличие от гусеничных цепей из цельноштампованных металлических траков, рассматриваемая конструкция обладает компактностью, меньшим весом, лучшей ремонтпригодностью и удобством в обслуживании.

Возрастающая потребность в устранении неразвитости транспортной инфраструктуры северных регионов Российской Федерации, которые играют исключительно важную роль в национальной экономике и обороноспособности нашей страны, определяет необходимость совершенствования конструкции движителей вездеходных машин. При этом одним из основных режимов работы гусеничных машин при выполнении транспортных операций является передвижение в условиях заснеженной местности. Предварительное решение вопроса проезжаемости данных территорий следует искать в области обеспечения необходимого уровня тягово-сцепных свойств транспортных средств.



Рис. 2. Асфальтоходная мелкозвенчатая из армированного полиуретана с параллельным резинометаллическим шарниром (ООО «Завод вездеходных машин»)

Первоначальный анализ возможности использования полимерных композиционных материалов при создании движителей машин целесообразно производить по максимальному значению тяговой реакции от трения материала гусениц об опорную поверхность. В табл. 1 сведены промежуточные результаты поисковых исследований по сбору информации о значениях коэффициентов трения материалов движителей по материалу поверхности движения. Из представленных данных следует, что в качестве материалов для гусеничных обводов рационально использовать перспекс и терилен.

Таблица 1

Коэффициенты трения материалов гусеничного движителя о снег

Резина	Сталь	Тефлон	Полиэтилен	Фторопласт	Хлорвинил	Перспекс	Терилен
0,16-0,4	0,12-0,22	0,07-0,09	0,09-0,11	0,11-0,16	0,11-0,16	0,30-0,35	0,30-0,35

УДК 629.113

А.Е. КРОПП¹, А.Н. БЛОХИН², А.П. НЕДЯЛКОВ³

**АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ,
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

1 – Ученые юга, Израиль

2 – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

3 – ГНЦ РФ-ФГУП «НАМИ»

Одной из важных тенденций развития современных механических коробок передач является все возрастающее применение автоматизированного управления сцеплением и переключением передач. В действительных условиях работы автомобиля процесс переключения передач происходит во времени и связан в общем случае с изменением скорости автомобиля, что фактически приводит к значительному отклонению величин действительного интервала оборотов ведущих частей трансмиссии от кинематического интервала, обусловленного только интервалом ступеней передаточных чисел. Поэтому, величина кинематического интервала ступеней в классическом определении не всегда может достаточно полно характеризовать качества трансмиссии и автомобиля, что потребовало введения понятия действительной величины интервала оборотов ведущих частей трансмиссии, обусловленного изменением скорости автомобиля за время переключения передач, а также понятий параметров, характеризующих кинематический и действительный интервалы оборотов.

Введем λ – показатель, характеризующий действительный интервал оборотов ведущих частей трансмиссии, численно равный $\lambda = \frac{n_{\text{дв}} \cdot V_0}{n_{\text{дв}} \cdot v}$, где $n_{\text{дв}} \cdot V_0$ – обороты двигателя, соответствующие начальной скорости V_0 переключения передач, $n_{\text{дв}} \cdot v$ – обороты двигателя, соответствующие конечной скорости v переключения передач. При этом интервал $(n_{\text{дв}} \cdot V_0, n_{\text{дв}} \cdot v)$ – называется действительным диапазоном изменения частот вращения вала двигателя при переключении передач или действительным интервалом оборотов ведущих частей трансмиссии.

Обозначим величину действительного интервала при переключении на высшую передачу – λ_v , а при переключении на низшую – λ_n .

В работе найдены аналитические уравнения связи между параметром, характеризующим действительный интервал оборотов ведущих частей трансмиссии, и параметрами коробки передач, автомобиля и внешних факторов сопротивления, на основе которых получена зависимость (рисунок 1) λ от времени переключения при движении в различных условиях, с разным сопротивлением движению машины при $\psi \geq 0$ и $\psi < 0$.

Величина действительного интервала оборотов ведущих частей трансмиссии при переключении передач равна величине кинематического интервала оборотов только в

случае движения автомобиля под уклон со скоростью $V = 3,6 \cdot \sqrt{\frac{G \cdot \Psi}{k \cdot F}}$. Во всех остальных случаях реальных условий эксплуатации автомобиля при значениях показателя, характеризующего кинематический интервал оборотов автомобильных коробок передач, находящихся в диапазоне 1,2–2, величина показателя, характеризующего действительный интервал оборотов может принимать значения от 0 до $+\infty$.

При переключении на высшую передачу в зоне больших величин Ψ существенно возрастает величина действительного интервала оборотов, что обусловит увеличение работы синхронизации, в соответствии с чем, в этом случае, целесообразно повышение синхронизирующего момента; это позволит улучшить динамические качества автомобиля и одновременно уменьшить величину работы буксования и соответственно износ синхронизаторов.

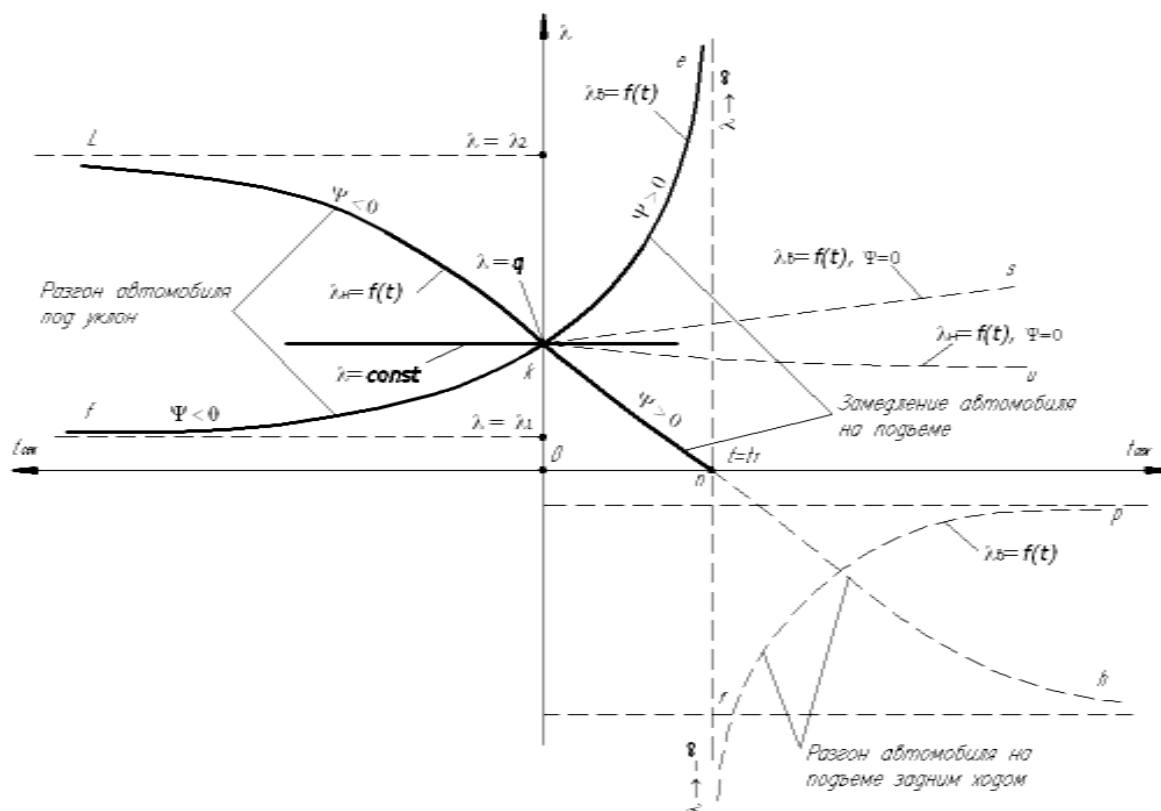


Рисунок 1 – График зависимостей $\lambda_g=f(t)$, $\lambda_n=f(t)$ при переключении передач для $\Psi \geq 0$, $\Psi < 0$

При переходе на низшую передачу с целью повышения эффективности торможения двигателем при движении автомобиля под уклон величина действительного интервала оборотов будет возрастать и, как показывают расчеты, в некоторых случаях может лимитировать возможность включения низшей передачи, что подтверждается практикой эксплуатации автомобилей в горных условиях, в соответствии с чем, необходимо для повышения безопасности при движении на крутых спусках перед началом переключения снижать скорость автомобиля.

Расчеты показывают, что при больших величинах суммарного дорожного сопротивления величина времени переключения передач оказывает на величину действительного интервала оборотов существенно большее влияние, чем собственно величина кинематического интервала ступеней, что требует уделения особого внимания вопросам легкости и быстроты управления в зоне низших передач при работе автомобиля в тяжелых дорожных условиях.

Таким образом, величина действительного интервала оборотов и показатель, характеризующий действительный интервал оборотов, являются достоверными исходными параметрами, которые позволят успешнее решать задачи, связанные с выбором системы управления коробкой передач и ее основных параметров в зависимости от назначения автомобиля, определением величин используемой мощности двигателя в зависимости от условий работы автомобиля, определением разгонных и тяговых качеств автомобиля, и другие вопросы теории автомобиля, а также глубже понять процессы происходящих явлений при переключении передач, обусловленные наличием механической ступенчатой трансмиссии.

МЕТОДИКА ПОДБОРА ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ Понижающей передачи автомобилей повышенной проходимости

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобили повышенной и высокой проходимости с момента их выхода в мир занимают не последнее место в автомобильной промышленности. К ним также имеется повышенный интерес у любителей туризма, охоты и рыбалки. В настоящее время значительную популярность получили так называемые «Трофи» рейды, в которых водители большее предпочтение отдают автомобилям УАЗ, чем другим маркам внедорожников. Поэтому именно этот автомобиль был принят за объект исследования.

Не любить «Трофи» рейдов не оставит без тюнинга свой автомобиль. В первую очередь у внедорожника стараются увеличить дорожный просвет путем установки колес с шинами большего диаметра для лучшего преодоления бездорожья. Но чем больше и массивнее колеса, тем больше крутящий момент нужно к ним подвести. Момент на колесах может быть увеличен несколькими способами: установка более мощного двигателя, замена главной передачи и, что получило большее распространение, установка «военных» мостов с колесными редукторами. Некоторые «покорители бездорожья» предпочитают повышение передаточного числа понижающей передачи в раздаточной коробке. Последнее на наш взгляд более предпочтительно, чем установка «военных» мостов (т.к. дополнительное зубчатое зацепление в трансмиссии ведет к понижению КПД и ухудшению динамики при движении по асфальтобетонному покрытию).

Рассмотрим как определяется передаточное число понижающей передачи исходя из условия преодоления максимального сопротивления дороги. Автомобиль сможет преодолеть сопротивление дороги если его тяговая сила на колесе будет больше силы сопротивления.

$$F_{Tmax} = \frac{T_{Emax} \times U_{TP} \times \eta_{TP}}{r_d},$$

где, F_{Tmax} -тяговая сила на колесах; T_{Emax} -максимальный крутящий момент двигателя; U_{TP} -передаточное число трансмиссии; η_{TP} -КПД трансмиссии; r_d -динамический радиус колеса.

$$F_{\psi max} = F_f + F_i = f \times G_a + G_a \times \sin \alpha;$$

где, $F_{\psi max}$ -сила сопротивления движению автомобиля, состоящая из суммы силы сопротивления качению F_f и силы сопротивлению подъема F_i ; f -коэффициент сопротивления качению; G_a -полный вес автомобиля; α -преодолеваемый угол подъема;

Автомобили повышенной и высокой проходимости должны преодолевать подъемы 30° . В этом случае сила сопротивлению подъему составляет половину силы тяжести автомобиля. В итоге имеем:

$$F_{Tmax} \geq F_{\psi max}; \frac{T_{Emax} \times U_{TP} \times \eta_{TP}}{r_d} \geq (f + 0,5)G_a; \frac{T_{Emax} \times U_{Kmax} \times U_{PK} \times U_0 \times \eta_{TP}}{r_d} \geq (f + 0,5)G_a;$$

где, U_{Kmax} -передаточное число первой передачи коробки передач; U_{PK} -передаточное число понижающей передачи раздаточной коробки; U_0 -передаточное число главной передачи.

Тогда минимальное передаточное число понижающей передачи будет равно:

$$U_{PK} = \frac{(f+0,5)G_a \times r_d}{T_{Emax} \times U_{Kmax} \times U_0 \times \eta_{TP}}.$$

Полученное передаточное число округляется в большую сторону до ближайшего по ряду предпочтительных чисел R20 по ГОСТ 8032-84.

ВИБРОНАГРУЖЕННОСТЬ АВТОБУСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Авторы разработали методику расчета вибронагруженности составных частей колесных транспортных средств. Эта методика была применена для исследования вибронагруженности пола неполноприводного автобуса полной массой более 8 т при движении с различными скоростями по дорогам со случайным микропрофилем.

В качестве возмущающих воздействий дорожных неровностей на колеса автобуса приняты две корреляционные функции микропрофиля дороги, которые аппроксимированы в продольном направлении функцией экспоненциально - косинусоидального типа и угла поперечного уклона функцией экспоненциального типа. Исследования выполнены на пространственной колебательной модели, показанной на рис. 1. Составлены уравнения движения автобуса при заданных законах изменения продольной скорости и угла поворота рулевого колеса.

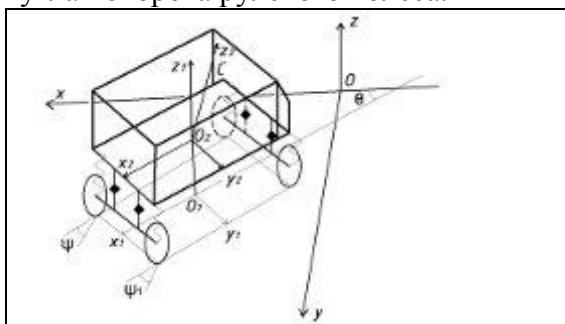


Рис.1. Математическая модель автобуса

С использованием разработанной математической модели вычислены дисперсии вертикальных ускорений в девяти точках на полу кузова: в четырех точках креплений передней и задней подвесок, в четырех точках, расположенных посередине между первыми, и в центре пола. По известным величинам ускорений в названных точках пола автобуса рассчитан спектр ускорений на рабочем месте водителя и на пассажирском сиденье и построены графические зависимости дисперсии виброускорений от частоты воздействия в диапазоне от 0,8 до 10 Гц. На полученные графики были наложены зависимости допустимых значений вертикальных ускорений от частоты при нескольких величинах времени воздействия, соответствующие «границе снижения производительности труда» по стандарту ИСО 2631 – 78. С использованием совмещенных графиков спектра вибрации было установлено, что при скорости автобуса 10 м/с водитель может подвергаться воздействию вибраций в течение 6 ч, а пассажир – 4 ч.

Аналогичные расчеты выполнены при скоростях движения 15, 20, 25,30 и 35 м/с, по результатам которых построены поверхности распределения вертикальных ускорений по площади пола автобуса. Анализ поверхностей распределения ускорений показал, что их наименьший уровень имеет место в центре пола.

Выполненные исследования послужили основой для оптимизации параметров системы поддрессирования автобуса.

**К ВОПРОСУ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СНЕЖНОГО ПОКРОВА
В ТЕЧЕНИЕ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Рассматривая вопрос оценки проходимости машины в зимний период (а именно проходимость по снегу) необходимо учитывать степень ее соответствия условиям той местности, в которых будет эксплуатироваться ТС. Если одной из задач является обеспечения проходимости машины по снежной целине, например для решения транспортно-технологических задач в отдаленной местности, то выбор ТС должен быть сопоставлен с меняющимися в течение года погодными условиями. Также выбор ТС должен быть сопоставлен с целесообразностью его применения. Так, например, если машина не сможет работать достаточно небольшой промежуток времени, а приобретение и эксплуатация ТС с более высокими показателями проходимости будет несоизмеримо больше чем выгода от нее, то и выбор должен быть сделан в пользу первого варианта.

Поэтому важно выяснить каково распределение глубин снега и его плотности в течение года на рассматриваемой территории.

На основании исследований [1] можно получить данные по вероятностным характеристикам рассматриваемых параметров.

На основании наблюдений 2005-2012 г.г. за территорией Нижегородской области были получены различные значения глубин и плотностей снега. Рассмотрим искомые показатели на примере станции метеонаблюдения «Красные Баки».

В общем виде средние значения глубины снежного покрова можно определить по зависимости:

$$H = \sum_{i=0}^4 a_i t_{\text{усл}}^i,$$

где a_i – эмпирические коэффициенты ($a_0 = 1,35$, $a_1 = 11,18$, $a_2 = -1,71$, $a_3 = 0,18$, $a_4 = -0,01$), $t_{\text{усл}}^i$ – текущая условная продолжительность зимнего сезона с установившимся снежным покровом.

Зависимости для определения границ 5 и 95% вероятностей глубин снежного покрова будут определяться по:

$$H_{5(95)} = H \mp e^{0,5} \cdot \zeta \cdot \sigma,$$

где $\zeta = 0,0625(e - 2)t_{\text{усл}}$ – эмпирический коэффициент, $\sigma = 6,95$ - среднеквадратичное отклонение для станции метеонаблюдения «Красные Баки».

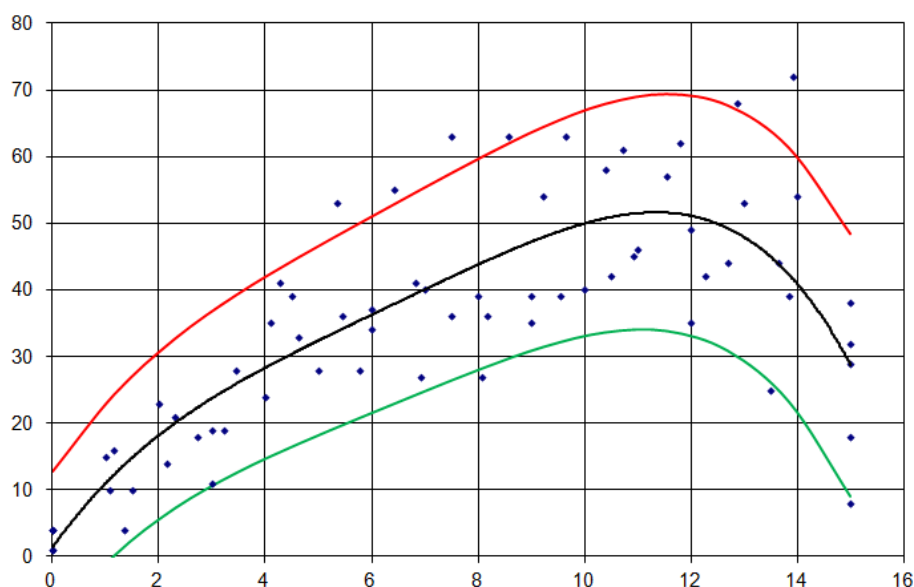


Рис. 1. Глубина залегания снежного покрова в зависимости от условной продолжительности зимнего периода по станции метеонаблюдения «Красные Баки» Нижегородской области, полученные по результатам многолетних наблюдений

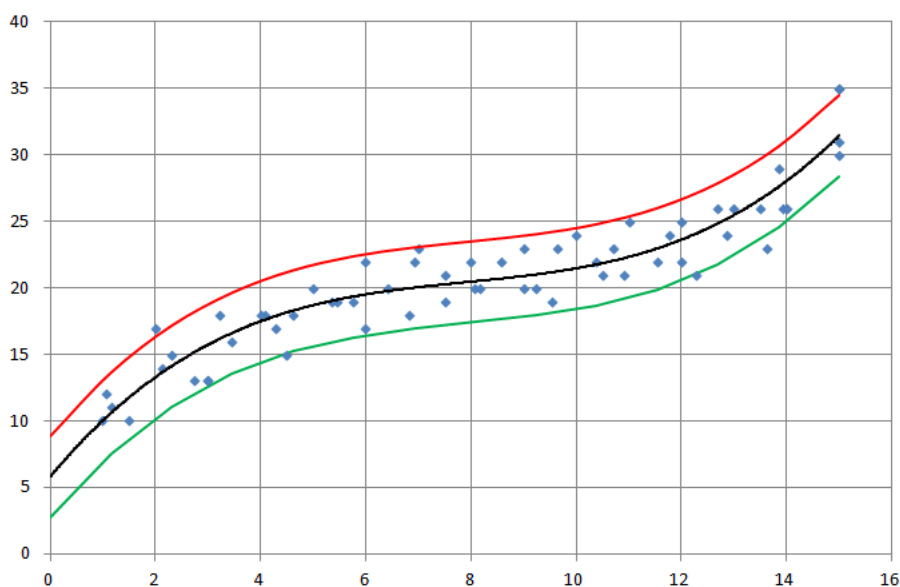


Рис. 2 Плотность снежного покрова в зависимости от условной продолжительности зимнего периода по станции «Красные Баки» Нижегородской области, полученные по результатам многолетних наблюдений

В общем виде средние значения плотности снежного покрова можно определить по зависимости:

$$\rho = \sum_{i=0}^4 b_i t_{\text{усл}}^i,$$

где b_i – эмпирические коэффициенты ($b_0 = 5,8$ $b_1 = 4,75$ $b_2 = -0,55$ $b_3 = -0,02$).

Зависимости для определения границ 5 и 95% вероятностей плотностей снежного покрова будут определяться по:

$$\rho_{5(95)} = \rho \mp e^{0,5} \cdot \sigma,$$

где $\sigma = 1,86$ - среднеквадратичное отклонение для станции метеонаблюдения «Красные Баки».

Сроки залегания установившегося снежного покрова можно принять 14 ± 2 декады. Хотя бывали зимы и с большими, и с меньшими значениями, но большинство значений укладываются именно в этот интервал.

Для связи реальных сроков залегания установившегося снежного покрова и условных предложена зависимость: $t_{\text{усл}} = \frac{T_{\text{усл}}(t-1)}{T-1} + 1$, где t - текущая декада и T – число декад, продолжительности залегания снежного покрова.

Полученные данные позволяют спрогнозировать характеристики снежного покрова, необходимые при оценке проходимости, подвижности и эффективности движения колесных машин по снегу.

Данные исследования проведены при поддержке «грантов Президента РФ».

Список литературы

1. Макаров В.С. Статистический анализ характеристик снежного покрова / Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/107-8289> (дата обращения: 05.02.2013).

УДК 629.113

С.И. МАЛЕЕВ, С.М. ОГОРОДНОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСКИ
НА ПОКАЗАТЕЛИ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ**

Автомобиль представляет собой сложную динамическую систему, которая при движении по различным типам дорог способна совершать колебательные движения. В большинстве случаев, автомобиль можно считать линейной динамической системой, что существенно облегчает процесс моделирования.

Колеса автомобиля совершают колебательные движения. При этом они могут развивать значительные ускорения, что может привести к изменению нормальных реакций. Это в свою очередь вызывает изменение боковых реакций, вызванные, например, движением по криволинейной траектории, порывом ветра и т.д. и может привести к потере устойчивости.

Подбор оптимальных параметров подвески для автомобилей, работающих в различных дорожных условиях, является очень важной задачей, обуславливающей целый ряд эксплуатационных характеристик автомобиля (устойчивость, управляемость, маневренность, плавность и др.).

Одним из важнейших параметров подвески является коэффициент сопротивления амортизатора, поскольку он позволяет регулировать характеристики подвески в широких пределах. В качестве расчетной модели для определения изменений нормальных реакций выбрана двухмассовая модель подвески. В этом случае спектральная характеристика возмущения дороги связана с величинами среднеквадратических перемещений масс подвески и их производных выражением:

$$S_B(\omega) = W(p) \cdot S_A(\omega),$$

где: $S_B(\omega)$ – спектральная плотность случайного процесса на выходе из динамической системы; $S_A(\omega)$ – спектральная плотность случайного процесса на входе в динамическую систему; $W(p)$ – передаточная функция динамической системы.

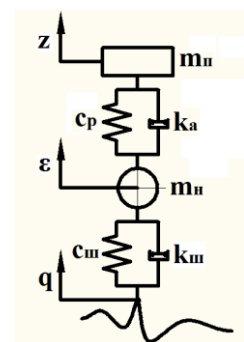
Передаточная функция системы зависит от параметров подвески и частоты воздействия и может быть определена с использованием известных математических зависимостей.

Спектральная плотность возмущения может быть задана выражением

$$S_q(\omega) = \sigma_q^2 \cdot v \cdot \omega^{-2}$$

где: σ_q – среднеквадратическая высота неровностей микропрофиля; ω – текущее значение частоты возмущения; v – скорость движения автомобиля.

В результате моделирования движения автомобиля по дорогам с покрытием различного типа (асфальтобетонное, профилированный и мелкий булыжник) получены характеристики спектральной плотности среднеквадратических перемещений колеса и соответствующие им характеристики изменения величин нормальной реакции.



УДК 629.113

M. MARCINKIEWICZ, S. MAKOWSKI

DESIGN OF THE PLANETARY GEAR IN A HYBRID ELECTRIC VEHICLE POWER TRAIN

Gdansk University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering
Gdansk, Poland

Introduction

A planetary gear is used in hybrid vehicles like Toyota Prius or Chevrolet Volt. It is used to sum up and split the power and torque from all components of the hybrid system. This paper

deals with the construction of the power split system of a hybrid car. It consists of a planetary gear (Fig. 1) with three inputs/outputs: the internal combustion engine (Engine), the permanent magnet synchronous machine (PMSM) called Motor that is connected to the wheel through reduction gears, and the second PMSM which is called Generator. Both electrical machines can run in a motor or generator mode.

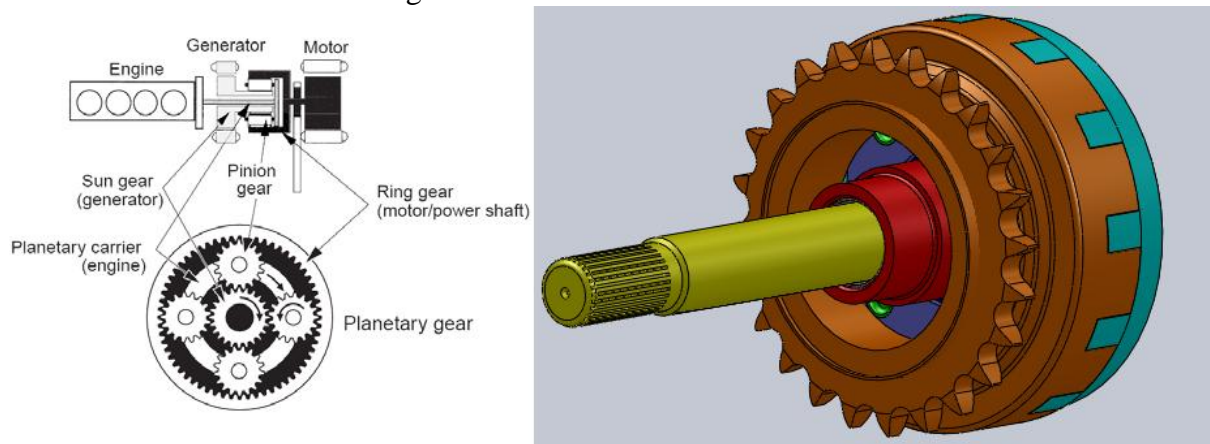


Figure 1. Main parts of the power split device

Description

The planetary gear is a system that consists of outer gears (planet gears) revolving around a central one, named sun gear. The planets are mounted on a movable carrier which rotates relatively to the sun gear. There is an outer ring gear, which meshes with the planet gears. The Willis relation for planetary mechanical gear is represented by (1):

$$\omega_s + k \cdot \omega_R - (1 + k)\omega_C \quad (1)$$

where ω_c is the angular velocity of the planet carrier, ω_r is the angular velocity of the ring gear, ω_s is the angular velocity of the sun gear and k is the basic train gear ratio. The value of the ratio for a single stage planetary gear is calculated using (2).

$$k = \frac{\omega_R}{\omega_S} = -\frac{Z_R}{Z_S} \quad (2)$$

where Z_s is the number of teeth of the sun gear and Z_r is the number of teeth of the ring gear.

Design and simulation

Figure 2 presents the drawing of the planetary gear made in a program from Autodesk – AutoCAD. To make a simulation we prepared the basic data which describe the work of the gear. Table 1 contains the main information about the designed system.

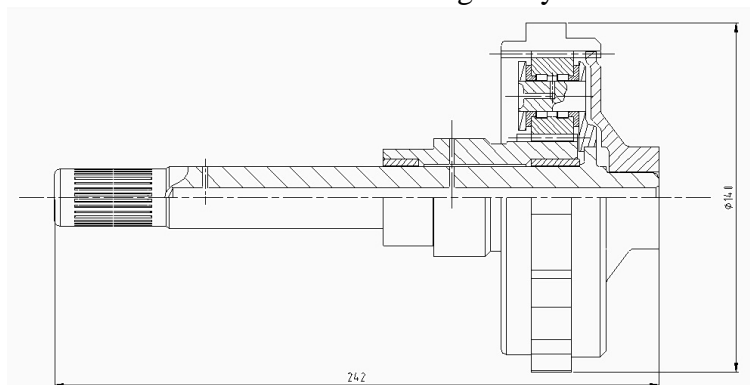


Figure 2. Drawing of the planetary gear made in AutoCAD

Table 1

Main data of the hybrid power train

Engine	Type	1,5 dm ³
	Maximum output	57 kW at 5000 rpm
	Maximum torque	115 Nm at 4200 rpm
Motor	Type	Synchronous alternating current (ac) permanent magnet (PM) motor
	Maximum output	50 kW between 1200 and 1540 rpm
	Maximum torque	400 Nm between 0 and 1540 rpm
System	Maximum output	82 kW at 85 km/h and higher
	Maximum torque at 22 km/h or lower	478 Nm

The maximum torque on the ring gear is 400 Nm, on the sun gear is 153,85 Nm and on the planetary gear is 553,5 Nm. After calculating the moments, the next step was to calculate the forces. Then the forces were transformed into pressures between teeth. With the values of pressure we created the simulation of gear teeth work. This simulation was carried out using powerful software Ansys Workbench 14. The resulting stresses are presented in Figure 3. The maximal value of 399 MPa is smaller than the limit value for used C55 steel (483 MPa).

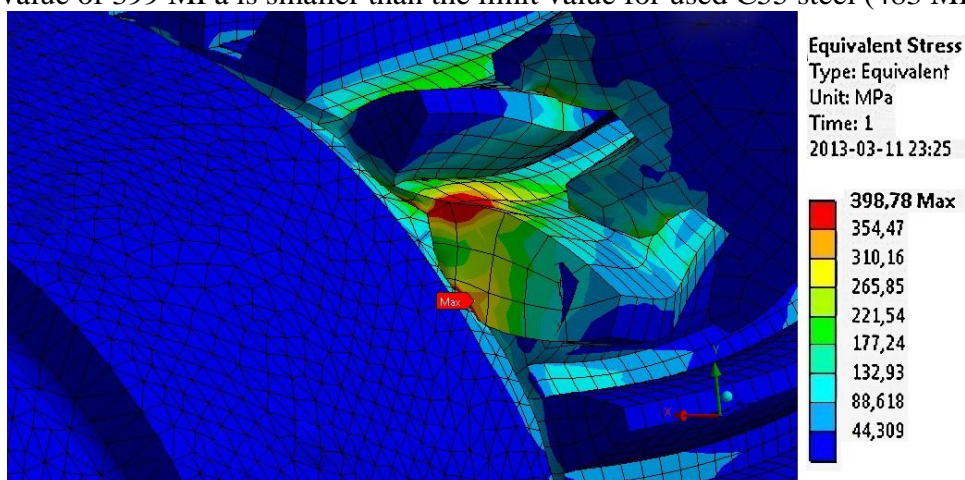


Figure 3. View of the result of simulation

УДК 629.113

А.В. МИХЕЕВ, В.С. МАКАРОВ, В.В. БЕЛЯКОВ

НЕПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ШИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Более пяти тысячелетий назад было изобретено колесо. Медленно, но упорно спустя столетья оно обрело всем нам привычный вид колесного диска с надетой на него пневматической шиной.

Все возможные конструкции пневматической шины изучены, остается только вносить небольшие доработки, кардинально не влияющие на изменение ее свойств. Главным недостатком традиционных шин является незащищенность от прокола. Избавить автолюбителя от вероятности его возникновения, является главной задачей современных производителей шин. Шина без воздуха, неподверженная проколу, не потребует практически никакого обслуживания, а главное можно избавиться от запасного колеса в багажнике, которое занимает немало полезного пространства.

Суть новой технологии в том, что на месте полости заполненной привычным газом в шине используются упругие элементы соответствующего сечения, соединяющие обод и протектор. Это главное отличие в конструкции, что позволяет получить совершенно новые свойства колеса. Не пневматические шины можно подразделить на два вида: с ячеистой структурой и спицевидной.

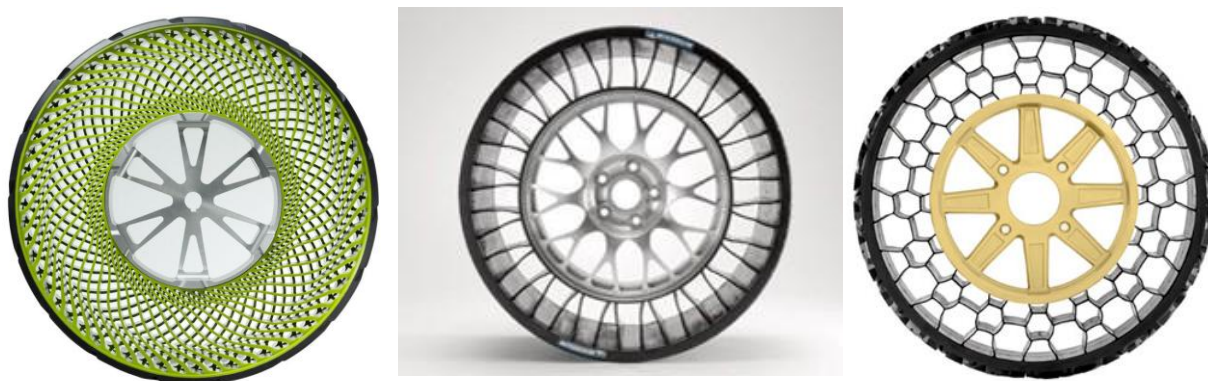


Рис. Непневматические шины

Колеса с ячеистой структурой в поперечном сечении напоминают пчелиные соты, распределенные определенным образом по колесу на месте, где в обычной шине располагается воздух. Эти соты соединяют между собой обод колеса и протектор, при движении они демпфируют удары протектора о неровности дороги. Изготовленные из полимера не пневматические шины способны выдерживать большой вес, более эффективно рассеивать тепло, по сравнению с обычными покрышками, самым главным качеством является устойчивость к проколу, шина может быть разрушена до 30 процентов и при этом исполнять свое предназначение. Пробег, который они способны преодолеть, равен 24 000 км. Одна шина способна выдержать нагрузку до 1746 килограммов.

Колеса, обладающие механической упругой структурой, состоят из полиуретановых спиц, распределенных в определенной последовательности и имеющие специальное сечение. По внешнему диаметру колеса, располагается беговая дорожка, формируя внешний край шины (часть, которая соприкасается с дорогой). За счет натяжения беговой дорожки можно варьировать растяжение спиц, вследствие, чего будет изменяться жесткость шин, а это делает возможным создать шины для любого автомобиля.

На беговую дорожку нанесен обычный протектор как на традиционных пневматических шинах. По сравнению с пневматическими шинами непневматические в 5 раз жестче в поперечном сечении, что обеспечивает лучшую управляемость. Так же новая шина на 5 % легче обычной, что позволяет снизить расходы топлива на 1%. Данная конструкция имеет ряд своих недостатков: во-первых, появление вибрации на высоких скоростях, выше 100 км/ч, во-вторых, при долгих поездках шина недопустимо нагревается, и последнее, быстро крутящиеся колеса издадут неприятно громкий звук.

В общем, все конструкции непневматических шин в ряде свойств, превосходят пневматических аналогов, но имеющиеся недостатки не позволяют использовать их в повседневной жизни. Требуется время на разработку методов улучшения потребительских свойств и на запуск их в серийное производство.

УДК 629.113

М.В. НАУМОВА, А.В. РЕДКОЗУБОВ, В.С. МАКАРОВ

К ВОПРОСУ КЛАССИФИКАЦИИ МИКРОПРОФИЛЯ ГРУНТОВЫХ ДОРОГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В рамках проведенного научного исследования при поддержке РФФИ, были выполнены работы по классификации и замеру микропрофиля дорог на примере Нижегородской области.

Первоначальный анализ полученных данных позволил сделать некоторые выводы. Существующая классификация дорог может быть дополнена. Все существующие классификации распределяли дороги величине неровностей. Однако как показали исследования, то важным при составлении характеристик являются характеристики того, что дорога накатана или нет (при накатанной дороге уменьшается число высокочастотных неровностей вплоть до их отсутствия у дорог с явной колеей), а также степени заболоченности местности (при сохранении частоты неровностей увеличивается их амплитуда). Для дорог с усовершенствованным покрытием важным является ее разбитость, при этом дорога будет характеризоваться числом ям (с характерными вертикальными стенками) и их продолжительностью.

В отдельную группу можно выделить лесные дороги. Замечена одна особенность то, что при запущенности таких дорог (в том числе противопожарных просек) со временем (1-2 года) на них начинают падать деревья и ветки, представляющие профильные препятствия.

Проведя экспериментальный замер на характерном участке (смешанный лес возрастом порядка 40-60 лет) протяженностью 1 км была получена характерная зависимость распределения суммарного числа упавших деревьев (веток) от их толщины.

Полученная зависимость носит характер позволяющий составить некоторую математическую модель описывающую профильные препятствия.

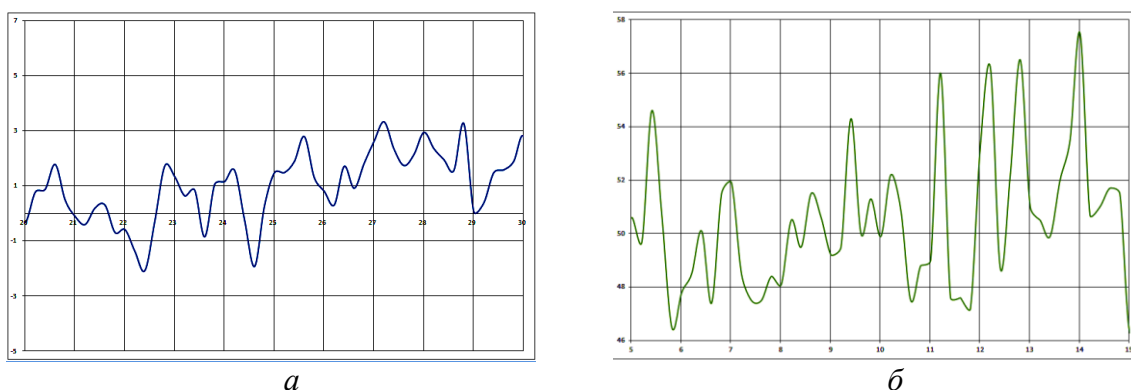


Рис. 1 Пример микропрофиля: а – поле, б – заболоченное поле.

Как видно из графиков (масштабы осей одинаковые), то при одинаковой частоте амплитуды значительно отличаются.

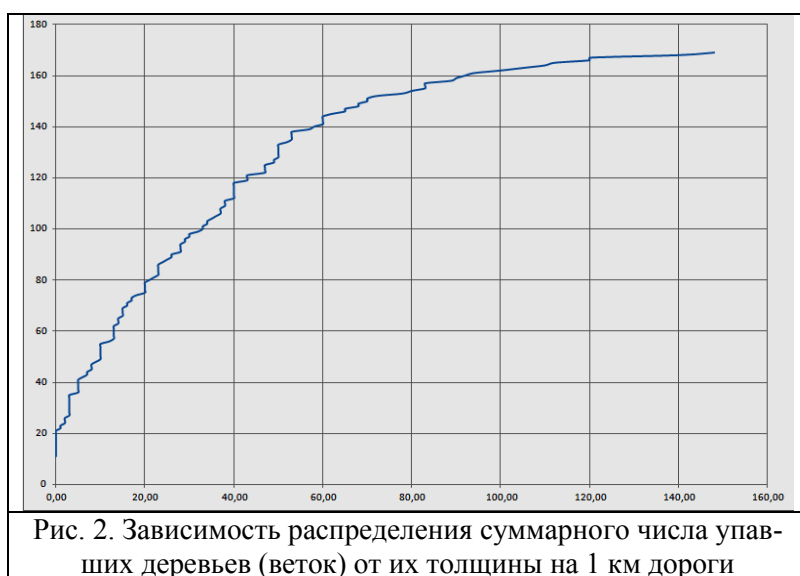


Рис. 2. Зависимость распределения суммарного числа упавших деревьев (веток) от их толщины на 1 км дороги

для движения по дорогам данного типа.

Известно, что леса занимают в Нижегородской области порядка 50% территории. И только часть лесных дорог постоянно эксплуатируются (то есть при наличии упавших деревьев они убираются). Основная же часть дорог и просек никак не обслуживается и поэтому данное исследование носит важный характер так, как позволяет выбрать правильное транспортное средство (с должным уровнем профильной проходимости)

ОЦЕНКА ПРОХОДИМОСТИ КОЛЕСНЫХ МАШИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ТЕЧЕНИЕ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проходимость колесных машин при движении по снегу принято оценивать максимальной глубиной преодолеваемого снежного покрова, а показателем является запас силы тяги. Однако как показали исследования [1] не всегда целесообразно стремиться к тому, чтобы машина могла проезжать по глубокому снегу. Поэтому построим зависимости силы тяги и силы сопротивления на основании средних значений глубины и плотности снежного покрова, меняющихся в течение зимнего периода с установившимся снежным покровом.

Характер рассматриваемых графиков может выглядеть так, как показано на рис.1.

Как видно из рис.1, сила сопротивления превышает силу тяги на участке продолжительностью в 1 месяц. Это говорит о том, что в данных условиях движения автомобиль не будет обеспечивать проходимость во всем зимнем периоде. Здесь есть два направления. Это повышать проходимость за счет конструктивных изменений или просто не использовать данный автомобиль в течение месяца. Выбор того или иного решения будет зависеть от назначения транспортного средства.

Часть данных исследований проведена при поддержке «грантов Президента РФ».

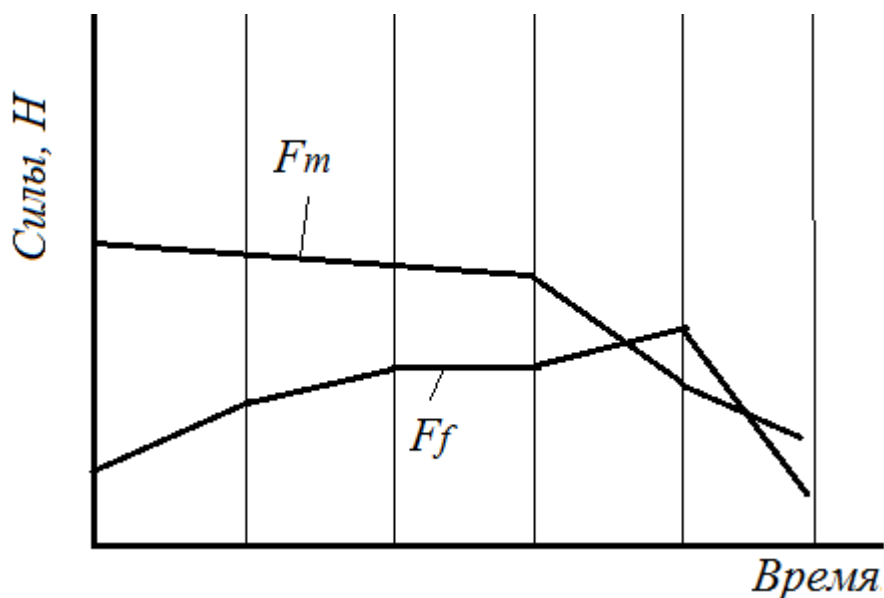


Рис.1. Силы сопротивления и тяги в зависимости от времени

Список использованных источников:

1. Макаров В.С. Статистический анализ характеристик снежного покрова / Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 1; URL: <http://www.science-education.ru/107-8289> (дата обращения: 05.02.2013).

ПРЕОДОЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ ДИСКРЕТНЫХ РАЗРУШАЕМЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Под дискретным разрушаемым препятствием следует понимать одиночные препятствия, прочность которых значительно меньше прочности элементов машины, и имеющие высоту, превышающую дорожный просвет автомобиля. Яркими примерами их являются: песочные насыпи, снежные барханы и крупные муравейники.

Преодоление таких препятствий без начальной скорости очень часто приводит к потере возможности движения машины. Если добавить начальную скорость, т.е. инерционную составляющую, то при достаточной прочности внешних силовых элементов и оперения, машина получает дополнительные возможности по проходимости.

Помимо прочности на преодоление одиночных препятствий большое влияние оказывает геометрия транспортного средства, очень важно, что бы препятствие было разрушено на начальном этапе взаимодействия, пока машина обладает максимальной энергией, далее движение происходило бы по обычным законам.



Рис. 1. Замер параметров разрушаемого препятствия после проезда автомобиля (в данном случае машина застряла)

Запишем данное выражение в виде равенства сил.

$$F_m - F_f - F_{pn} = m \frac{dv}{dt},$$

где F_m – сила тяги автомобиля, F_f – сила сопротивления, F_{pn} – сила, необходимая для разрушения препятствия, m – масса, $\frac{dv}{dt}$ – ускорение.

Как видно из приведенных зависимостей параметр, который неизвестен это F_{pn} . На сегодняшний день не существует каких либо адекватных классификаций с указанием конкретных данных. Поэтому необходимо дополнительное исследование для сбора данных о размерах и характеристиках разрушаемых препятствий. Часть экспериментов

уже проводится. Момент замера параметров разрушаемого препятствия показан на рис.1.

УДК 629.113

И.А. СОКОЛОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАВНОСТИ ХОДА МАШИНЫ НА ПНЕВМОКОЛЕСНОМ ДВИЖИТЕЛЕ СВЕРХНИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время малоизученными являются показатели плавности хода машин на шинах сверхнизкого давления (МШСД). В связи с их узкой специализацией этой проблеме было уделено недостаточно внимания. При этом машины такого типа получают все большее распространение в труднопроходимых районах нашей страны.

На первом этапе работы были изучены нормативные документы, ограничивающие воздействие вибрации на человека и устанавливающие методики для испытаний на плавность хода. Для сравнительной оценки плавности хода МШСД были выбраны параметры, характеризующие данное эксплуатационное качество: скорректированные среднеквадратические виброускорения на сиденье водителя для полноприводных грузовых автомобилей (ОСТ 37.001.291-84 «Автотранспортные средства. Технические нормы плавности хода»).

Для определения значений виброускорений была разработана и изготовлена регистрирующая аппаратура на основе акселерометра модели LIS3DH и микроконтроллера AT91SAM7S64. Объектом исследования был выбран снегоболотоход ТТС-3007 "Кержак" с колесной формулой 4x4 на шинах сверхнизкого давления снаряженной массой 3200 кг. Испытания проводились согласно методике, описанной в ОСТ 37.001.275-84 «Автотранспортные средства. Методы испытаний на плавность хода».

Результаты измерений и обработки данных показали, что по сравнению с предельными скорректированными среднеквадратическими значениями виброускорений для полноприводных грузовых автомобилей значения, полученные в ходе испытаний МШСД, превосходят допустимые по отдельным направлениям в 1,5-2 раза.

В целом результаты испытаний подтвердили возможность применения методики исследования, описанной в ОСТ 37.001.291-84 для МШСД, однако она должна быть серьезным образом доработана применительно к машинам данного класса. В дальнейших работах должны быть учтены особенности конструкции подвески машины, давление в шинах, наиболее характерные условия движения, развиваемые скорости в этих условиях.

УДК 629.113

Е.В. СТЕПАНОВ, С.Ю. КОСТИН, Ю.П. ТРУСОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ АВТОБУСА С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, СТЕНДОВЫХ И ДОРОЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для обеспечения активной безопасности пассажирских транспортных средств актуальным является улучшение тормозных свойств автомобиля. При этом важным является совершенствование методов и методик исследования процессов торможения автомобилей. В данной работе исследуются тормозные свойства автобуса ПАЗ-4234 по результатам компьютерного моделирования, стендовых и дорожных испытаний.

Для моделирования процесса торможения использовался программный пакет SDK-Simulation, который позволяет создавать пространственную модель исследуемого объекта, учитывающую основные конструктивные параметры, влияющие на тормозные свойства (рис. 1). Возможности программы обеспечивают также возможность создания виртуальных дорожных условий, соответствующих условиям сертификационных испытаний в соответствии с требованиями Правил ЕЭК ООН №13.

В качестве аналитической базы для оценки адекватности результатов компьютерного моделирования выполнен расчет тормозных характеристик автобуса на основе уравнений энергетического баланса торможения, описанных в теории автомобиля. Параллельно с этим, выполнен сравнительный анализ результатов компьютерного моделирования с данными дорожных испытаний, полученных ранее специалистами Испытательной лаборатории НГТУ (рис. 2).



Рис. 1. Виртуальные испытания по оценке тормозных свойств модели автобуса



Рис. 2. Дорожные испытания автобуса ПАЗ-4234 (торможение)

С целью совершенствования существующих методик по оценке тормозных свойств транспортных средств предлагается учитывать влияние состояния дорожного полотна на тормозные характеристики автобуса. Разработаны предложения по использованию данных о вероятностном распределении коэффициента сцепления колес с дорогой для расчетной оценки ожидаемого тормозного пути и замедления при торможении.

В качестве дальнейшего развития рассматриваемой проблемы планируется проведение дополнительных исследований, направленных на повышение точности компьютерного моделирования процесса торможения. Предлагается использовать уточненные параметры, характеризующие режимы срабатывания агрегатов пневматической тормозной системы, полученных по результатам стендовых испытаний реальной тормозной системы на специальном аппаратно-программном комплексе.

УДК 621.86.061

Т.Ю. СУРОВЕГИНА, А.Д. ШУРАШОВ, И.С. НИКАНДРОВ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ГИРОАККУМУЛЯТОРА ЭКСЕРГИИ ГРЕЙФЕРА ПРИ ВЫГРУЗКЕ МАТЕРИАЛА

Дзержинский политехнический институт
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

Предложена конструкция гироаккумулятора эксергии раскрытия челюстей и высыпания материала.

Потенциальная энергия нижнего шарнира и челюстей меняется при раскрытии на величину:

$$E = (m_T \cdot \Delta h_T + 2m_{\text{ч}} \cdot \Delta h_{\text{ч}})g,$$

где m_T – масса траверсы, кг;

$m_{\text{ч}}$ – масса челюстей, кг;

Δh_T и $\Delta h_{\text{ч}}$ – величины опускания центров тяжести траверсы и челюстей, м.

Определена мощность, воспринимаемая маховиками, и достигаемая ими угловая скорость.

Определены геометрические размеры маховиков (диаметр и высота образующей цилиндра), их масса и угловая скорость маховика при определенном передаточном отношении в зубчатой паре, связывающей сектор шарнира с маховиком.

Установлено, исходя из минимально необходимой угловой скорости эксцентриков вибратора, определено передаточное число мультипликации (i):

$$i = n_B / n_{\text{ч}} = i_1 \cdot i_2,$$

где i_1 – передаточное число сектора челюсти к шестерне маховика;

i_2 – передаточное число от зубчатого колеса маховика к шестерне эксцентрика.

Показано, что общий КПД утилизации эксергии выгрузки грейфера составляет 55-60%.

УДК 629.113

Е. А. ФАДЕЕВ

ОЦЕНКА ПРОХОДИМОСТИ СОЧЛЕНЕННЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН ПО СНЕГУ

Кафедра «Автомобили и тракторы» АМИ НГТУ

Проходимость – комплексная характеристика, относящаяся одновременно к среде (снегу) и машине, к их взаимодействию и включающая физико-механические свойства полотна пути, конструктивные параметры движителя машины, технические характеристики машин. Давление на опорную поверхность имеет большое значение для проходимости, особенно при движении по снежной целине.

С точки зрения величины среднего давления на грунт, сочлененные гусеничные машины имеют довольно низкие показатели, при этом платформа второго звена может размещать на себе большую полезную массу. Именно поэтому использование сочлененных гусеничных машин широко распространено в условиях полного бездорожья, в том числе в районах крайнего севера. СГМ служат платформами для грузовых, грузо-пассажирских, специальных транспортных систем. Также последнее время стало развиваться военное направление применения данных машин.

Теория движения СГМ по деформируемому основанию во многом схожа с однозвенными гусеничными машинами, однако имеет свои отличительные особенности. Главной особенностью является то, что звенья машины постоянно работают в различных друг от друга режимах и могут находиться попеременно в состоянии ведомого и ведущего. С точки зрения деформируемой поверхности движения звенья СГМ никогда не находятся в одинаковых условиях так как первая тележка всегда изменяет структуру полотна для движения второй. Помимо этого сочлененные машины в основном осна-

щены устройством складывания, которое в свою очередь способно изменять угол наклона звеньев и в некоторой степени перераспределять массу между движителями.

Для оценки проходимости СГМ по снегу была создана расчетная модель, которая учитывает эти особенности и позволяет определить силы тяги и сопротивления движению, как отдельных звеньев, так и всей машины в целом. В работе уделено особое внимание характеру изменения свойств снега после деформации его первой тележкой. Данная работа нацелена на подготовку материала для сравнения результатов расчетной модели с последующими полевыми испытаниями.

УДК 629.113

А.В. ФЕДОРЕНКО, Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.С. МАКАРОВ, В.В. БЕЛЯКОВ

ПРОБЛЕМА ПОДВИЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ СЛУЖБ БЫСТРОГО РЕАГИРОВАНИЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Эксплуатация автомобиля зачастую происходит в более жестких условиях, чем на которые он был рассчитан, в большей степени это касается служебных автомобилей. И если с частным автомобильным транспортом проблема выбора условий и режимов эксплуатации - это личная прерогатива, то с государственным и ведомственным транспортом этот вопрос приобретает совсем другую практическую развязку.

К примеру, рассмотрим ситуацию в Государственной противопожарной службе Нижегородской области. Основная часть автомобилей в частях это ЗИЛ, УРАЛ, КАМАЗ с колесной формулой 6х6, это автомобили высокой проходимости с довольно серьезным вездеходным потенциалом, но и их возможностей в немалом количестве случаев ЧС просто не хватает. При каких обстоятельствах это может происходить, да еще и в европейской части России? Основная причина возникшей проблемы - это упадок дорожной инфраструктуры в различных проявлениях по сравнению к примеру с последним десятилетием прошлого века. И хотя, с того времени немалое количество дорог местного значения приобрело твердое покрытие, в общем, к улучшению обстановки это не привело, так как отрицательное влияние оказали еще несколько факторов. Один из них как ни странно это звучит - упадок сельского хозяйства в районах области и, как следствие разрушение, пусть даже грунтовой дорожной сети, которая была рабочей (проходимой) круглый год хотя бы для сельскохозяйственной техники и обязательно имела выход на дорогу с твердым покрытием районного или регионального значения; так выглядела транспортная связь в районах области между центром района и периферией. Рабочее состояние поддерживалось с одной стороны, постоянным передвижением техники по дорогам, а с другой обслуживанием (очисткой от снега, укреплением) силами самих хозяйств. Понятно, что «пожарные» УРАЛы и КАМАЗы могли использовать эту дорожную сеть для решения своих задач.

Сложившаяся ситуация в области такова: существует немалое количество районов, в которых до половины населенных пунктов не имеют связи с райцентром дорогой с твердым покрытием, проходящей по территории данного района, альтернатива - железная дорога, или окружная дорога по территории соседнего района (крюк от 50 км и более). Дороги местного значения с твердым дорожным покрытием фактически не обслуживаются (дорожное полотно редко чистят и не восстанавливают). Населенные пункты, находящиеся в стороне от дороги, в основную часть времени распутицы и зимний период становятся недосягаемыми.

В обозримом будущем обстановка с подвижным составом пожарных частей качественно не изменится по причине нехватки бюджетных средств. Проблему подвижности можно попытаться решить, основываясь на практических и теоретических исследованиях проведенных ОНИЛВМ, рассматривающих влияние средств повышения проходимости на изменение тягово-сцепных свойств колесных машин при сохранении управляемости, учитывая работоспособность и долговечность при взаимодействии с полотном пути, возможность передвигаться с установленными конструкциями по дорогам с твердым покрытием без разрушения дороги и самой конструкции, так же трудоемкость при установке, стоимость производства, затраты при эксплуатации. Предварительно произвести анализ местности районов как полотна пути, используя почвенные карты РОСРЕЕСТРа, Лесных фондов, данные метеостанций, уточнить расположение грунтовых и лесных дорог. Проанализировать существующие конструкции на оптимальность применения в данной местности, выявить недостатки, внести конструктивные изменения применительно к разным автомобилям.

УДК 629.113

К.М. ШАШКИНА, С.Ю. КОСТИН, Г.А. КОНИКОВА, А.В. ТУМАСОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ УПРАВЛЯЕМОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕГКИХ КОММЕРЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАСЧЕТОВ И ДОРОЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышению активной безопасности автотранспортных средств уделяется большое внимание как на стадии их проектирования, так и на стадии доводки, при этом о целесообразности тех или иных конструктивных решений судят не только по результатам дорожных испытаний, но также по результатам компьютерного моделирования. Виртуальные модели транспортных средств используются для оценки их эксплуатационных свойств, определения возможных способов совершенствования конструкции, а также для оценки влияния определенных конструктивных изменений на безопасность.

В настоящей работе исследовались свойства управляемости и устойчивости автомобиля ГАЗ-2752 «Соболь». Задачами исследования являлись создание пространственной модели автомобиля и виртуального полигона, необходимых для имитации условий сертификационных испытаний по ГОСТ Р 52302-2004 «Автотранспортные средства. Управляемость и устойчивость. Технические требования. Методы испытания». Моделировались условия входа в поворот и переставки (смены полосы движения). Результаты компьютерного моделирования сопоставлялись с данными дорожных испытаний, проведенных ранее специалистами Испытательной лаборатории НГТУ.

Разработанная модель криволинейного движения автомобиля (рис. 1) учитывает основные конструктивные особенности микроавтобуса ГАЗ-2752. Созданный виртуальный полигон воспроизводит характерные участки автополигона ГАЗ, на котором проводились дорожные испытания (рис. 2). Сопоставление результатов расчетов с данными испытаний по значениям поперечных ускорений позволило установить адекватность виртуальной модели автомобиля.



Рис. 1. Виртуальные испытания



Рис. 2. Дорожные испытания

Проведенные исследования показали, что комплексное использование результатов дорожных испытаний и компьютерного моделирования позволяет выполнять широкий спектр работ по оценке свойств управляемости и устойчивости автомобилей. Однако важным является обоснование и выбор корректных параметров виртуальной модели, существенным образом влияющих на достоверность имитации характера поведения реального объекта.

УДК 629.113

Ю.В. ШАПКИНА, У.Ш. ВАХИДОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКА ВИБРАЦИОННОЙ ЭНЕРГИИ
В СТРУКТУРЕ ДЕТАЛЕЙ, НА ПРИМЕРЕ БАГАЖНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
АВТОМОБИЛЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для дальнейшего усовершенствования в конструкции транспортного средства и его составляющих, с учетом акустических характеристик, а также повышения надежности автомобиля при воздействии вибрационных нагрузок, необходимо использовать инновационные технологии на этапе его расчета и FEM-анализ модели.

Исследование, базирующееся на детальном рассмотрении интенсивности потока механической энергии, является новым шагом в анализе вибро-акустических моделей поведения и наиболее эффективным методом для оценки и контроля вибрации. Этот метод дает возможность для детального рассмотрения потока механической энергии от точки возбуждения корпусного шума и вибрации до точки поглощения. Анализ интенсивности механической энергии дает возможность рассчитать на основе метода конечных элементов (FEM) поток энергии колебаний в структуре и визуализировать его при помощи векторной карты.

Интенсивность - это усредненный поток чистой механической энергии через участок области перпендикулярной направлению распространения энергии. Она является уникальным методом идентификации плотностных волн и тем самым, служит мерой для передачи энергии.

$$I = -\delta \frac{\partial u}{\partial t} = -\delta v = - \begin{bmatrix} \tau_{xx} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \tau_{yy} & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \tau_{zz} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix}$$

Табл. 1. Натуральные частоты пола багажного отделения легкового автомобиля															
№	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Гц	91	104	106	125	137	141	155	161	164	167	176	177	179	185	188

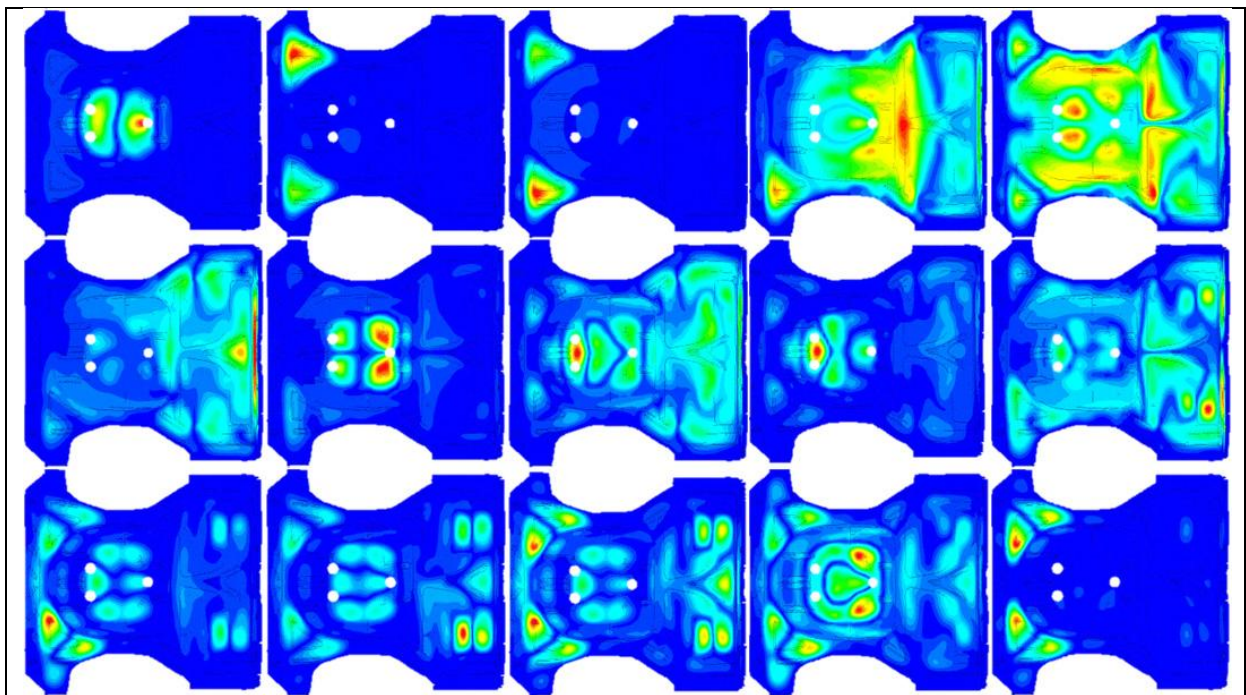


Рис. 1. Картина интенсивности вибрации при различных натуральных частотах, пол багажного отделения легкового автомобиля

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАРТИН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИБРАЦИОННОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ НАГРУЗКИ ПРИЛАГАЕМОЙ К МОДЕЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Для эффективного анализа полей вибрационной интенсивности и их визуализации, в этом исследовании, была разработана система численного моделирования. Система состоит из программы ANSYS, для конечно элементного моделирования и процедуры анализа, и программы HyperView для визуализации полей вибрации на модели.

Математический базис системы обработки данных по результатам расчета вибрационных характеристиках элементов моделей:

$$\langle I \rangle = I_a(f) = \text{Re}(\underline{I}(f)) = \text{Re}(-\underline{\delta}_{RMS}(f) \underline{v}_{RMS}^*(f)) = \text{Re}(0.5(-\underline{\delta}(f) \underline{v}^*(f)))$$

$$I_r(f) = \text{Im}(\underline{I}(f)) = \text{Im}(-\underline{\delta}_{RMS}(f) \underline{v}_{RMS}^*(f)) = \text{Im}(0.5(-\underline{\delta}(f) \underline{v}^*(f)))$$

Из представленных результатов видно, что поток энергии от точки возбуждения (источника энергии) к точке демпфирования (концентратора энергии) может быть четко идентифицирован векторами.

Сравнение картин распределения вибрации, вызванных воздействием точечной силы и давлением на несколько элементов, представлено для элементарной пластины и для модели пола багажного отделения автомобиля рис.1. В результате было установлено, что форма векторной картины интенсивности не зависит от вида возбуждающей силы, при одинаковом расположении точки возбуждения различие выражается только в величине векторов.

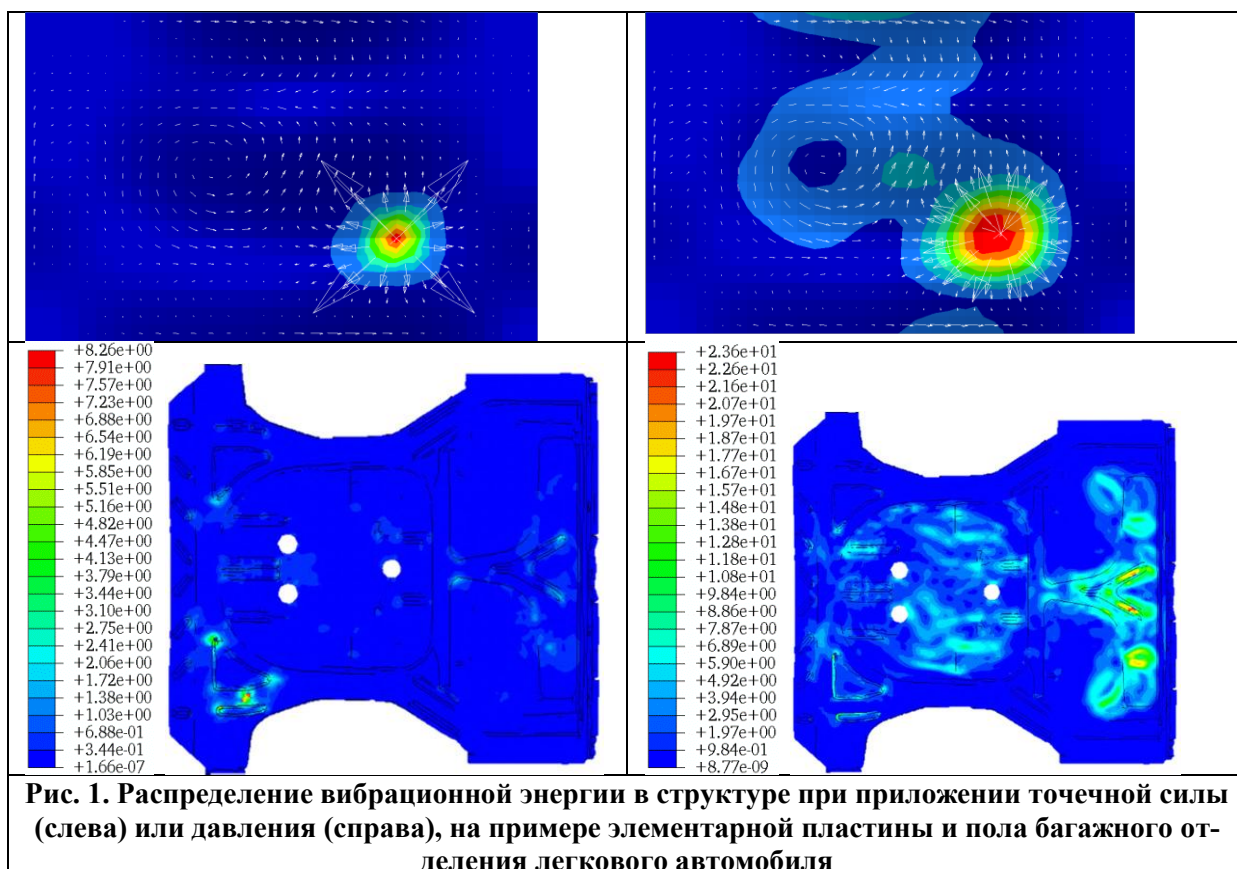


Рис. 1. Распределение вибрационной энергии в структуре при приложении точечной силы (слева) или давления (справа), на примере элементарной пластины и пола багажного отделения легкового автомобиля

ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ НА ШАССИ «ГАЗЕЛЬ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В нашей стране по данным Министерства Природных Ресурсов и Экологии РФ 42% загрязнения атмосферы приходится на выбросы автотранспорта, а в крупных городах (Москва, Санкт-Петербург) до 80-90%. В 2012 году на планете насчитывается порядка 800 млн. автомобилей, к 2030 г. аналитики прогнозируют двух кратное увеличение автомобилей, т.е. до 1,6 млрд., поэтому проблема загрязнений становится глобальнее с каждым годом и приоритетной для всех развитых стран мира.

Известно, что в Европе в настоящее время действуют экологические нормы Евро 5. Дополнительно к этим нормам в европейском Союзе (ЕС) в апреле 2009 г. приняты Правила №443/2009, касающиеся ограничения выбросов CO₂, в соответствии с которыми поставлена цель к 2012 г. по всему парку от новых легковых автомобилей и грузовых до 3,5 т. достичь выбросов 120 г/км; а к 2020 г. до 95 г/км.

Указанные экологические нормы можно достичь использованием автомобилей с гибридной силовой установкой (гибридов) и электромобилей, поэтому исследование и создание гибридных транспортных средств и электромобилей является актуальной проблемой.

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева в настоящее время при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного контракта по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 г.г.» проводятся работы по созданию электромобилей на шасси автомобилей «ГАЗель» и исследования работоспособности их узлов и агрегатов. Разработан и изготовлен первый прототип экспериментального образца электромобиля на базе шасси автомобиля ГАЗ-3302: НГТУ-Электр, принципиальные решения которого, выбранные при компоновке шасси представлены на рисунке 1.

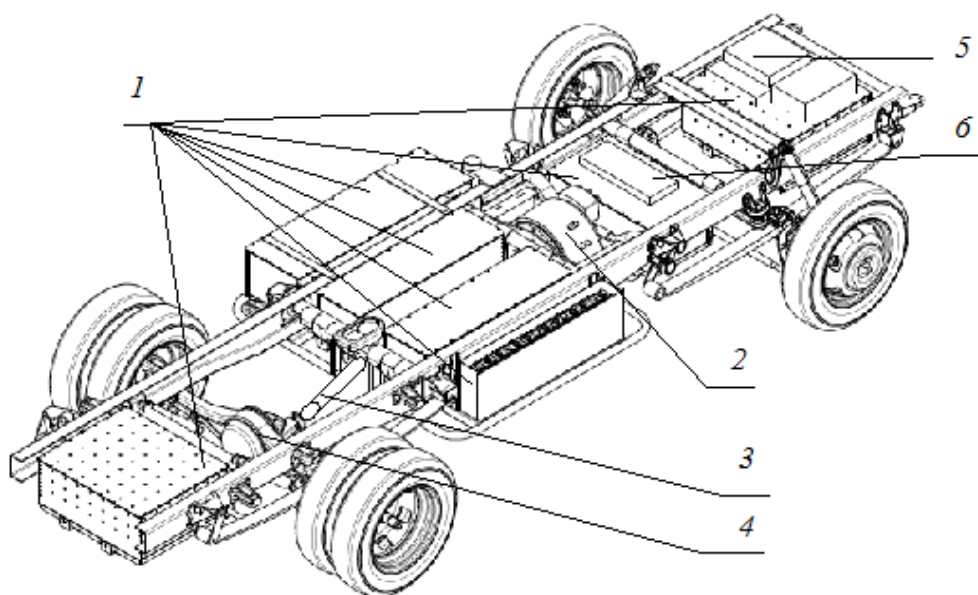


Рис.1 – Компоновочные решения для шасси НГТУ-Электр

1 – аккумуляторные батареи; 2 – электродвигатель; 3 – карданная передача; 4 – задний ведущий мост; 5 – инвертер; 6- зарядное устройство

На рисунке 2 представлен внешний вид экспериментального образца электромобиля НГТУ-Электро.



а)



б)

Рис. 2 - Экспериментальный образец электромобиля НГТУ-Электро

По техническим решениям, заложенным при разработке электромобиля, получен патент РФ на полезную модель №110036 от 24.05.11 г. и подана заявка на полезную модель №2012141848 от 01.10.2012 г.

УДК 629.113

БЕРЕЗНЕВ Д.А, ШАПКИН В.А.

ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В КОНСТРУКЦИИ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из возможных вариантов выявления источников смещений в кинематической цепи рулевого управления является использование специального диагностического блока. В качестве диагностических параметров необходимо использовать величины суммарного люфта и свободного хода рулевого колеса, вызванного зазором в зубчатом зацеплении рулевого механизма. Эти величины должны быть выражены в градусах угла поворота руля.

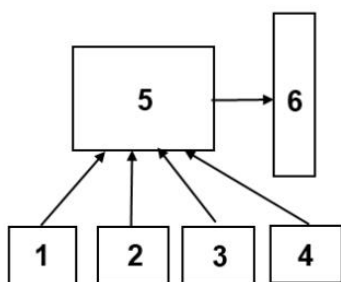


Рис 1. Схема устройства проверки люфтов в рулевом управлении

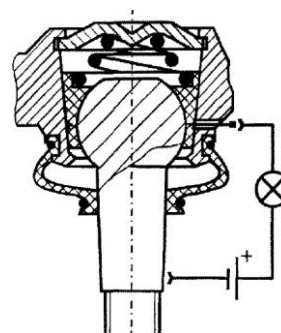


Рис 2. Схема проверки шарнира рулевого управления

В состав блока входят три датчика микроперемещений, два из которых могут быть установлены на оси поворотной стойки (1,2), а один на корпусе рулевого механизма для отслеживания перемещения рейки (3), и один датчик определяет угол поворота рулевого колеса (4). Также необходимо устройство анализа и сравнения полученных данных (5). Многие современные автомобили уже оснащены датчиком угла поворота руля, поэтому необходимо только согласовать его работу с предлагаемым диагностическим устройством. Для остальных автомобилей основой простейшего датчика измерения угловых величин может служить магниторезистор мостового типа.

С помощью подобного устройства можно в любой момент провести диагностирование люфтов в рулевом управлении. Для этого необходимо установить колеса в положение прямолинейного движения, включить устройство, затем выполнить повороты руля влево и вправо до моментов подачи сигнала на табло индикации. Если измеренное значение не превысит нормативного, соответствующая информация отобразится на табло индикации (6). В противном случае устройство переходит в следующий режим работы, когда информация поступает от датчика, установленного на корпусе рулевого механизма. Необходимо снова выполнить повороты рулем, аналогично первому измерению. Если измеренная величина превышает нормативное значение, то на табло выво-

дится информация о неисправности рулевого механизма, в обратном случае выводится информация о неисправности в рулевом приводе.

Статистика отказов рулевого управления показывает, что большая их часть приходится на шаровые шарниры рулевых тяг. Как известно, шарнир имеет неметаллический вкладыш, в котором качается палец. Износ вкладыша чаще всего и является причиной снижения работоспособности шарнира. Для диагностирования шарниров требуется выполнить в этом вкладыше 4 отверстия под токопроводящие элементы. Эти элементы необходимо установить так, чтобы они были отдалены от пальца на расстояние, соответствующее величине предельно – допустимого износа. При значительном износе токопроводящий элемент войдет в контакт с пальцем шарнира. Используя мультиметр или контрольную лампу, при прохождении ТО можно будет проверить наличие контакта, а значит и точно определить потребность в замене.

УДК 629.113

Д.А. БЕРЕЗНЕВ, В.А. ШАПКИН

МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УСТАНОВЛЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ЛЮФТА НА РУЛЕВОМ КОЛЕСЕ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАЗОРА В ЗУБЧАТОМ ЗАЦЕПЛЕНИИ РУЛЕВОГО МЕХАНИЗМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Обладая математической формулировкой зависимости между люфтом на рулевом колесе и зазором в зацеплении, можно не только определить предотказное состояние рулевого механизма, но и спрогнозировать его остаточный ресурс. Значение люфта на рулевом колесе, вызванного только зазором в зацеплении, можно определить, установив датчик микроперемещений, аналогичный датчику стандартного электронного люфтометра на рулевой механизм.

Для определения зависимости необходимо выполнить выборку N рулевых механизмов. Затем многократно провести замеры зазоров в зацеплении и соответствующих им люфтов для набора статистических данных. Результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерений.

№	Зазор в зубчатом зацеплении X, мм	Люфт, град.		
		Y1	Y2	Y3
1	2	3	4	5

Согласно общей методике экспериментальных исследований необходимо:

- проверить однородность выборочных дисперсий;
- рассчитать коэффициенты корреляции между величинами люфта и зазорами в зубчатом зацеплении рулевого механизма;
- определить коэффициенты уравнения регрессии;
- оценить значимость коэффициентов и адекватность уравнения регрессии эксперименту.

Для начала необходимо вычислить среднее арифметическое и дисперсию величин люфта Y по формулам (1) и (2), а также средние значения \bar{X} , \bar{y} и дисперсию $D_{\bar{X}}$ по формулам (3), (4), (5).

Таблица 2. Средние значения и дисперсии случайных величин Y и X (m=3)

№	Зазор в зубчатом зацеплении X, мм	Люфт, град.			$\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i$ (1)	$D_{\bar{y}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (y_j - \bar{y})^2$ (2)
		Y1	Y2	Y3		

1	2	3	4	5	6	7
n	...	Y1n	Y2n	Y3n	\bar{Y}_n	$D_{\bar{Y}_n}$
	\bar{X} $= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ (3)			\bar{y} $= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{y}_i$ (4)		
	$D_{\bar{X}}$ $= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$ (5)					

На следующем этапе необходимо оценить однородность полученного ряда дисперсий по G – критерию Кохрена и определить абсолютную погрешность оценки величины люфта - $S_{\bar{Y}}$.

Наличие связи и степень связи между двумя случайными величинами определяется коэффициентами ковариации и корреляции, которые находятся из выражений:

$$k_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y}) \quad (6)$$

$$r = \frac{m_{xy}}{S_x S_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \bar{y})^2}} \quad (7)$$

Далее находим коэффициенты уравнения регрессии и проверяем их на адекватность. Коэффициенты уравнения находим по методу наименьших квадратов. В одномерном случае они определяются из выражений:

$$\bar{y} = a\bar{x} + b, \quad (8)$$

где $a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ $b = \bar{y} - a\bar{x}$ (9)

Теперь, когда коэффициенты определены, остается произвести проверку их значимости по t – критерию Стьюдента и адекватности по F – критерию Фишера.

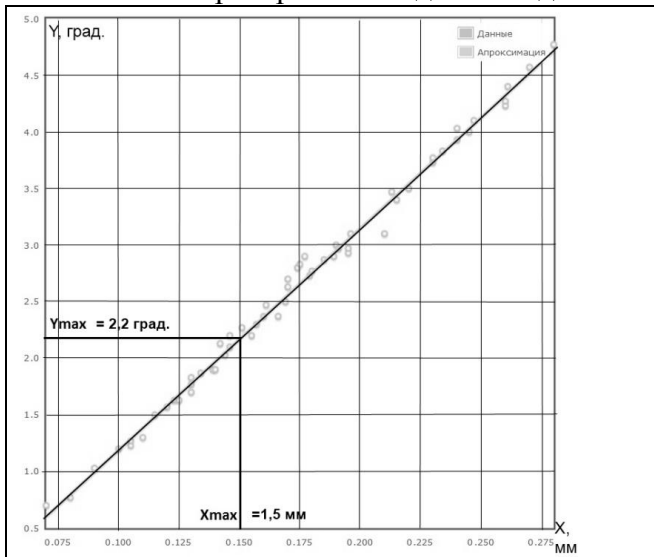


Рис. 1 Зависимость люфта в градусах от зазора в зацеплении, мм

Получив математическую зависимость двух величин, характеризующих техническое состояние рулевого механизма, можно построить график, который будет наглядно отображать текущее значение зазора в зацеплении после замера люфта. Кроме того, зная максимально допустимое значение зазора, установленное заводом - изготовителем можно определить угол люфта, при котором необходимо проводить либо регулировку, либо замену механизма. Отслеживая динамику продвижения по линии зависимости конкретного автомобиля также можно спрогнозировать пробег до отказа.

Список литературы

1. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С.Вентцель, Л.А. Овчаров - М.: Наука, 1988.- 480 с.
2. Кудрин, А. И. Люфт-детекторы для контроля элементов подвески и рулевого управления автомобиля/А. И. Кудрин, А. А. Блюденов. // Сб.тр.-Челябинск: Изд-во ЮУрГУ,2002.-С. 124-130.

3. Третьяк, Л.Н. Обработка результатов наблюдений: Учебное пособие / Л.Н. Третьяк. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. -171 с.

УДК 629. 113

И.А. БОГАТЕНКОВ, Н.Т. ЛОЗОВСКИЙ

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗель

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эффективность работы автомобильного транспорта базируется на надежности подвижного состава, которая обеспечивается в процессе его производства, эксплуатации и ремонта, в том числе: совершенством конструкции и качеством изготовления; своевременным и качественным выполнением технического обслуживания и ремонта; своевременным обеспечением и использованием нормативных запасов материалов и запасных частей высокого качества и необходимой номенклатуры; соблюдением государственных стандартов и правил технической эксплуатации.

Сегодня «труженицы» ГАЗели стали неотъемлемой чертой городского пейзажа. Однако первые годы эксплуатации показали, что эта машина была недостаточно надежна, что зачастую приводило к излишне частой аварийности. По данным эксплуатационников реальный ресурс и надежность ряда систем и агрегатов ГАЗели был ниже официального, заявленного заводом-изготовителем. Так для тормозной системы и заднего моста он оказался ниже почти на четверть, из-за этого значительно увеличился уровень дорожно-транспортных происшествий. Кроме того двигатели ЗМЗ, которые, по сути, были переработанным мотором ГАЗ-24, предназначенным, прежде всего, для легковых автомобилей, имели ряд минусов. При применении этих двигателей на более тяжелых и нагружаемых «ГАЗелях» проявились следующие недостатки: недостаточные тягово-скоростные характеристики и напряженный тепловой режим, часто приводящий к перегреву двигателя. В результате конкурентоспособность машины стала быстро падать. Чтобы спасти положение, необходимо было принять серьезные меры для устранения выявленных недостатков.

С учетом вышесказанного было разработано и опробовано несколько двигателей. Более удачным оказался мотор УМЗ – 4216 с системой впрыска топлива, который начал устанавливаться на автомобиль ГАЗель Бизнес с 2007г. Он более экономичен и соответствует мировому экологическому стандарту "Евро-3". На нем устанавливаются некоторые импортные узлы и детали (форсунки, поршневые кольца и пр.) Заявленный моторесурс двигателя — 250 тыс. км пробега. Но и у этого двигателя есть свои недостатки: появляются трещины в коллекторе; ненадежен стартер с редуктором; часто выходит из строя электромагнитная муфта включения вентилятора. Также начинают устанавливать двигатели Cummins ISF 2.8. Он имеет турбонаддув, высокий крутящий момент в 297нм, небольшой расход топлива(10-12 л.), В системе охлаждения используется вязкостная муфта. Чтобы зимой двигатель легко заводился и в кабине было тепло, под капот ставят догреватель охлаждающей жидкости и одновременно предпусковой подогреватель Webasto. Ресурс двигателя более 500 тыс. км.

Существенные изменения потребовались для трансмиссии, подвески и тормозной системы: завод стал устанавливать импортное немецкое сцепление ZF SACHS, что позволило увеличить ресурс данного узла до 100 тыс. км.; в КПП установили подшипники и синхронизаторы немецкой фирмы Hoerbiger (ресурс возрос до 300 тыс. км.); конструктивной и технологической доработке был подвергнут задний мост (в т.ч. его оснастили блокирующимся дифференциалом); с 2011г. ставят амортизаторы немецкой

фирмы SACHS; вместо прежней балки передней оси будет ставиться независимая подвеска, в едином блоке с ней устанавливается реечное рулевое управление ZF с усилителем. В тормозную систему ввели компактный усилитель фирмы BOSCH и систему ABS. Кроме того скорректировали внешность автомобиля. Все вышеуказанные доработки позволили сократить тормозной путь на 3 метра, повысить динамические качества, экологичность, комфортабельность, надежность и безопасность машины и, как следствие, повысить общий статус автомобиля. Сопоставление ресурса узлов и агрегатов дано в таблице.

Агрегат, узел	Ресурс, тыс. км.	
	исходный	после доработки
Двигатель	80	500
Сцепление	20	100
Коробка переем. передач	60	300
Карданная передача	100	300
Задний мост	20	300
Рулевое управление	60	300
Тормозная система	40	300
Гарантия на окраску	20	100

УДК 629.113

И.А. БОГАТЕНКОВ, Н.Т. ЛОЗОВСКИЙ

РАЗВИТИЕ КОММЕРЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗ

Нижегородский государственный технический университет им. А.Е. Алексева

С 1975 года Горьковский автозавод прекратил выпуск автомобилей ГАЗ-51А (г/п 2,5 т.) и перешел на выпуск более тяжелых машин ГАЗ-53А (г/п 4.0 т.). Вскоре обнаружился острый дефицит в машинах грузоподъемностью менее 2,0 тонн. Для успешной конкуренции на рынках было решено разработать и начать выпуск принципиально новых автомобилей грузоподъемностью 1,5 тонны. Согласно новой экономической моде этот типоразмер автомобилей стал называться «коммерческим». Такими образом в 1994 году ГАЗ приступил к выпуску «ГАЗелей». Рамная конструкция шасси этой машины позволила создать на ее базе ряд модификаций (автобусы, фургоны, самосвалы, спецмашины и пр.). Благодаря этой машине ГАЗ преодолел кризис лихой эпохи «перестройки» в России. Однако первые годы выпуска показали, что автомобиль имеет ряд существенных недостатков. По данным эксплуатационников реальный ресурс и надежность ряда систем и агрегатов ГАЗели был ниже официального, заявленного заводом-изготовителем. Так для тормозной системы и заднего моста он оказался ниже почти на четверть, из-за этого значительно увеличился уровень дорожно-транспортных происшествий. Из-за обрыва чулка заднего моста отваливались задние колеса и выходила из строя тормозная система, сильная коррозия кузова и дисков колес, неполадки в рулевом управлении, применяемая резина не обеспечивала машине необходимую проходимость, трудности в обслуживании задних колес. Кроме того двигатели ЗМЗ, предназначенные прежде всего для легковых автомобилей, имели ряд минусов. При применении этих двигателей на более тяжелых «ГАЗелях» проявились следующие недостатки: заниженные тягово-скоростные характеристики и напряженный тепловой режим, часто приводящий к перегреву двигателя. В результате конкурентоспособность машины стала быстро падать. Чтобы спасти положение, необходимо было принять серьезные меры для устранения выявленных недостатков.

С учетом вышесказанного было разработано и опробовано несколько двигателей. Более удачным оказался мотор УМЗ – 4216 с системой впрыска топлива, он более экономичен и соответствует мировому экологическому стандарту "Евро-3". Но и у этого двигателя есть свои недостатки: появляются трещины в коллекторе; ненадежен стартер с редуктором; часто выходит из строя электромагнитная муфта включения вентилятора. Также начинают устанавливать двигатели Cummins ISF 2.8. Он имеет турбонаддув, высокий крутящий момент и небольшой расход топлива. В системе охлаждения используется вязкостная муфта. Чтобы зимой двигатель легко заводился и в кабине было тепло, ставят предпусковой подогреватель Webasto. Применили двухлистовую ресоры взаимозаменяемую для передней и задней подвески. Существенные изменения потребовались для трансмиссии, подвески и тормозной системы: завод стал устанавливать импортное немецкое сцепление ZF SACHS; в КПП установили подшипники и синхронизаторы немецкой фирмы Hoerbiger; конструктивной и технологической доработке был подвергнут задний мост; с 2011г. ставят амортизаторы немецкой фирмы SACHS; вместо прежней балки передней оси будет ставиться независимая подвеска, в едином блоке с ней устанавливается реечное рулевое управление ZF с усилителем. В тормозную систему ввели компактный усилитель фирмы BOSCH и систему ABS. Существенно улучшает проходимость машины резина типа Я-462. Кроме того скорректировали внешность автомобиля и улучшили технологию обработки и окраски кузова. Все вышеуказанные доработки позволили сократить тормозной путь на 3 метра, повысить динамические качества, экологичность, комфортабельность, надежность и безопасность машины и, как следствие, повысить общий статус автомобиля.

С вступлением в ВТО существенно усилилась конкуренция на авторынке, поэтому было решено ввести дополнительные меры, провести унификацию и расширить номенклатуру выпускаемых машин. Приступают к выпуску новых машин ГАЗель NEXT. На них вместо прежней балки передней оси будет стоять независимая подвеска в едином блоке с реечным рулевым управление ZF. Новая Газель получила в базовую комплектацию зеркала с подогревом, электрокорректор фар, в зависимости от комплектации электростеклоподъемники, кондиционер, расширенную аудиосистему с входом под флэшнакопитель. Приборная панель стала удобнее и эргономичнее. Появились полноприводная и битопливная ГАЗели. Также готовятся к выпуску переднеприводные автомобили Ford Transit и FIAT DUKATO у них несколько иная передняя подвеска, взамен заднего моста пришла балка с зависимой подвеской, да и задние колеса односкатные, что облегчает размещение груза в фургоне. Двухконтурная тормозная система оснащена дисковыми тормозными механизмами передних и задних колес. Платформа и борта грузовых ГАЗелей предполагается изготавливать из алюминиевых сплавов или прочного пластика и, кроме того, борта будут закрывать тентом. Для пассажирских микроавтобусов разрабатывается поворотный механизм кресла - при желании можно развернуться лицом к сидящему сзади собеседнику. Существенно расширятся возможности трансформации салона благодаря удобным сиденьям со встроенными ремнями безопасности.

Правда, эти новшества появятся после того, как обновленные машины пойдут в серию.

ВЫВОДЫ.

В результате проведенных изменений повысилась конкурентоспособность автомобиля, в т.ч.:

1. Повысились техническая безопасность и экономичность автомобилей ГАЗель;
2. Увеличился ресурс основных узлов и агрегатов автомобиля до 300 тыс.км.;
3. Повысились экологичность и тягово–динамические качества автомобиля.

АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ГИБДД обнародовала данные о состоянии аварийности на российских дорогах за первые пять месяцев 2012 года. С января по май в стране произошло 66 247 ДТП с пострадавшими, что на 8% больше, чем за аналогичный период прошлого года. В авариях погибли 8295 человек (рост на 4,1%), а еще 84 682 получили различные травмы (рост 10,3%).

Только в мае в России было зафиксировано более 17500 аварий, в которых погибли 2135 человек, а еще более 22 304 получили ранения.

Значительные масштабы и размеры ущерба от аварийности, высокий уровень числа погибших в ДТП, а так же наблюдающийся в последние годы рост показателей аварийности в России дает основания для оценки дорожно-транспортной аварийности как одной из важнейших социально-экономических проблем, которая требует неотложного решения на государственном уровне.

Анализ результатов ранжирования эксплуатационных свойств автотранспортных средств (далее – АТС) показал, что одной из главных потребностей потенциальных автовладельцев была и остается безопасность АТС.

Следует отметить, что, несмотря на реформу техосмотра, растет высокими темпами количество аварий из-за плохого технического состояния транспортных средств. За пять месяцев этого года было зафиксировано 328 таких ДТП, что на 19,7% больше, чем за аналогичный период прошлого года. В таких авариях погибли 79 человек (рост 43,6%), а еще 470 получили ранения (рост 35,4%).

В Советском Союзе ведущими автомобильными заводами была создана сеть фирменных сервисных станций, на которых проводились техническое обслуживание и ремонт автомобилей, находящихся в общественном и частном пользовании. Они осуществляли техническое обслуживание и текущий ремонт в соответствии с регламентированными технологическими процессами и передавали (или могли передавать) головным предприятиям-изготовителям информацию о количестве и характере дефектов обслуживаемых автомобилей как в гарантийный, так и в послегарантийный периоды. Эта информация служила основой для планомерной модернизации выпускаемой продукции с целью повышения ее качества. В период реформ данная "вертикальная" подчиненность сервисных станций предприятиям-изготовителям была разрушена. На их базе образовалось множество предприятий различных форм собственности. В результате автомобильные заводы лишились жизненно важной для них информации о характере и количестве дефектов, появляющихся в процессе эксплуатации выпускаемых ими АТС.

На данный момент конструктор, после того, как спроектированный им автомобиль прошел приемочные и прочие испытания и поставлен на производство, не имеет достаточной информации о том, каковы характерные неисправности и дефекты, их количество, потому что *в нашей стране не существует подобных статистических данных.*

Разработанная система сбора и обработки статистической информации по результатам контроля АТС позволит заводам-изготовителям совершенствовать конструкцию и технологии производства узлов и агрегатов АТС; создавать рекомендации по техническому обслуживанию и ремонту на станциях технического обслуживания; страховым организациям - вводить аргументированные поправочные коэффициенты при страховании автомобилей; автовладельцам - иметь объективную информацию о качестве изго-

товления транспортных средств. Что в свою очередь приведет к снижению темпов роста и количеству ДТП, связанных с технической неисправностью транспортных средств.

УДК 621.431

Н.А. ВИЛКОВ, Л.А. БЕРДНИКОВ, И.А. СУВОРОВ, А.С. НЕГОДЯЕВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ФОРСИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Изучение организации деятельности транспортных компаний показало, что в последнее время вопрос минимизации эксплуатационных издержек встал особенно остро. Во многом это объясняется значительным удорожанием запасных частей а также сопутствующими издержками, связанными с отказами, произошедшими в пути.

По данным аналитического агентства Автостат на автомобили КамАЗ приходится 21,9% парка грузовых автомобилей в России. Оценка надежности систем автомобилей КамАЗ показала, что 30-35% отказов приходится на силовой агрегат, а одной из самых распространенных причин (по разным данным 6-9% от общего числа) отказов является выход из строя турбокомпрессора.

Основным фактором, влияющим на снижение значения параметра наработки на отказ, является повышенный износ деталей турбокомпрессора при его инерционной работе после остановки двигателя в условиях недостаточного давления масла и связанный с этим перегрев подшипников, а также, нарушения теплообмена и закоксовывание узла.

В настоящее время тема повышения надежности турбокомпрессоров, в силу широкого распространения высокофорсированных двигателей, является очень актуальной. Из проанализированных работ выделяется методика повышения надежности предложенная Асояном А.Р., заключающаяся в установке отдельного масляного насоса с электроприводом и ряда других мер, позволяющая увеличить параметр наработки на отказ с 41т.км. в 4 раза.

В результате изучения ряда исследований представляется альтернативный способ повышения долговечности силовых установок автомобилей КамАЗ. Предлагается применение комплекса мер, включающего в себя установку на автомобили турботаймера, применения высококачественных масел созданных для высокофорсированных двигателей, обязательное проведение обучения водителей на предмет, так называемого, экономичного вождения, направленного, в том числе, и на увеличение ресурса всего автомобиля, а также, установка современных систем мониторинга транспорта с возможностью дистанционного наблюдения за водителем и состоянием автомобиля с целью повышения дисциплинированности персонала. Этот способ, по приблизительным оценкам, позволит увеличить наработку силовой установки на 80-90%, в сочетании с относительно невысокими затратами на внедрение представляется перспективным для дальнейших исследований.

Впоследствии планируется провести ряд исследований для получения точных данных об эффективности применяемых средств, как в комплексе, так и изучения возможности применения их по отдельности, а так же расчета сроков окупаемости и других экономических параметров.

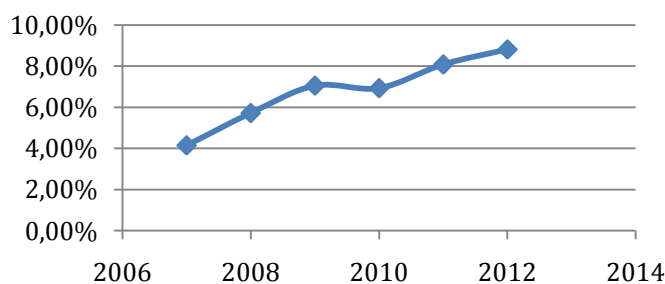
ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ РЫНКА ДИЗЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева

Дизельные двигатели пока еще не получили широкого распространения на рынке, хотя их доля за период с 2007 г. по июль 2012 г. выросла более чем в два раза – с 4,2% до 8,8%.

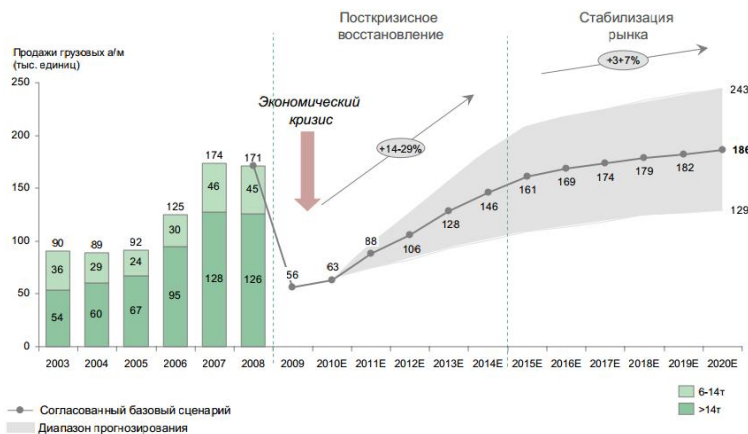
Локомотивом роста доли дизельных автомобилей в России в последние три года являются легкие коммерческие автомобили. Среди них доля дизельного транспорта начала интенсивно расти с 2010 года, и за это время увеличилась почти в два раза – с 25,03% до 48,96%. Таким образом, по итогам января-июля 2012 года, каждый второй проданный в России легкий коммерческий автомобиль был оснащен дизельным двигателем.

До этого времени интенсивно увеличивалась доля дизельных автомобилей среди SUV – с 2007 по 2009 гг. она выросла на 6,6%, до 19,8% от общего количества продаж SUV. Однако, за последующие годы дальнейшего роста доли дизельных автомобилей среди SUV не наблюдалось: она стабильно составляет около 19% продаж SUV. Дальнейший рост продаж дизельных автомобилей в этом сегменте будет зависеть от ввода очередных экологических классов для автомобильного топлива и от стоимости дизельного топлива в России.

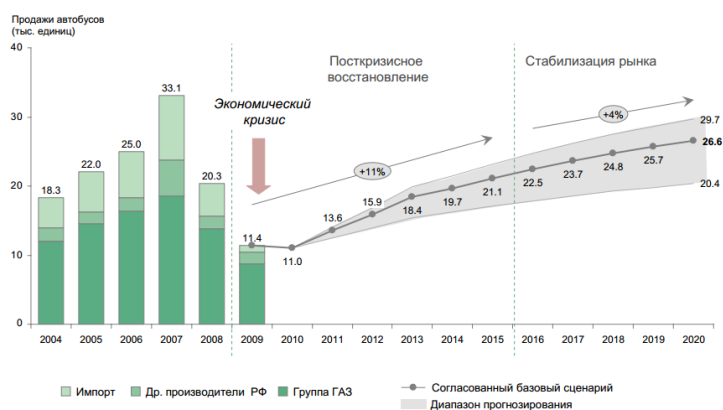


Динамика доли продаж дизельных автомобилей на российском рынке легковых и легких коммерческих автомобилей, 2007-2012гг.,%

Функционирование рынка грузовых автомобилей, спрогнозированное до 2020 года



Функционирование рынка автобусов, спрогнозированное до 2020 года



Из графиков видно, что прогнозируется умеренный прирост автомобильного парка в сегментах: автобусы, грузовые автомобили и легкие коммерческие автомобили. Парк автомобилей в этих сегментах будет обновляться именно автомобилями с дизельными двигателями, так как дизельные двигатели намного экономичнее, тяговитее, а так же выхлопы экологически чище, чем у бензиновых двигателей.

Не стоит забывать и о том, что в 2012 году Россия вступила в ВТО. Обязательства России в рамках ВТО предполагают значительное снижение таможенных пошлин на автотранспорт. А это значит, что в сегментах: автобусы, грузовые автомобили и легкие коммерческие автомобили увеличится импорт дизельных автомобилей, так как за границей в этих сегментах уже давно преобладают автомобили с дизельным двигателем.

Почему дизельный транспорт постепенно набирает обороты

Широкий ассортимент производимых автомобилей на дизельном топливе.

Для автолюбителей дешевле обходится эксплуатация дизельных автомобилей по сравнению с бензиновыми.

Востребованность транспортных средств с повышенной проходимостью – внедорожников, для которых дизельное топливо является наиболее подходящим.

Постепенный переход на дизель хорошего качества (правда, не по всей территории России, а только в крупных городах).

Обстоятельства, тормозящие глобальное развитие дизельного транспорта

Высокая цена на дизельные автомобили, причем настолько, что весь «выигрыш» от умеренного расхода топлива частично способен компенсировать разницу в ценах при покупке.

Стоимость дизеля. В последнее время цена на «солярку» практически сравнялась со стоимостью девяносто пятого бензина, поэтому стереотип об экономичности дизельного двигателя все больше вызывает вопрос.

Отсутствие больших пробегов. Люди с Европы много путешествуют, иногда годовой пробег достигает шестидесяти тысяч километров, по этой причине экономия на топливе становится значительной, чего нельзя сказать о россиянах.

УДК 629

П.С. ЗАВАДА, А.Л. МАЛЫГИН

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА АТС ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ГРУЗОВ

Держинский политехнический институт
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева

Разработка типоразмерного ряда АТС направлена на повышение их эффективности при перевозке оборудования для химической, нефтехимической, газоперерабатывающей отраслей промышленности.

Для его разработки необходимо, прежде всего, определить масштабы спроса, характеризующие потребность в продукции с различными значениями параметров. Определение исходных данных спроса является самостоятельной задачей маркетингового исследования. Разработанный типоразмерный ряд будет основой для принятия решения.

АТС для грузов цилиндрической формы относятся к автомобильным транспортным средствам, у которых определяющие параметры грузовых площадок обуславливаются размерными характеристиками перевозимых грузов. При разработке типоразмерного ряда принимаются следующие основные положения:

- транспортировка конструкций осуществляется автопоездами в составе автомобильного седельного тягача и специализированного полуприцепа с лонжеронной рамой, обеспечивающей минимальную высоту транспортного средства с грузом, которая не должна превышать 4,0м;

- тягач и специализированный прицеп должны быть оборудованы пневмоподвеской для снижения высоты перевозимого изделия, в транспортном положении при проезде под габаритным, по высоте, препятствием;

- параметры типоразмеров устанавливаются на основе анализа габаритно-массовых параметров конструкции и требования по их перевозке, с учетом требований государственных стандартов;

- в состав типоразмерного ряда должны входить транспортные средства группы А и группы Б, исходя из несущей способности дорожной сети.

Минимально допустимая погрузочная высота транспортного средства является величиной зависящей от диаметра колес полуприцепа, полного хода подвески на сжатие, толщины рамы, наличия системы управления поворотом, радиуса продольной проходимости длиннобазных транспортных средств. Когда ширина изделия превышает требования государственного стандарта (2,5м), перевозка такой конструкции должна осуществляться с соблюдением специальных требований по обеспечению безопасности движения.

Пример перевозки продукции ОАО «Дзержинскхиммаш» представлен на рис. 1.

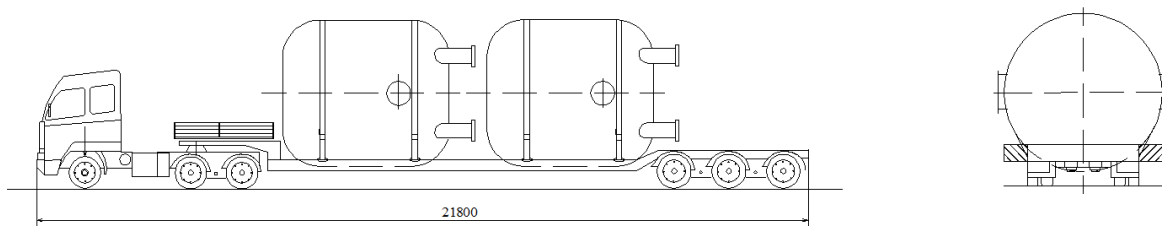


Рис. 1- Пример перевозки цилиндрических грузов (песчаный фильтр)

Список литературы

1. Грифф, М.И. Основы создания и развития специализированного автотранспорта для строительства /М.И. Грифф // М.:Издательство АСВ, 2003.-144 стр.

УДК 629.113

А.И. КУЗИН, В.А. ШАПКИН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕДУСЛОВНЫХ ОТОПИТЕЛЕЙ – ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ НАДЕЖНОГО ПУСКА ДВИГАТЕЛЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Специфика природно-климатических условий в зимний период обуславливает целый ряд особенностей эксплуатации автомобилей.

К ним относят затрудненный пуск двигателей, особенно дизельных, при низких температурах окружающего воздуха. При пуске холодного двигателя в таких условиях, с одной стороны, имеет место значительное увеличение сопротивления вращению коленчатого вала вследствие повышения вязкости масла в двигателе, с другой, уменьшение мощности, отдаваемой аккумуляторной батареей, вследствие падения напряжения на зажимах и уменьшения ее емкости из-за увеличения внутреннего сопротивления батареи и вязкости электролита. Это приводит к значительному уменьшению частоты вращения коленчатого вала при пуске, к ограничению возможности пуска двигателя стартером. Низкие температуры окружающего воздуха и малая пусковая частота вращения приводят также к ухудшению искрообразования в свечах зажигания вследствие резкого снижения напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания. У дизельного двигателя при низких температурах (в цилиндры поступает холодный воздух) и малой пусковой частоте вращения ухудшаются условия для достижения в конце такта сжатия необходимой для воспламенения топлива температуры воздуха. Кроме того, имеющее при этом место повышение вязкости топлива и уменьшение скорости его впрыска вызывают ухудшение распыливания топлива в цилиндрах дизеля. Все это затрудняет пуск холодного двигателя при низких температурах.

Надежность пуска двигателей автомобилей, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур, может обеспечиваться применением системы предпускового подогрева, использованием соответствующих топлив и масел, специальных устройств для обеспечения пуска холодного двигателя, системы теплоизоляции и подогрева аккумуляторных батарей.

Для предпускового индивидуального подогрева двигателей используются встроенные предпусковые подогреватели типа ПЖБ, работающие на бензине, или типа ПЖД — на дизельном топливе. Они обеспечивают одновременный разогрев охлаждающей жидкости в системе охлаждения и масла в картере.

Преимущества предпускового подогрева еще до начала поездки:

- двигатель прогрет и легко заводится – а это не только экономит время и силы, но и позволяет заметно снизить потребление топлива, общую нагрузку на аккумулятор, износ двигателя и объем вредных выбросов;

- в салоне тепло, что повышает удобство вождения, улучшает реакцию и дает возможность спокойно пристегнуть ремень (не нужно сидеть в машине в громоздкой верхней одежде);

- стекла свободны ото льда и снега, не запотевают, не примерзают «дворники», отсюда хороший обзор с самого начала поездки и повышение ее безопасности в целом.

Предпусковой автономный подогреватель-отопитель представляет собой компактный прибор, который устанавливается в моторном отсеке. Теплообменник отопителя подсоединяется к охлаждающему контуру двигателя, электроника – к бортовой сети, а система подачи топлива – к топливному баку автомобиля.

Рассмотрим устройство типового автономного отопителя на примере системы Hydronic компании Eberspacher. Патрубки отопителя, расположенные на его торцевой стороне, подсоединяются к жидкостной системе охлаждения автомобиля. А находящийся там же топливный патрубок – к топливной системе. Для подключения к бортовой сети автомобиля внизу отопителя находится кабель со штекером. Центральное место в отопителе занимает теплообменник с расположенной внутри камерой сгорания, в которой происходит горение топлива. В результате циркулирующая с помощью встроенного насоса жидкость в рубашке теплообменника нагревается и закачивается в двигатель, постепенно его нагревая.

Сразу после включения происходит продувка камеры сгорания с помощью электровентилятора отопителя для удаления остатков продуктов горения. Под действием поданного напряжения свеча накаливания разогревается и воспламеняет топливоздушную смесь. Топливо подается в камеру сгорания дозировочным насосом, туда же с помощью электровентилятора поступает нужный для горения воздух. Воздух в горелке разгоняется подобно известному примусу, достигая скорости примерно 50 м/с. При работе отопителя слышен своеобразный гул. После прогрева камеры сгорания топливо самовоспламеняется от ее горячих стенок, а свеча накаливания выключается. Наличие горения контролирует датчик пламени. Также датчиками температуры и перегрева контролируется и автоматически регулируется состояние жидкости, циркулирующей в отопителях. Если температура жидкости превышает пороговую, то сокращается подача топлива, и мощность отопителя автоматически уменьшается, и он переходит в режим частичной нагрузки или выключается. При снижении температуры ниже пороговой отопитель включается вновь. Система диагностики, встроенной в блок управления, непрерывно контролирует работу и производит в необходимых случаях его аварийное отключение.

Хотя предпусковой подогрев двигателя – основная цель работы жидкостной печки, но она же поможет прогреть салон, используя его штатный отопитель, что не вполне соответствует назначению прибора. Чтобы салон обогревался, отопитель и его вентилятор должны быть включены. Недостаток такого обогрева салона – сравнительно высокое потребление электроэнергии. Сама печка имеет небольшой расход, но, когда требуется обогреть салон, параллельно с ней работает еще и салонный вентилятор, т.е. потребление энергии возрастает почти вдвое. В результате, греясь несколько часов при выключенном моторе за счет «автономки», водитель просто рискует сильно посадить аккумулятор. В некоторых устройствах включение вентилятора отопителя производится с определенной задержкой через реле, управляемое электроникой подогревателя. Задержка включения вентилятора позволяет вначале быстрее подогреть двигатель и лишь потом обогреть салон.

В автономных отопителях предусмотрено несколько способов их включения. Простейший – включение кнопкой. Дистанционное включение – с помощью пульта с расстояния до 1000 м или командой по телефону в пределах зоны действия сотовой связи. Наличие таймера в системе позволяет запрограммировать несколько значений времени автоматического включения отопителя (разновидности управления указаны у конкретных моделей).

Таким образом, использование предпусковых отопителей – подогревателей повышает безотказность, долговечность двигателя, а так же безопасность вождения, что является важной задачей технической эксплуатации автомобилей

Список литературы

Найман В.С. Все о предпусковых обогревателях и отопителях – М: Астрель, 2006. – 86 с

УДК 621.431.73

А.А. ПИКУЛЬКИН, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ ТЕРМОПАРАМИ ВСТРОЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е.Алексеева

В настоящее время автомобили, силовые агрегаты которых работают при форсированных режимах нагружения, изготовители оборудуют средствами встроенной диагностики. К числу таких устройств следует отнести и термопары в системах выпуска отработавших газов. Наиболее доступный и простой способ – это установка термопар в выпускных трубах непосредственно за выпускными коллекторами. Более точные результаты измерений обеспечивают термопары, установленные на последнем, наиболее горячем патрубке выпускного коллектора. При нагрузках на автомобиль близких к максимальным температура выхлопных газов в спортивных моделях и для тяжелых грузовиков может достигать 650...850°С, что соответствует температуре верхнего поршневого кольца $\approx 300^\circ\text{C}$. Такая температура близка к критическим значениям, так как ее повышение до 320...330°С является опасным для деталей цилиндра-поршневой группы даже при работе на моторных маслах групп Γ_2 и Д. Для оценки погрешности измерений температуры в потоке горячего газа с частичным торможением экраном термопары можно использовать выражения (1), (2) и (3).

Уравнение сохранения энергии A для движущегося газа в потоке:

$$A = \left[w^2 / (2g) \right] = C_p t_3 - t . \quad (1)$$

Температура заторможенного газа на поверхности экрана t_3 :

$$t_3 = t + A(w^2 / 2gC_p) . \quad (2)$$

Температура газа t_3 в патрубке выпускного коллектора $\varnothing 30$ мм при частичном торможении экраном термопары с размерами $D_{\text{нар}} \times L_{\text{нар}}$ составит

$$t'_3 = t + r \left[Aw^2 / (2gC_p) \right] . \quad (3)$$

где A – термический эквивалент работы;

t – температура газа в потоке (°С);

C_p – удельная теплоемкость газа при постоянном давлении;

w – скорость газа в потоке;

g – ускорение силы тяжести;

t_3 – температура заторможенного газа вследствие помехи ламинарному движению в выпускном патрубке:

$r_b < 1$ – «коэффициент восстановления» ламинарного потока, учитывающий влияние «ветровой тени» экрана термопары (в нашем случае $D_{\text{нар}} \times L_b = 15 \times 20$ мм) и экраном круглой формы изменялся в пределах 0,07...0,22 при испытаниях двигателей V-8 ЗМЗ.24-24.

УДК 621.431.73

А.А. ПИКУЛЬКИН, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВС ПРИ ПРОДЛЕННОМ ВПРЫСКЕ ТОПЛИВА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

При оценке эффекта продленного впрыска топлива в цилиндры ДВС наблюдался прирост площади индикаторной диаграммы на линии расширения. Как следствие этого, на 8...12% повышалась мощность автомобильных двигателей и на 2...3% увеличивался

индикаторный КПД цикла. Испытаниям подвергались двигатели ГАЗ-53Ф различных модификаций (рабочий объем 3,48 л., степень сжатия 7,8, максимальная мощность 87 л.с. при 3200 мин⁻¹).

Испытания проводились в лаборатории автомобильного института. Наибольший эффект был получен для двигателей с форкамерно-факельным воспламенением смеси и раздельными камерами сгорания.

Углубление отверстий для установки свечей зажигания на огневых поверхностях камер сгорания показало, что для двигателей ГАЗ-24-14 (V6-60°, 3,0 л), модификаций двигателей ЗМЗ-402.10 (2,45 л) и модификаций ЗМЗ-V8 (4,25 л) слабый «форкамерный» эффект наблюдался вследствие послойного распределения горючей смеси в зоне электродов свечи.

Диаграммы идеального цикла в координатах $P-V$ и $T-S$ с дополнительным подводом теплоты на линии расширения (цикл проф. Н.Г.Мозохина) показаны на рис. 1. При установке головок с усовершенствованной формой камер сгорания при ремонте ДВС параметры рабочих процессов действительных циклов улучшились, а максимальное давление цикла P_t не превышало допустимых величин.

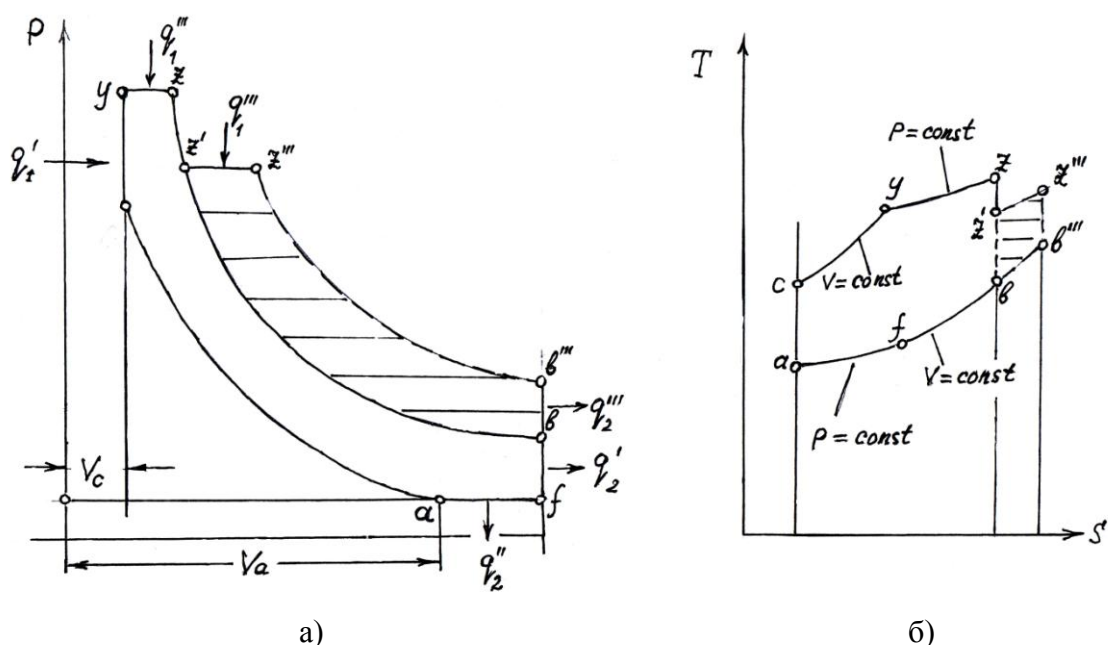


Рис.1. Идеальный цикл поршневого ДВС с дополнительным подводом теплоты на линии расширения рабочего тела:
 а) в координатах $P-V$; б) в координатах $T-S$

УДК 621.431.73

А.А. ПИКУЛЬКИН, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ, В.Н. КРАВЧЕНКО

**ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ТОРМОЖЕНИЯ ГОРЯЧЕГО ГАЗА ДАТЧИКОМ
 ТЕМПЕРАТУРЫ В ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЕ ДВИГАТЕЛЕЙ V-8 ЗМЗ 24-24
 С ДИАМЕТРОМ ЦИЛИНРОВ 100 мм И РАБОЧИМ ОБЪЕМОМ 5,5 дм³**

Нижегородский государственный университет им. Р.Е.Алексеева

Для экспериментальных исследований транспортных двигателей специального назначения были проведены исследования температурных полей их деталей и систем. Эти исследования были выполнены по хоздоговору 2581 и другим на кафедре «Автомобильный транспорт» Автомобильного института НГТУ.

В результате было установлено, что максимальные температуры днищ поршней ДВС составляли до 280...320°C, зоны поршневых колец до 295°C, температуры коренных подшипников 112...125°C. Закрытые моторные отсеки специальных транспортных средств имели интенсивную принудительную вентиляцию. При температурах окружающего воздуха 30...34°C температура охлаждающей жидкости составляла 90...98°C. При установке термодатчиков встроенной диагностики на наиболее горячих патрубках выпускных коллекторов правого и левого полублоков максимальная температура выхлопных газов доходила до 790...800°C.

Величины r_B и t'_3 связаны уравнением:

$$\square t'_3 = r_B (Aw / (2qC_p)),$$

где q – ускорение силы тяжести;

C_p – теплоемкость газа при постоянном давлении;

t_3 – приrost температуры заторможенного газа;

r_B – коэффициент восстановления ламинарного течения газа в патрубке;

A – термический эквивалент работы;

w – скорость газа в потоке.

При этом величина r_B находилась в пределах 0,15...0,22 при 4400 мин⁻¹; 0,10...0,12 для 3000 мин⁻¹ и 0,07...0,09 для 2500 мин⁻¹, то есть по данным измерений максимальный приrost температуры t'_3 составил 5...7%, то есть 35...50°C.

На основании изложенного можно сделать вывод о необходимости внесения поправок в показания измерительных систем диагностики для определения температур выхлопных газов встроенными термодатчиками.

Испытаниям подвергались при 80% нагрузке двигателя ЗМЗ 24-24: $N_{e_{max}} = 143,4$ кВт (195 л.с.) при $n = 4400$ мин⁻¹. Температуры газов измерялись термодатчиками с наружными экранами из стали 18ХНВ диаметрами 5 мм, длиной 15 мм (площадь торможения 75 мм²).

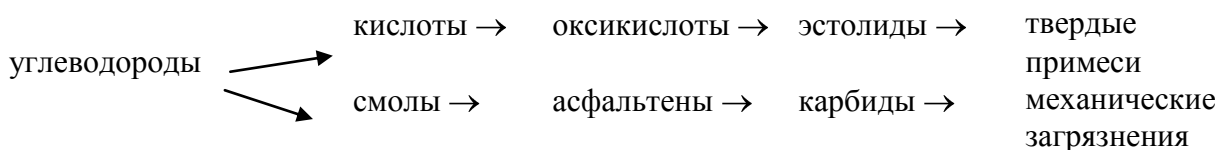
УДК 621.431.73

А.Д. КУСТИКОВ, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ, В.А. ЧЕРНОВ

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ МАСЕЛ В МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБКАХ ПЕРЕДАЧ АВТОБУСОВ ПАЗ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е.Алексеева

Трансмиссионные масла ТАп-15В в механических КПП имеют при работе ограниченный контакт с кислородом воздуха по сравнению в моторными маслами. Тем не менее, весьма напряженные режимы работы ($M_{кр}$ до 1600 Нм) и колебания температуры (до 100°C летом) приводят к развитию процессов окисления минеральных масел, содержащих ароматические, парафиновые и нафтеновые компоненты с добавлением противоизносных присадок по следующей схеме:



Результатами окисления эстолидов могут являться асфальтены. При окислении карбидов в масле появляются несгораемые механические примеси. Другими источниками несгораемых примесей могут быть частицы износа деталей из цветных немагнит-

ных металлов: детали корпусов коробок передач из алюминиевых сплавов, бронзовые детали сепараторов КПП, продукты износа черных металлов, задерживающихся магнитами сливных пробок. Установлено, что предельная концентрация механических примесей в масле, при которой эксплуатация агрегата еще возможна, составляет $\approx 0,9\%$. В пробах отработавшего масла в КПП автобусов ПАЗ было зафиксировано вдвое меньшее загрязнение масла механическими несгораемыми примесями до $0,5\%$ ($0,446\%$) и до $2,2\%$ серы, выделившейся из состава присадки за период от заливки свежего масла в КПП и до замены масла – по данным Н.А.Кузьмина и А.Д.Кустикова.

Предлагается определять качество трансмиссионных масел (в том числе и переносными анализаторами) на основании десятибалльной отрицательной системы оценки по показателям механических примесей. При этом качество свежего масла будет оцениваться 0 баллов, предельно загрязненному отработавшему маслу (при $2,2\%$ серы и $0,5\%$ механических примесей) следует давать оценку 10 баллов.

Таким образом, каждый балл составит: по содержанию серы в масле $0,22\%$, а по содержанию механических примесей $0,045\%$. Это поможет правильно выбрать периодичность упреждающего ТО в зависимости от условий эксплуатации транспортных средств.

УДК 621.431.73

А.Д. КУСТИКОВ, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ, В.А. ЧЕРНОВ

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫВОЧНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е.Алексеева

При анализе состава механических примесей в отработавшем трансмиссионном масле использовались данные приведенные ниже. Плотность загрязняющих примесей и их компонентов составляла: для общих механических примесей $q_n = 1,53 \text{ г/см}^3$, несгораемых частиц $q_n = 3,06 \text{ г/см}^3$, минеральных частиц $q_n = 1,245 \text{ г/см}^3$, частиц сплавов железа в масле $q_n = 7,95 \text{ г/см}^3$. При средней плотности масел $0,85 \dots 0,90 \text{ г/см}^3$ для режима рабочих температур ($70 \dots 90^\circ\text{C}$) при летней эксплуатации удельный вес смеси ($\gamma_{см}$) определяется по выражению

$$\gamma_{см} = 0,01(\gamma_1 x_1 + \gamma_2 x_2 + \gamma_3 x_3 + \dots + \gamma_n x_n),$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – удельный вес компонентов смеси,
 x_1, x_2, x_3 – содержание компонентов смеси, в %.

Плотность загрязненных компонентов рассчитывают по формуле:

$$q = \frac{\gamma_n}{g},$$

где γ_n – плотность загрязняющих примесей;
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести.

Удельный вес масла при повышении его температуры может быть определен:

$$\gamma_t = \frac{\gamma_{15}}{1 + \beta(t_m - 15)},$$

где γ_t – удельный вес масла при данной температуре;
 γ_{15} – удельный вес масла при температуре 15°C ;
 β – коэффициент (для масла $\beta \approx 0,0007$);
 t_m – температура масла при измерении.

Так как рабочие температуры масла в летнее время могут достигать 90°C и выше, а процессы замены масла при ТО производятся при температуре $t \approx 25 \dots 28^\circ\text{C}$, примерно 5...8 см³ масла остается на стенках внутренних полостей картеров КПП.

Для КПП автобусов ПАЗ, например, это составляет 0,2...0,4%, причем при заливке свежего масла оставшиеся компоненты отработавшего масла будут служить центрами окислительных цепных реакций при дальнейшей эксплуатации КПП.

Вследствие того, что цепные реакции окисления протекают с нарастающей скоростью, желательное введение операций промывки коробок передач при плановой замене трансмиссионного масла ТАп-15В.

В качестве промывочных масел можно использовать либо специальные промывочные масла, либо очищенное от воды и механических примесей отработавшее трансмиссионное масло с добавкой 30% дизельного топлива. Промывочные операции для КПП можно производить на стендах с беговыми барабанами или роликами в течение 30 мин с периодическим изменением передаточного числа (переключением передач КПП) при числе оборотов ведущего вала КПП не более 1200...1400 мин⁻¹.

УДК 621.43

В.А. ЧЕРНОВ, А.Д. КУСТИКОВ, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕРКИ И ИСПЫТАНИЙ КОРОБОК ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ПАЗ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е.Алексеева

При ремонте механических КПП городских автобусов микропрофиль поверхностей вновь установленных деталей не является оптимальным для работы в парах трения по следующим причинам:

- рабочие поверхности сопряженных деталей не приработались;
- взаимные деформации сопряженных деталей могут искажать правильность зацепления шестерен КПП;
- опорные шейки валов КПП могут испытывать дополнительные нагрузки после замены подшипников;
- конусные рабочие поверхности новых деталей синхронизаторов могут иметь не оптимальный микропрофиль для работы пар трения.

Вследствие этого механические коробки перемены передач после ремонта могут иметь повышенную шумность, увеличенный нагрев и требовать повышенных усилий для переключения передач.

Для испытаний и обкатки отремонтированных 4-х скоростных КПП необходимо иметь испытательный стенд с электродвигателем, тормозным механизмом и измерительным устройством, фиксирующим нагрузку на КПП.

На основании данных ОАО ГАЗ и ЯМЗ можно рекомендовать следующие режимы испытаний: для первой передачи 30 мин с нагрузкой 50% на входном (первичном) валу; для второй передачи 2 часа с короткими тремя переключениями на 3-ю передачу и обратно; для третьей передачи – 2 часа с короткими переключениями на четвертую передачу и обратно; для четвертой передачи 1 час. В случае излишнего нагрева и повышенной шумности работы испытательно-обкаточный цикл следует повторить.

Обкатку и испытания следует проводить на стандартном или специальном обкаточном масле. После испытаний масло следует заменить на рекомендованное. Указанные выше режимы обкатки способствуют предотвращению задиров на рабочих поверхностях деталей и увеличивают ресурс отремонтированных КПП на 10...12% вследствие

предотвращения критической глубины микротрещин (менее 0,015 мм) на рабочих поверхностях пар трения.

УДК 621.431.73

А.Д. КУСТИКОВ, А.И. МОРЩАКОВ, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА КОМПЛЕКТОВАНИЯ ПАР ТРЕНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ АВТОБУСОВ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

В технических условиях на ремонт деталей трансмиссии автомобилей ГАЗ-3307 и автобусов ПАЗ для картеров механических коробок передач (дет. 52-1701015 изготовленных из чугуна СЧ-24-44 ГОСТ 1412-82 твердостью НВ 170-229) указан номинальный размер отверстия под подшипник ведущего вала $85_{-0,026}^{+0,009}$ при допустимом размере по увеличению диаметра 85,040 мм. При этом предельный износ

$$J_{\text{пред}} = D_{\text{доп}} - D_0,$$

где D_0 – номинальный размер отверстия;

$D_{\text{доп}}$ – размер отверстия допустимый без ремонта.

Таким образом, наибольшие значения диаметра отверстия новой детали составляет $D_0 + d_{\text{допуска}}$, (где $+d_{\text{допуска}}$) это допустимое отклонение размера со знаком (+). Наименьшие значения номинального размера новой детали составит: $D_0 - d_{\text{допуска}}$, (где $-d_{\text{допуска}}$) это допустимое отклонение размера со знаком (-). Ширина поля допуска равна $|+d| + |-d|$, где $|+d|$ и $|-d|$ абсолютные значения допусков. Суммарное поле допуска для новой детали равно 0,035 мм при величине предельного износа от номинала

$$D_{\text{ном}} = 85_{-0,000}^{+0,000} \text{ для размера допустимого без ремонта } 85,040.$$

Таким образом, ширина суммарного поля допуска имеет величину 0,035 при минимальном допустимом износе $0,04 - 0,009 = 0,031$ мм. Это сопоставимо с шириной поля допуска для новой детали.

На основании изложенного поле допуска для отверстия под шариковый подшипник ведущего вала следует разделить на пять групп (А, Б, В, Г, Д), где каждая группа для комплектования деталей будет иметь допуск (0,035 : 5) равный $\approx 0,007$ мм.

Сортировку деталей на группы следует производить при помощи калибровочных пробок с последующей цветовой маркировкой групп деталей краской (красная, белая, зеленая, синяя, черная) силами служб ОТК перед сборкой.

УДК 621.431.73

В.А. ЧЕРНОВ, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ, А.Д. КУСТИКОВ

МЕТОДИКА ОТБОРА ПРОБ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СРОКОВ ИХ ЗАМЕНЫ В МЕХАНИЧЕСКИХ КПП АВТОБУСОВ ПАЗ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Количество механических примесей в масле, работающем в агрегатах трансмиссии, является одним из показателей процессов его старения и окисления. Если принять

величину данного показателя раной 0,5...0,6% в качестве предельной концентрации, определяющей износ деталей и степень срабатывания присадок в трансмиссионном масле, то отрицательная система оценки качества масла для 10-балльной шкалы составит (0,5% : 10) для каждого балла. Эта величина в зависимости от пробега автомобиля изменяется так: для предельной концентрации примеси 0,5% пробега до замены масла L составляет 55...60 тыс. км. Если принять величину данного пробега $L = 1,0$, то для изменения K_m (процентное содержание механических примесей в масле) можно было зафиксировать следующую зависимость: при 10 тыс. пробега величина $K_m \approx 2$ балла; при 20 тыс. ≈ 3 балла; при 40 тыс. ≈ 7 баллов и при 55 тыс. км ≈ 10 баллов.

Расчетная формула при пробеге ($x = t$) для определения концентрации примесей $K_m = J(x)$ имела следующий вид:

$$J_{(x)} = \frac{1}{v\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(x_{n-1}-x)}{4v^2}},$$

где π - целое число;

$(x_{n+1} - x)$ – приращение пробега (t) автомобиля;

v – коэффициент, определяемый эмпирическим способом по статистическим данным;

e - основание натурального логарифма.

Для оценки динамики накопления примесей следует делать анализ проб. Пробы масла следует отбирать при помощи длинной гибкой полиэтиленовой трубки с внутренним диаметром 3 мм и толщиной стенок 1 мм. Пробы следует брать из остывшей КПП при ТО-2 (доливка масла в картер КПП до уровня заливной пробки) в количестве 20 мл. Образцы масел для анализа хранить без доступа света в стеклянных емкостях темного цвета с притертыми пробками при температуре от +5 до +25°C. При этом доливка масла в КПП должна осуществляться тем же сортом.

УДК 621.431.73

В.А. ЧЕРНОВ, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ, В.Н. КРАВЧЕНКО

ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗНОСА И СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ, ПОСТУПАЮЩИХ В РЕМОНТ НА ПРИМЕРАХ МЕХАНИЧЕСКИХ КПП

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

При оценке износов деталей механических коробок передач, поступающих в ремонт, достаточно сложно оценить характер их износа по количественным показателям. Такая оценка позволила бы устанавливать жесткую графическую зависимость между условиями эксплуатации транспортного средства (например, автобуса ПАЗ), пробегом агрегата и дорожными условиями эксплуатации (лето, зима, осень). Предлагается отрицательная десятибалльная система оценки степени износа детали поступающей в ремонт для восстановления исходных свойств.

При этом оценка в 10 баллов дается детали поступающей в ремонт, но еще пригодной к эксплуатации, что соответствует размеру принятому ТУ как «годной без ремонта». Так, например, для шейки под шариковый подшипник первичного вала КПП ОАО Горьковского завода коробок скоростей минимальный диаметр шейки детали

52-1701030 для стали 35Х С = 0,32...0,37% по ГОСТ 4343-87 при твердости шейки HRC 60 не менее, имеет величину: $45 \pm 0,008$. Износ шейки в 1 балл составляет:

$$J' = \frac{D_o - D_{\text{доп}}}{10} = \frac{45 - 0,008 - 44,87}{10} = \frac{0,022}{10} \cong 0,002 \text{ мм,}$$

$$J = D_o - D_{\text{доп}},$$

где D_o – номинальный диаметр ($\varnothing = 45 \pm 0,008$);

$D_{\text{доп}}$ – допустимый диаметр без ремонта ($\varnothing = 44,97$);

$J/10$ - показатель износа в 1 балл по отрицательной системе оценки износа и состояния детали.

Для оценки питтингового, то есть точечного износа оценка в 10 баллов дается для 100% повреждения поверхности шейки, износ в 1 балл соответствует 10% повреждений поверхности шейки.

Аналогично оценивается износ шестерен при помощи калибров с двумя или более роликами, а также износы зубьев шестерни постоянного зацепления по толщине, измеренные при помощи штангензубомера.

УДК 629.4.086

Е.В. ЗУБАРЬ, В.А. УЛЬШИН, С.А. КЛЮЕВ, Г.В. КОРОП

ВЫБОР МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛОКОМОТИВА ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАЧЕСКОЙ ЛУБРИКАЦИИ ГРЕБНЯ КОЛЕСА

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля

Условия взаимодействия в системе «колесо-рельс» оказывают существенное влияние на сроки службы и организацию содержания пути и подвижного состава, на эксплуатационные затраты железных дорог. Одним из способов увеличения сроков службы колес, рельсов а также снижения энергетических затрат на тягу является лубрикация боковой поверхности головки рельса и гребней колес. Однако отсутствие эффективных систем мониторинга гребне- и рельсосмазывания снижает эффективность применения лубрикации, т.к. не обеспечивается достаточный контроль наличия или отсутствия смазочного материала на боковой поверхности головки рельсов и гребнях колес локомотива. Применение лубрикации необходимо при контакте гребня колеса с головкой рельса. Износ гребня колеса в основном происходит в кривых участках пути. Таким образом, эффективность использования лубрикации обуславливается подачей абразивного материала в контакт гребня колеса с головкой рельса во время прохождения криволинейных участков пути. Определение момента прохождения криволинейного участка пути возможно путем однозначной идентификации локомотива на маршруте следования.

Для однозначной идентификации локомотива на железнодорожном полотне необходимо иметь в наличии модель путевого развития и обладать следующей информацией:

- номером участка пути следования подвижной единицы, ограниченного стрелочными переводами и/или изолированными стыками с известными координатами;
- координатами, полученными от навигационного оборудования;
- матрицей перехода между общеземной системой координат и местной станционной системой координат;
- номером функции, описывающей участок пути.

Обладая информацией о скорости движения, о пути, пройденном локомотивом, осуществляется контроль работы навигационного оборудования локомотива, подставив данные значения в качестве исходных данных в функции, описывающие участок пути, определяются координаты локомотива в станционной системе координат.

Позиционирование и определение линейной скорости локомотива, реализуемая существующими навигационными системами, позволяет определять местоположение с точностью до 1 метра, благодаря использованию метода дифференциальной коррекции, что вполне достаточно для задач управляемого вписывания колесной пары в рельсовую колею в криволинейных участках пути. Создание реперной сети вдоль пути обеспечивает дополнительную точность измерений местоположения локомотивов

Для обеспечения требуемой точности определения местоположения для управляемого движения локомотива, используется высокоточная координатная система (ВКС), формирующая единое координатно-временное пространство на основе данных от спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS с использованием наземной сети спутниковых базовых станций дифференциальной коррекции навигационных измерений, связанной со специальной реперной сетью (СРС).

В качестве дублирующих систем рекомендуется использовать инерциальные навигационные системы (ИНС) для уточнения навигационной информации.

УДК 656.13.072

В.В. ЛЕЗОВ, В.В. ЯСЕНОВ

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТЬЮ ПАРКА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОТКАЗОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным показателем технического состояния парка подвижного состава является коэффициент технической готовности (ктг), определяемый как отношение технически исправного подвижного состава, готового к выполнению транспортной работы, к списочному или среднесписочному за отчетный период

$$\alpha_z = \frac{A_z}{A_c} = \frac{AD_z}{AD_{cc}},$$

где

A_z – количество автомобилей, готовых к эксплуатации; A_c – списочное количество автомобилей; AD_z и AD_{cc} – автомобиле-дни готовых к эксплуатации автомобилей и среднесписочные автомобиле-дни соответственно.

Являясь макро-показателем ктг, не отражает действительного технического состояния парка в течение суток, а демонстрирует конечный результат. Факт выхода автомобиля на линию и выполнение им даже какой-то части от общего объема работы является основанием принимать готовность по данному автомобилю за сутки за единицу. В сложившейся системе расчета ктг годами выработаны усредненные показатели, позволяющие оценивать техническое состояние парка в целом. В то же время макро-показатель ктг зачастую вызывает нарекание со стороны службы эксплуатации, поскольку не учитывает отказы автомобиля в течение суток, приводящие к срыву перевозок, т.е. невыполнению договорных обязательств транспортной организацией. И если при долгосрочных грузовых перевозках подобные потери компенсируются в последующие периоды или закладывается заведомо большее количество транспорта (перевыполнение плана), то при выполнении разовых заказов или на пассажирских перевозках потери необратимы. Содержание резерва автомобилей, часто рекомендуемое в середине прошлого века и до сих пор встречающееся в учебной литературе, является эко-

номически и организационно неоправданным. Наиболее действенным инструментом обеспечения технической готовности (технического состояния) автомобилей в течение суток являются мероприятия, направленные на сокращение (исключение) сходов автомобилей с линии, т.е. отказов по техническим причинам.

Подобные отказы можно выделить в две группы, имеющие, как правило, различные причины возникновения, это сходы с линии вследствие технической неисправности, и невыходы или опоздания на линию по техническим причинам. Данные по сходам на примере Норильского ПОПАТ за 2012 год приведены в таблице 1.

Итоговая таблица по сходам за 2012 год.

Таблица 1

2012г.	ак 1	ак 3	ак 4	итого
невыход	20	13	0	33
опоздания	240	185	22	447
сход	972	961	278	2211
Итого	1232	1159	300	2691
% сходов	45,8	43,1	11,1	100,0

В силу значительного объема материала статья будет представлена в одном из рецензируемых журналов.

УДК 629.113

П.С. МОШКОВ, В.А. ШАПКИН

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ С ГАЗОБАЛЛОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Нефть является основным сырьем для производства моторного топлива. Рост потребления жидкого топлива на транспорте сопровождается истощением хорошо освоенных нефтяных месторождений, вследствие чего приходится осваивать новые, расположенные в труднодоступных районах. Это, в свою очередь, приводит к удорожанию, как сырой нефти, так и получаемых из нее нефтепродуктов.

Между тем страна располагает большими запасами высококачественного моторного топлива, не требующего для использования в двигателях никакой химической переработки. Речь идет о природном газе. Как моторное топливо, природный газ в натуральном виде превосходит нефтяное топливо. При использовании его обеспечиваются высокие технико-экономические показатели в ДВС, так как природный газ имеет хорошие антидетонационные качества, создает благоприятные условия смесеобразования и обладает широкими пределами воспламенения в смеси с воздухом.

Косвенным подтверждением целесообразности использования природного газа в качестве топлива для ДВС служит широкое использование его в Италии, США, Японии, Германии, Канаде, Нидерландах и т. д.

Анализ текущего состояния газомоторного рынка России показывает, что сегодня имеются достаточно благоприятные условия для развития использования газомоторного топлива, прежде всего за счет природного газа и сжиженного нефтяного газа (СНГ). Запасы природного газа в России составляют 32% от мировых. Это дает возможность рассматривать природный газ и СНГ в качестве надежных источников энергии. Применение газомоторного топлива имеет ряд существенных преимуществ

перед другими видами моторного топлива – это относительно невысокая стоимость и более низкое содержание вредных веществ в выхлопных газах транспортных средств.

По последним статистическим данным, в России порядка 1,4 млн автомобилей работает на газе, из них 1,3 млн – на сжиженном нефтяном газе (СНГ), а 100 тысяч – на компримированном природном газе (КПГ).

Существуют, конечно, отрицательные факторы использования газового топлива, но они, ни в коей мере не перевешивают преимуществ. На основе физико-химических свойств газовых топлив можно утверждать, что они, безусловно, превосходят бензиновые.

Несмотря на очевидные преимущества, объем использования газомоторного топлива в России в настоящее время остается довольно низким. Одной из причин, заставляющей владельцев транспортных средств отказаться от использования газомоторного топлива, является высокая цена установки газового оборудования. Кроме того существуют проблемы, препятствующие развитию рынка газобаллонных транспортных средств:

- Отсутствие достаточной законодательной и нормативно-технической базы для развития парка газобаллонных транспортных средств;

- Отсутствие широкомасштабного серийного производства газобаллонных транспортных средств;

- Недостаточный уровень развития газозаправочной инфраструктуры.

При техническом обслуживании газобаллонных автомобилей, помимо плановых воздействий, характерных для базовых моделей, возникает ряд работ, связанных с наличием и спецификой газобаллонного оборудования (ГБО), которые и определяют необходимость разработки соответствующей нормативно-технической документации, которая нуждается в постоянном обновлении и дополнении.

Возможными путями решения проблем могут быть разработка технологических карт обслуживания и ремонта автомобилей с ГБО, проведение контрольных работ по проверке газовых систем, сбор данных об отказах с последующей статистической обработкой и анализом.

В связи с этим система обслуживания автомобилей с ГБО нуждается в совершенствовании. Помимо определения и уточнения перечня необходимых работ, непосредственно отвечающих за работоспособность системы газобаллонного оборудования и автоматизации самого процесса обслуживания, следует уделить внимание и косвенным методам повышения эффективности эксплуатации автомобилей. К таковым относится разработка стандартизированных конструкций систем крепления газобаллонного оборудования для различных классов автомобилей в соответствии с правилами ЕЭК ООН. А также рассмотрение возможности использования газовых баллонов различного объема и их установки на автомобили для обеспечения свойств надежности, безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости.

УДК 629.113

П.А. МОШКОВ, Н.Т. ЛОЗОВСКИЙ

ДИЗЕЛЬ ВПЕРЕДИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Дизельный и бензиновый двигатели, казалось бы, четко разделили обязанности между собой: более тяжелый и экономичный дизельный двигатель отвечал за тяжелую технику, а легковой автопарк оставался на попечении сравнительно легкого и малошумного бензинового агрегата. Но времена стремительно меняются. Адаптировать ди-

зель под нужды легкового автомобиля оказалось намного проще, чем наладить производство гибридных установок или довести до коммерческого применения водородные. Причем использование некоторых узлов дизеля в бензиновых двигателях позволило повысить эффективность и экономичность последних.

Большая степень сжатия позволяет дизельному двигателю легко и непринужденно работать на сильно обедненной смеси. Высокая степень сжатия позволяет дизельному мотору превышать показатель КПД бензинового. У лучших дизелей он достигает 54% (у бензиновых он ниже - 40%). Дизельный двигатель на 15% экономичнее. По сравнению с бензиновыми моторами дизельные издают более сильный шум во время работы. С жесткостью дизельного двигателя давно уже борются при помощи предкамерных и вихрекамерных схем, растягивая процесс сгорания во времени. С появлением системы Common Rail, появилась возможность более эффективно контролировать шум и вибрации не в ущерб другим характеристикам мотора. Более эффективное сгорание топлива и лучший КПД дизельного двигателя являются причиной меньшей концентрации углекислого газа в его выхлопе по сравнению с бензиновым конкурентом, но в выхлопных газах дизеля содержатся вещества, пагубно влияющие на живые организмы: частички сажи, соединения серы и азота, которые также нейтрализуются при помощи многоступенчатых катализаторов и фильтров. Современные дизельные моторы соответствуют нормам и экологическим стандартам «Евро-4», и признаны экологичнее бензиновых собратьев. Дизельные моторы долговечнее и надежнее бензиновых, но, качество дизельного топлива на российских АЗС значительно сокращает их ресурс.

В российских условиях немаловажную роль при выборе авто играют зима и топливо. Оба фактора против дизелей, но только при условии, что температура «за бортом» будет опускаться ниже -15 градусов Цельсия. Основные плюсы эксплуатации автомобиля с дизельным двигателем: ресурс и экономичность дизелей выше; дизеля не боятся воды. Но дизельный двигатель более требователен к качеству топлива, чем бензиновый. При прочих равных, дизельный автомобиль дороже, чем такой же бензиновый. Если подсчитать примерную смету расходов на капитальный ремонт бензинового и дизельного двигателей одной и той же мощности, то разница в затратах на ремонт дизеля превысит бензиновый процентов на 20%-40%, Владельцев дизельных авто успокаивает только то, что их мотор более выносливый и срок его эксплуатации больше, чем у бензинового. Ранее считалось, что обслуживание дизельного двигателя выходит дороже, чем бензинового. Сегодня же ситуация совсем иная. В большинстве своем работы, связанные с ремонтом дизельных двигателей (по трудозатратам и цене) аналогичны работам, связанным с ремонтом бензиновых моторов, однако ремонт ТНВД очень дорог. Дизельный двигатель не может развивать высокие обороты. Высокая механическая напряженность дизеля вынуждает использовать более прочные и более дорогие детали, Дизель имеет высокий крутящий момент при низких оборотах, что делает автомобиль более «отзывчивым» в движении, по сравнению с бензиновым.

Важным аспектом, касающимся безопасности, является то, что вероятность возгорания у дизельных двигателей намного меньше. В своей основе конструкция дизельного двигателя подобна конструкции бензинового двигателя. Однако, аналогичные детали у дизеля тяжелее и более устойчивы к высоким давлениям сжатия. Все функции современных дизельных двигателей контролируются блоком управления с целым набором датчиков, измеряющих все, начиная с оборотов двигателя до температуры охлаждающей жидкости и положения поршня.

Дизельное топливо дает очень мало CO и CO₂, но большое количество азотных соединений и сажи что приводило к кислотным дождям, смогу и плохому здоровью населения. В последнее время в рамках борьбы за экологию жестко нормировано содержание серы в дизельном топливе и нейтрализуются вредные выхлопы двигателей. Пары бензина очень токсичны для человека. В случае отравления, наблюдаются: психическое возбуждение, головокружение, тошнота, слабость, рвота, покраснение кож-

ных покровов, учащение пульса. В тяжелых случаях могут наблюдаться галлюцинации, обморочные состояния, судороги, повышенная температура.

Выводы

1. Дизельный двигатель экономичней бензинового, но у гибридных бензиновых двигателей расход топлива приближается к бензиновым.
2. Бензиновые двигатели работают намного тише дизельных.
3. ДВС отравляет окружающую среду, однако современные бензиновые и дизельные двигатели удовлетворяют всем экологическим нормам.
4. Ресурс дизельного двигателя превышает ресурс бензинового.
5. Производство дизельного двигателя более металлоемко.
6. Качество дизельного топлива в России не самое хорошее.

УДК 621.113

С.И. МАСЛОВ, П.Ю. ПАРФЕНОВ, М.Г. КОРЧАЖКИН

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ АВТОПОЕЗДОВ КАТЕГОРИИ М1, НАХОДЯЩИХСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Проблема отсутствия средств контроля технического состояния инерционных тормозных систем автомобильных прицепов является достаточно актуальной. Тем более, что операции по инструментальному контролю таких систем должны стать обязательными для пунктов инструментального контроля уже в 2012 году. Обеспечение безопасности дорожного движения является одной из наиболее сложных проблем настоящего времени и от ее правильного решения зависит не только состояние и функционирование транспорта, но и жизнь и здоровье людей, сохранность грузов. Решение данной проблемы регламентирует Федеральный закон РФ «О безопасности дорожного движения», а так же многое другие нормативные акты.

Оценка тормозных свойств автопоезда на математической модели может проводиться как с использованием параметров, полученных при инструментальном контроле, так и на стадии проектирования инерционных тормозных систем. На стадии проектирования ставится задача выбора параметров тягача и прицепа для достижения наиболее эффективного торможения автопоезда. В связи с этим в модели должна существовать возможность варьирования параметров, которые должны учитывать конструктивные особенности тормозных систем транспортных средств, входящих в состав автопоезда, весовые и геометрические параметры тягача и прицепа.

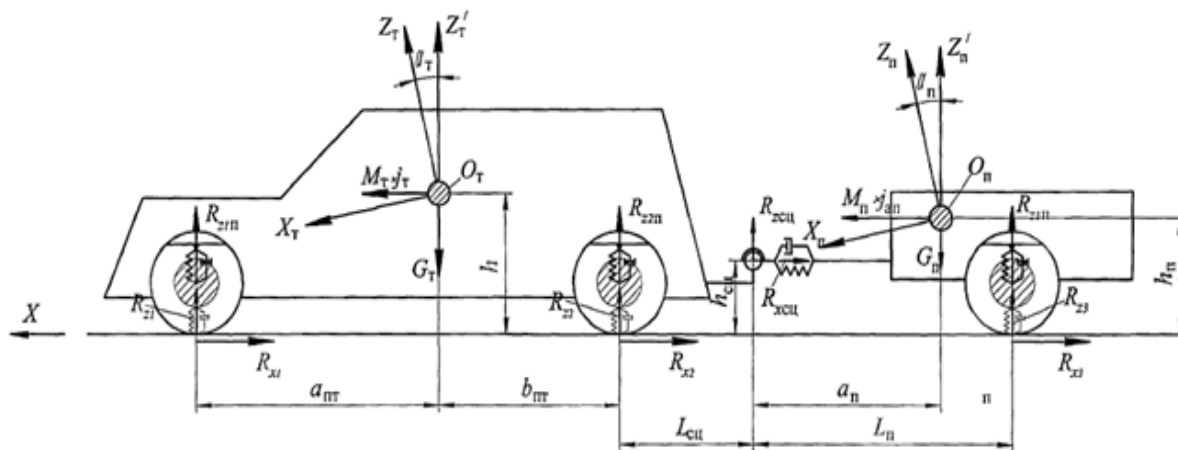
Условия решения поставленной задачи позволяют принять ряд допущений при разработке расчетной схемы, которые упрощают анализ движения автопоезда при торможении методом математического моделирования.

Основные допущения следующие:

- движение автопоезда происходит по горизонтальной поверхности;
- кузов тягача и кузов прицепа являются твердыми телами, их центры масс расположены в продольной плоскости симметрии;
- условия сцепления колес с дорогой по бортам автопоезда одинаковы, поперечные уклоны дороги отсутствуют;
- точки приложения реакции в контакте шин с дорогой принимаются в середине отпечатков;
- не учитываются моменты инерции вращающихся деталей трансмиссии;

- не учитываются крутильные колебания подвесок тягача и прицепа, которые соединены между собой с помощью сцепного устройства, состоящего из упругого элемента и демпфера (амортизатора).

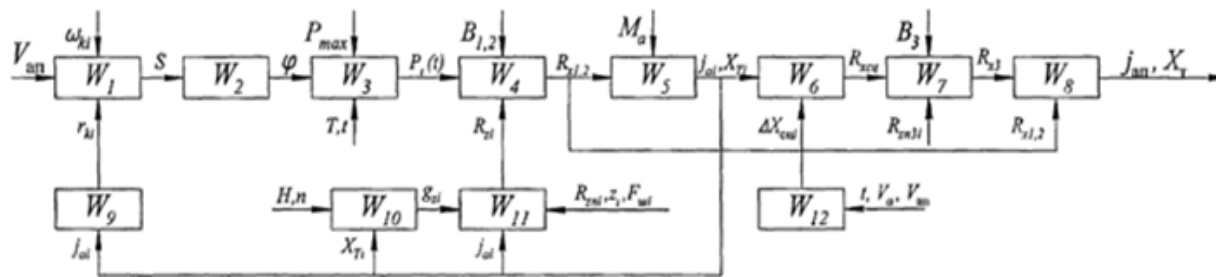
Далее приведена расчетная схема торможения автопоезда (рис.1) и структурная схема математической модели процесса торможения (рис.2).



Расчетная схема автопоезда в процессе торможения с активным прицепом:

$X_T O_T Z_T$ – система координат тягача (подвижная); $X_n O_n Z_n$ – система координат прицепа (подвижная); $X O Z$, $X O Z'$ – неподвижная; R_{xi} – тормозная сила соответствующей оси; R_{zi} – вертикальная реакция на соответствующей оси; $R_{xц}$, $R_{zц}$ – реакции в сцепке; M_n , M_n – соответственно масса тягача и прицепа; G_n , G_n – соответственно вес тягача и прицепа; h , a_{nm} , b_{nm} , L , $L_{сц}$, $h_{сц}$ – геометрические параметры автомобиля-тягача; h_n , a_n , b_n , L_n – геометрические параметры прицепа

Рисунок 1. Расчетная схема торможения автопоезда.



Структурная схема математической модели процесса торможения малотоннажного автопоезда:

W_1 – описание проскальзывания колес; W_2 – описание значения коэффициента сцепления шины с дорогой; W_3 – описание тормозного привода автомобиля-тягача; W_4 – описание тормозной силы на осях автомобиля-тягача; W_5 – замедление автомобиля-тягача; W_6 – блок описания реакций в сцепке автопоезда; W_7 – тормозная сила на оси прицепа; W_8 – блок определения основных параметров торможения автопоезда; W_9 – описание динамического радиуса колес и деформации шин автопоезда; W_{10} – описание микропрофиля дороги; W_{11} – вычисление реакции дороги на осях автопоезда; W_{12} – определение перемещения прицепа

Рисунок 2. Структурная схема математической модели процесса торможения.

При помощи полученных схем возможно составление математической модели исследования тормозных свойств автопоездов категории М1 и выполнение моделирования процесса торможения автопоезда с получением тормозных характеристик прицепов.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИЖИМНОГО ДВИЖИТЕЛЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ПО ТРУБОПРОВОДУ

Нижегородский государственный технический университет

Для адекватного описания процесса взаимодействия колеса с поверхностью трубопровода в первую очередь необходимо определиться с выбором математической модели. В настоящее время, для описания процесса взаимодействия колеса с опорной поверхностью разработаны многочисленные математические модели Я.С. Агейкина, В.В. Белякова, И.В. Бирюкова, В.Д. Дановича, Н.Е. Жуковского, С.В. Коссова, С.М. Куценко, В.А. Лазаряна, Ю.С. Ромена, А.Н. Савоськина, Т.А. Тибилова, В.Ф. Ушкалова, В.Д. Хусидова, К.Ю. Цеглинского, и многих других [1-6]. Самой простой моделью является взаимодействие абсолютно жесткого колеса с абсолютно-жесткой опорной поверхностью [3,6]. В этом случае деформации колеса и опорной поверхности принимают равным 0. В этом случае площадь контакта колеса и опорной поверхности будет равняться 0, откуда величина напряжений в точке контакта будет стремиться к бесконечности. В реальности такой процесс не осуществим.

Приближенное контактное пятно определяется следующим образом. Колесо представляется телом вращения, а трубопровод – цилиндрической поверхностью. Рассматривается случай, когда тела только соприкасаются в некоторой точке O без передачи нормальной нагрузки. Эта точка принимается за начало прямоугольной системы координат $Oxuz$. Причем ось z выбирается таким образом, чтобы она совпадала с общей нормалью к поверхностям тел в точке O и была направлена вверх. При таком выборе плоскость xu является касательной плоскостью. Ось x направлена в сторону качения колеса

Так как трубопровод в целом представляет собой конструкцию с меньшей толщиной металла, чем колесо (то есть обладающий меньшей жесткостью), то при взаимодействии металлического колеса с поверхностью трубопровода последний будет проминаться и образовывать площадку контакта. При этом площадь контакта будет равна отношению прижимного усилия к предельному напряжению смятия трубопровода. То есть под воздействием металлического колеса на поверхности трубопровода возникнут напряжения, достигающие величин предела прочности конструкции трубопровода. Наиболее распространены такие модели взаимодействия колеса при движении по рельсам. При этом, в отличие от трубопровода, более жесткой системой в данном случае является рельс, а расчет на смятие проводят для колеса (как наименее жесткого элемента взаимодействия). Величину напряжений смятия при точечном контакте, как это бывает при взаимодействии колеса с круглой поверхностью трубопровода принято определять из выражения [3]:

$$\sigma_{CM} = m^3 \sqrt{\frac{QA_{iD}^2}{R_{MAX}^2}}$$

где Q — расчетная нагрузка на колесо, $кГ$; $E_{ДП}$ — приведенный модуль упругости материалов колеса и рельса, $кГ/см^2$; R — наибольший из двух радиусов контактирующих поверхностей (для колес взаимодействующих с трубопроводом данный параметр будет равняться радиусу трубопровода), $см$; m — коэффициент, выбираемый по таблицам [3], в зависимости от отношения радиусов трубопровода и колеса может быть аппроксимирован выражением:

$$m = \left(\frac{R_{\dot{O}D}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \right)^{0,4}$$

Для стальных колес и стального трубопровода $E_{TP} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$ [7].

Результаты расчета по данной зависимости приведены на рисунке 1. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что предельное напряжение смятия для стали, равное $1000 - 1800 \text{ кг/см}^2$ достигается при нагрузке на колесо, равной:

$$Q_{iD} = \frac{\sigma_{CM}^3 R_{MAX}^2}{\left(\frac{R_{TP}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \right)^{1,2} \dot{A}_{iD}^2} = 1,2 - 7 \text{ кг},$$

что явно недостаточно для формирования нагрузки на движителе.

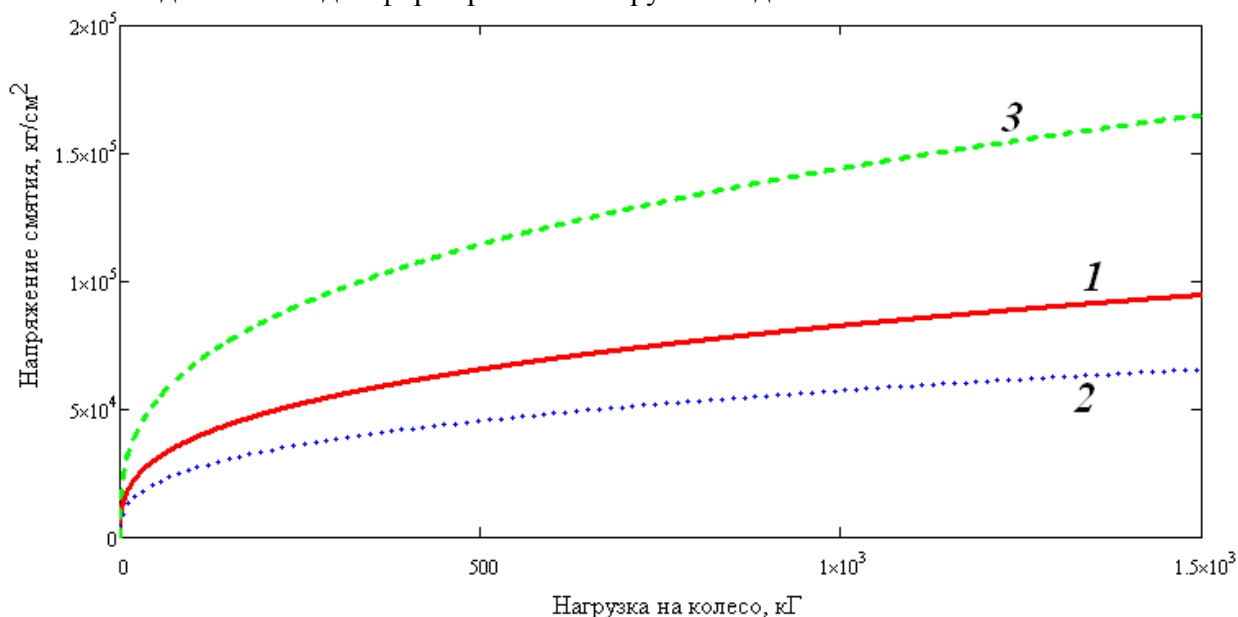


Рис. 1. Зависимость между нагрузкой на колесо и напряжением смятия, возникающем в зоне контакта жесткого колеса и трубопровода

ВЫВОД: Применение металлического колеса без эластичной оболочки в качестве распорного движителя, применяемого для движения по очищенной поверхности трубопровода ведет к повреждению трубопровода, что значительно снижает срок службы.

Тогда минимально-возможная ширина колеса с поверхностью трубопровода может быть найдена из уравнения:

$$\sigma_{CM} = \frac{Q}{S = \frac{\pi}{4} b 2l},$$

где Q – нагрузка на колесо, S – площадь контакта колеса с поверхностью трубопровода, равная произведению максимальной ширины контакта b на максимальную длину контакта $2l$ и умноженное на число $\pi/4$, которое учитывает, что площадь контакта представляет собой не прямоугольник, а эллипс.

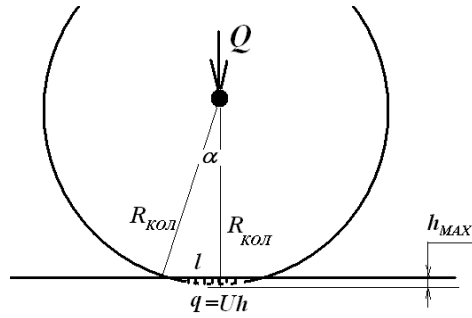


Рис.2. Расчетная схема к определению нагрузок, действующих на колесный движитель с эластичной оболочкой, где h_{MAX} – максимальная деформация оболочки колеса; h – деформация оболочки колеса в произвольной точке; q – удельная нагрузка на длине контакта, размерностью Н/м, U – модуль Юнга оболочки колеса, находящийся в пределах от $0,007$ до $4 \cdot 10^4$ МПа ($70 - 40000$ кг/см²)

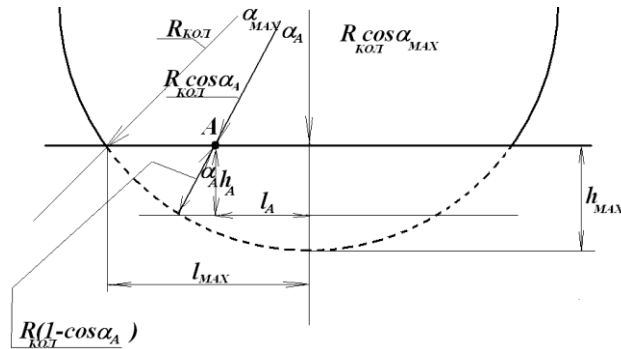


Рис.3. Схема к определению величины вертикальной деформации в произвольной точке контакта колеса

Тогда глубина деформации колеса может быть определена из выражения:

$$Q = Uh2l = 2U \int_0^l h(l)dl = 2U \int_0^{l_{MAX}} R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} (1 - \cos \alpha) \cos \alpha dl$$

Для малых углов справедливо замечание, что $\alpha = \sin \alpha$, то есть для рассматриваемого случая: $\alpha = \frac{l}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}$, тогда:

$$\begin{aligned} Q &= 2UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} \left(\int_0^{l_{MAX}} \cos \frac{l}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} dl - \int_0^{l_{MAX}} \cos^2 \left(\frac{l}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \right) dl \right) = \\ &= 2UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}^2 \left(\int_0^{l_{MAX}/R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \cos l dl - \int_0^{l_{MAX}/R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \cos^2 l dl \right) = 2UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}^2 \left(\sin \frac{l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} - \frac{1}{2} \left(\frac{l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} + \sin 2 \frac{l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \right) \right) \end{aligned}$$

Опять же учитывая, что для малых углов справедливо: $\frac{l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} = \sin \frac{l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}$ получаем:

$$Q = 2UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}^2 \left(\frac{l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} - \frac{1}{2} \left(\frac{l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} + \frac{2l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \right) \right) = 2U \left(-\frac{l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}}{2} \right) = -UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} l_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}$$

знак «-» в данном выражении указывает на то, что направления действия силы Q и реакции со стороны оболочки колеса имеют противоположное направление. Тогда необходимая ширина колеса может быть определена из условия, приведенного выше:

$$\sigma_{CM} = \frac{Q}{S} = \frac{Ul_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}} R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}{\frac{\pi}{4} 2bl_{\hat{I}\hat{A}\hat{O}}} \rightarrow b = \frac{2UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}{\pi \sigma_{CM}}$$

особенностью взаимодействия движителя с поверхностью трубопровода является то, что поверхность контакта зависит не только от ширины движителя, но и от диаметра трубопровода, а также максимальной величины деформации оболочки колеса. Соотношение данных параметров можно определить из схемы, показанной на рис. 4.

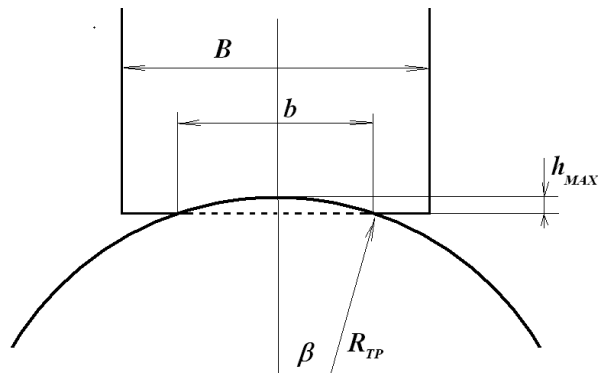


Рис.4. Схема к определению зависимости между эффективной шириной контакта колеса с трубопроводом и диаметром трубопровода

Из приведенной схемы видно, что зависимость между эффективной шириной контакта колеса с трубопроводом b и диаметром трубопровода R_{TP} будет иметь вид:

$$R_{TP}^2 = \left(\frac{b}{2}\right)^2 - (R_{TP} - h_{MAX})^2,$$

то есть:

$$R_{TP}^2 = \left(\frac{b^2}{4}\right) - R_{TP}^2 + 2R_{TP}h_{MAX} - h_{MAX}^2,$$

$$2R_{TP}^2 = \left(\frac{b^2}{4}\right) + 2R_{TP}h_{MAX} - h_{MAX}^2$$

откуда:

$$b = 2\sqrt{2R_{TP}^2 + h_{MAX}^2 - 2R_{TP}h_{MAX}}$$

Приравнивая полученную зависимость к величине ширины движителя, полученной при расчете на смятие получим:

$$b = \frac{2UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}{\pi\sigma_{CM}} = 2\sqrt{2R_{TP}^2 + h_{MAX}^2 - 2R_{TP}h_{MAX}}$$

$$\frac{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}{\pi\sigma_{CM}} = \sqrt{2R_{TP}^2 + h_{MAX}^2 - 2R_{TP}h_{MAX}}$$

С учетом наличия взаимосвязи между величиной максимальной деформации h_{MAX} и величиной нагрузки на колесо Q , описываемой при помощи уравнения:

$$Q = UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} l_{\lambda\hat{A}\hat{O}} \rightarrow l_{\lambda\hat{A}\hat{O}} = \frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}; \quad h_{MAX} = R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} (1 - \cos\alpha) = R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} \left(1 - \cos\frac{l_{\lambda\hat{A}\hat{O}}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}\right)$$

Откуда:

$$h_{MAX} = R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} \left(1 - \cos\frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}\right)$$

Подставляя данную зависимость в уравнение, связывающее модуль Юнга и максимальную величину деформации получим:

$$\frac{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}{\pi\sigma_{CM}} = \sqrt{2R_{TP}^2 + (R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} (1 - \cos \frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}})^2) - 2R_{TP}(R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} (1 - \cos \frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}))}$$

$$\left(\frac{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}{\pi\sigma_{CM}}\right)^2 = 2R_{TP}^2 + (R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} (1 - \cos \frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}})^2) - 2R_{TP}(R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}} (1 - \cos \frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}))$$

или:

$$\left(\frac{U}{\pi\sigma_{CM}}\right)^2 = 2\left(\frac{R_{TP}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}\right)^2 + (1 - \cos \frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}})^2 - 2\left(\frac{R_{TP}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}}\right)(1 - \cos \frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}})$$

Так как величина значения параметра $(1 - \cos \frac{Q}{UR_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}})$, исходя из правил геометрии

будет изменяться в пределах от 0 до 1, то полученное уравнение можно записать исходя из максимальной и минимальной величины модуля Юнга:

$$\begin{cases} U_{MAX} = \sqrt{2} \frac{\pi\sigma_{CM}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} R_{TP} \\ U_{MIN} = \sqrt{2} \frac{\pi\sigma_{CM}}{R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \sqrt{R_{TP}^2 - R_{TP}R_{\hat{E}\hat{I}\hat{E}}} \end{cases}$$

Решения данного уравнения показаны на рисунке 5.

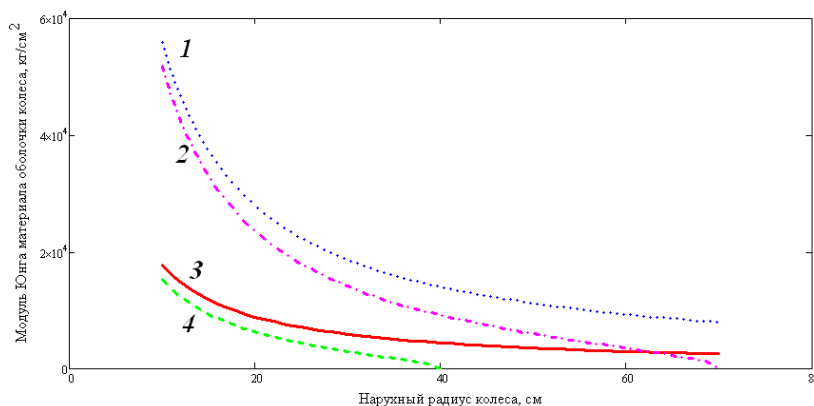


Рис.5. Зависимость требуемой величины модуля Юнга материала оболочки колеса от его радиуса;

- 1- максимальное значение для труборвода, диаметром 1400 мм (радиус 70см);**
- 2 - минимальное значение для труборвода, диаметром 1400 мм (радиус 70см);**
- 3 - максимальное значение для труборвода, диаметром 800 мм (радиус 40см);**
- 4 – минимальное значение для труборвода, диаметром 800 мм (радиус 40см)**

ОБЩИЙ ВЫВОД: Полученные данные свидетельствуют о том, что для колес малого диаметра на больших труборводах допустима установка оболочки из монолитной резины, полистирола и других подобных материалов. Применение больших колес требует применение конструкций оболочек шинного типа, обладающих низкими значениями модуля Юнга. Для расчета взаимодействия таких колес с поверхностью труборвода наиболее правильной будет применение математической модели Я.С. Агейкина, учитывающих величину деформации шины, при движении по жесткой поверхности труборвода.

Список литературы

1. Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей. - М.: Машиностроение, 1981. – 227 с.

2. Барахтанов Л.В., Беляков В.В., Кравец В.Н. Проходимость автомобилей: Учебное пособие - Н.Новгород: НГТУ, 1996.-200с.
3. Коссов В.С. Улучшение условий взаимодействия колес локомотивов с рельсами// Железные дороги мира. — 2000. -№4.
4. Кудин В.О. Обеспечение долговечности трубопроводов в условиях длительного нагружения : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 25.00.19 – Тюмень: Тюмен. гос. нефтегаз. ун-т, 2006. – 161с
5. Мыльников Н.А. Разработка методики расчета рациональных параметров специального каткового движителя ледорезной установки: Дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук:05.05.04/НГТУ; Науч. рук. А.П.Куляшов. - Защищена 30.06.04.- Н.Новгород:,2004.-192 с.:ил. - Библиогр. : с. 154-160.-Прил.:с.161-192
6. Сакало В.И. Коссов В.С. Контактные задачи железнодорожного транспорта. -М.: Машиностроение, 2004. -496с.
7. Новый политехнический словарь / под. ред. А.Ю. Ишлинского – М. : «Большая Российская энциклопедия», 2000. – 650с.

УДК 629.3

В.В. БЕЛЯКОВ, У.Ш. ВАХИДОВ, В.А. ШАПКИН

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЕЗДЕХОДНЫХ МАШИН ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ.

Нижегородский государственный технический университет

Условия передвижения транспортного средства при выполнении транспортно – технологических задач в условиях Северного Кавказа очень специфичны. Они трактуются тем, что в связи с большими затратами к каждому объекту хозяйственной деятельности человека в горах дорогу не построишь, поэтому передвижение может осуществляться только по бездорожью с соответствующими требованиями к транспорту по проходимости, маневренности и соблюдению экологических норм и правил. Транспортное средство должно быть в состоянии преодолевать единичные препятствия в виде камней, пней, поваленных деревьев, неровностей поверхности, а также иметь возможность передвигаться по лесу, по мари, по заболоченным участкам, покрытым кочками, преодолевать при необходимости водные преграды, иметь хорошую управляемость и маневренность. В то же самое время движители вездехода не должны разрушать почву, вызывать эрозию местности.

Таким образом, весовые и объемные характеристики предмета труда, условия эксплуатации транспортных машин при организации производства, связанного с использованием техники в горной местности, особенности его организации ставят задачу создания высоко-проходимого, маневренного, экологически безопасного, экономичного транспортного средства сравнительно небольшой грузоподъемности, способного осуществлять доставку небольших партий грузов по бездорожью. Таких машин, к сожалению, отечественная промышленность в настоящее время не выпускает.

Анализ технических параметров транспортных средств повышенной проходимости показал, что в настоящее время специализированной горной вездеходной техники не проектируется и не планируется выпускать. Попытки приспособить существующую технику для эксплуатации в столь специфических условиях не дают должного результата. Отсутствие научно-обоснованных методик, позволяющих определять какие параметры вездеходных транспортных средств являются оптимальными, а какие нет сдерживают развитие этого класса машин. Качественные изменения в условиях работы машин данного класса, их тяговых и энергетических характеристик, связанных с рабо-

той в горных условиях, требует принципиально нового подхода к их конструкции [1]. Так в области равнинного вездеходостроения одним из наиболее перспективных направлений повышения проходимости является увеличение клиренса автомобиля. В результате чего широкое распространение получили транспортные средства на колесах большого диаметра с планетарными колесными редукторами (см. конструкцию автомобиля «Кержак», приведенную на рис. 1.). То же относится и к гусеничным транспортным средствам, таким, например как ГАЗ-3409 (см. рис. 2) [2]

Все автомобили, сконструированные для равнинного движения имеют слишком большую высоту центра тяжести в результате чего их условный показатель проходимости (угол косогора в радианах, на которых может работать данная техника) находится в пределах от 0,4-0,6 (проходимость же автомобиля Кержак по горам оценивается ниже полноприводного автобуса ПАЗ 3206). [3]



Рис.1 Автомобиль повышенной проходимости «Кержак»



Рис.2 Автомобиль повышенной проходимости ГАЗ-3409 «Бобр»

Таким образом, вездеходная техника, работающая в горных условиях должна одновременно обладать большим клиренсом, для преодоления неровностей и быть низкой, для предотвращения опрокидывания. Второй, не менее важной задачей является определение необходимого тягового усилия для движения вверх по склону. Технология передвижения вверх по склону из точки А в точку В может быть решена 3 технологическими способами: во-первых – прямолинейным движением, во-вторых зигзагообразным движением и в третьих – зигзагообразным движением с использованием силы инерции. При этом максимальные энергетические затраты на перемещение на единицу длины пройденного пути имеются при движении первым способом, наиболее длинный путь перемещения при выполнении маневра вторым способом, а наибольшая опасность опрокидывания имеет место при выполнении маневра третьим способом. Кроме того анализ местности, по которой должно осуществляться движение показывает необходимость учета преодоления таких специфических препятствий как одиночные камни, поваленные деревья, рытвины, а также способность сопротивляться воздействию пото-

ка воды мелких камней и грязи, характерных для движения в поймах горных рек.

Реализация потенциальных скоростных качеств современных и проектируемых многоцелевых вездеходных машин возможна при обеспечении устойчивости и управляемости движения, которые определяют весь спектр динамики системы "водитель - машина - окружающая среда". Анализ условий движения машин и критериев управляемости показывает, что наиболее полно удастся оценить управляемость при экспериментальных исследованиях опытных образцов машин. Однако, учитывая их уникальность, существенные затраты труда, материалов, времени на создание и испытание образцов, обработку результатов, а также крайне затруднительное или невозможное внесение изменений в конструкцию, можно считать такой путь определения управляемости приемлемым лишь для сравнительной оценки созданных машин.

Управляемость принято оценивать по следующим критериям: условие вписываемости; движение без бокового заноса и устойчивость; параметры реакции машины на управляющее воздействие, определяющие качество переходных процессов входа в поворот и выхода из него; фазовые частотные характеристики водителя и машины. Критерием сложности управления движением по змейке является коэффициент фазовой напряженности, показывающий степень коррекции траектории движения машины оператором, обусловленный отклонением от заданного направления движения под действием внешних факторов и особенностей взаимодействия движителя с опорной поверхностью. При движении на высших передачах коэффициент фазовой напряженности даже на грунтах с удовлетворительными сцепными свойствами достигает 0,4-0,6 (при допустимом 0,5). При движении по косоветру часть движителя, находящаяся ниже, нагружается больше, чем верхняя. Это приводит к перераспределению сил сопротивления и силы тяги, развиваемых элементами движителя, и следовательно к возникновению дополнительного разворачивающего момента, изменяющего заданную оператором траекторию движения транспортного средства. Скорость движения ограничивается также забросом реакции по угловой скорости (перерегулированием) при входе в поворот и выходе из него; необходимостью циклического включения механизма поворота для предотвращения бокового заноса; высокой вероятностью выхода за ограниченный коридор; большим отклонением (до 7-10м) направления движения от касательной к требуемой траектории и невозможностью стабилизации движения водителем. Следует отметить, что силы, вызывающие отклонение движение транспортного средства от заданной траектории отличаются между собой по величине и скорости нарастания. При этом именно быстро изменяющиеся силы являются наиболее опасными с точки зрения управляемости транспортного средства, так как именно на их возникновение оператор чисто физически не может вовремя отреагировать. На рисунке 3 показан результат экспериментальных исследований и численного моделирования движения автомобиля КамАЗ 43118 массой 11556 кг и 9481 кг (величина не подрессоренной массы в обоих случаях равнялась 2388 кг), по ровной поверхности при выполнении маневра перестановка из одной полосы движения, шириной 3 м и обратно.

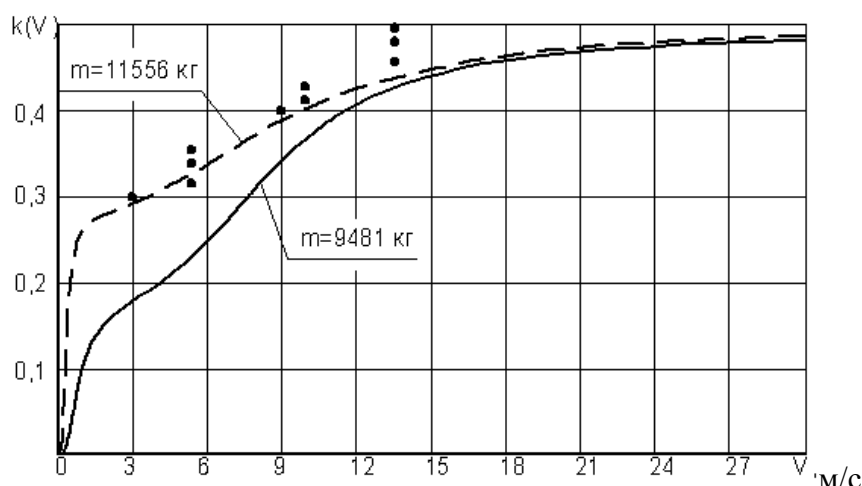


Рис.3. Зависимость коэффициента фазовой напряженности от скорости движения (•- экспериментальные данные)

Влияние угла наклона на величину коэффициента фазовой напряженности показано на рисунке 4.

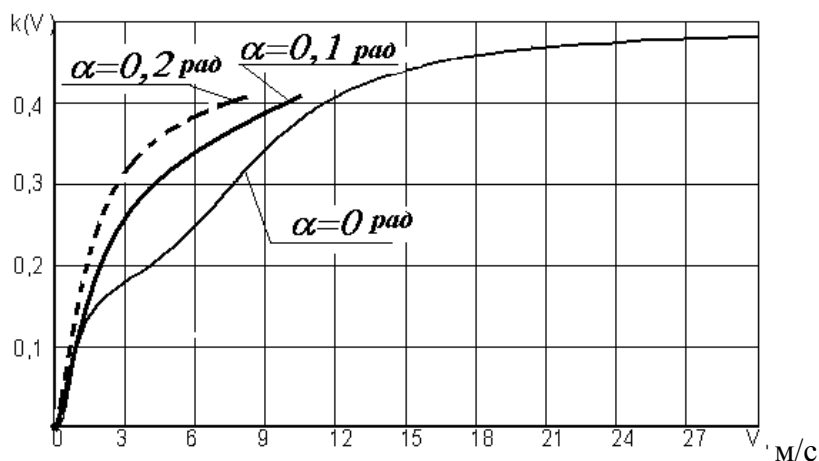


Рис.4. Зависимость коэффициента фазовой напряженности от угла наклона поверхности движения

Полученные данные однозначно свидетельствуют о значительном ухудшении управляемости колесных транспортных средств при движении по косоугору, особенно в диапазоне скоростей от 0 до 9 м/с. При этом уменьшение величины подрессоренной массы также благотворно влияет на управляемость машины и повышает проходимость за счет меньших затрат мощности на потери энергии на колебания автомобиля.

Транспортному средству высокой проходимости требуются такие колеса, которые, с одной стороны, обеспечивают надежное сцепление со снегом и мокрыми камнями, а с другой - оказывают минимальное давление на опорную поверхность. Оба условия могут быть выполнены при использовании шин с развитыми грунтозацепами и увеличении площади контакта движителя, которая, в свою очередь, зависит от величины внутреннего давления воздуха в шине и размеров колеса. При этом реальный опыт подсказывает, что с увеличением ширины колеса суммарное сопротивление на снегу становится больше, чем при использовании узкого колеса, которое образует глубокую колею с небольшой зоной деформации. С увеличением диаметра колеса уменьшается его склонность к буксованию, т. е. повышаются тяговые возможности, тогда как увеличение ширины такого влияния не оказывает. Поэтому для вездеходных транспортных средств в последнее время в качестве основных применяют шины большого диаметра. Так для обеспечения дорожного просвета более 700 мм, необходимого при движении по снегу глубиной около одного метра, машину требуется

оснащать колесами диаметром не менее 1700 мм и встроенными в них редукторами.

Анализ современных конструкций вездеходных транспортных средств [3] позволил аппроксимировать зависимость между высотой центра масс и клиренсом следующей математической зависимостью:

$$H = 0,85D = 1,7H_1, \quad (1)$$

где H_1 – величина дорожного просвета (клиренс), D – диаметр колес. Тогда рациональное соотношение между этими параметрами может быть найдено из уравнения [3]:

$$\sin \alpha = F(S)_T = \left(0,5 + \frac{g(0,5B - 1,7H_1 \sin \alpha) \cos \alpha}{41,7H_1} \right) \left(\varphi - \epsilon_0 - H \right) - \frac{H_1}{L_0 - H} - f_1 - f_2 + \arccos \frac{2H_1}{L}$$

$$\frac{dF(S)_T}{dH_1} = \left(0,5 + \frac{g0,5B \cos \alpha}{41,7} \ln H_1 \right) \left(\varphi - \epsilon_0 - H \right) - \frac{H_1}{L_0 - H} - f_1 - f_2 \right) L + \frac{H_1}{\sqrt{H_1^2 + 0,25L^2}} \quad (2)$$

Тогда величина наиболее рациональной величины клиренса транспортного средства, (при котором функция производной будет равняться 0, а рассматриваемая функция – достигать экстремума) может быть найдена из условия:

$$\left(0,5 + \frac{g0,5B \cos \alpha}{41,7} \ln H_1 \right) \left(\varphi - \epsilon_0 - H \right) - \frac{H_1}{L_0 - H} - f_1 - f_2 \right) L = - \frac{H_1}{\sqrt{H_1^2 + 0,25L^2}}, \quad (3)$$

где B – ширина колеи транспортного средства, м; φ – коэффициент сцепления; f – коэффициент сопротивления движению; f_1 – дополнительное сопротивление, возникающее при трогании машины с места, а f_2 – дополнительное сопротивление, возникающее при повороте транспортного средства; H_1 – высота центра масс транспортного средства, м; H – клиренс, м; L – длина транспортного средства, м; L_0 – колесная база транспортного средства, м.

Решение уравнения (3) показывает, что рассматриваемая функция имеет монотонно – возрастающий характер. То есть увеличение клиренса автомобиля в горных условиях приводит к снижению его проходимости, вследствие недостаточной устойчивости. Кроме того, увеличение клиренса приводит к возрастанию инерционных масс, резкому увеличению стоимости машины, усложнению трансмиссии. Наконец, крупногабаритные элементы движителей съедают значительную часть полезного объема и ограничивают скорость передвижения.

С другой стороны, снижая клиренс автомобиля мы уменьшаем его профильную проходимость. То есть клиренс автомобиля должен быть минимально – достаточным для сохранения подвижности на заданной местности. Исходя из вышесказанного, данный параметр может быть аппроксимирован выражением:

$$A_{MAX} \leq H_1 \geq 0,5Ltg(\alpha) = 0,5Ltg(F(S)_T) \quad (4)$$

где A_{MAX} – максимальная высота преодолеваемых единичных препятствий. Следует отметить, что к данному параметру в условиях Северного Кавказа должен быть отнесен и такой параметр как глубина преодолеваемого брода, так как движение транспортного средства с касанием основного потока воды кузова может привести к опрокидыванию транспортного средства. В графическом виде зависимость выбора рациональной величины высоты клиренса (и диаметра движителя) показана на рисунке 6.

Тогда предельно достижимая величина коэффициента проходимости в зависимости от клиренса автомобиля может быть получена из выражения:

$$\sin \alpha = F(S)_T \approx \arctg \frac{2H_1}{L} \quad (5)$$

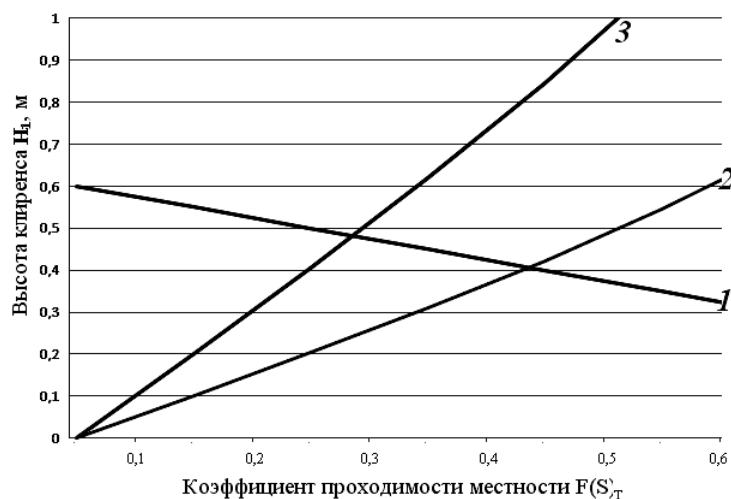


Рис.5. Зависимость высоты клиренса транспортного средства от сложности местности на котором предполагается его использование;

1- по условиям преодоления единичных препятствий; 2 – для транспортного средства длиной 2м; 3 – для транспортного средства, длиной 4м.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях высокогорья наиболее рациональным транспортным средством будет являться машина, имеющая в длину 2 – 4 м, с клиренсом высотой 0,6 – 0,7м.. При этом ширина транспортного средства должна быть как можно большей, для обеспечения устойчивости против опрокидывания. При этом, необходимость использования ее на дорогах общего пользования регламентирует ее максимальную ширину величиной – 2,5 м. Применение трехопорной компоновки двигателя в горных местностях недопустима, вследствие меньшей устойчивости такой конструкции на кособоре.

Машина с наиболее рациональной компоновкой, предназначенная для выполнения работ в условиях Северного Кавказа показана на рисунке 6.



Рис.6. Наиболее рациональная компоновка вездеходного транспортного средства, предназначенного для доставки людей и грузов в условиях Северного Кавказа

Список литературы

1. Льянов М.С. Улучшение эксплуатационных свойств колесных тракторов за счет повышения их курсовой устойчивости на склонах. Дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 Ленинград, 1991. – 201с.
2. Вездеходные транспортно-технологические машины. Основы теории движения/ под общей редакцией В.В. Белякова и А.П. Куляшова – Н.Новгород: Изд-во ТА-ЛАМ, 2004.960с.

3. Транспортно – технологические проблемы Северного Кавказа /В.В. Беляков, У.Ш. Вахидов, Ю.И. Молев; Нижегород. гос. техн. ун-т – Нижний Новгород, 2009. – 387с

УДК 621.113

П.Ю. ПАРФЕНОВ, С.И. МАСЛОВ, М.Г. КОРЧАЖКИН, А.Н. АРХИПОВ

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ НАГРУЖАТЕЛЕМ В СОСТАВЕ ЛИНИИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из проблем использования нагрузателя в составе линии инструментального контроля, является согласование систем управления тормозным стендом и нагрузателем. Необходимо построить такую систему управления нагрузателем, которая бы требовала минимального изменения программного обеспечения завода изготовителя. Решение этой проблемы может быть достигнуто двумя путями:

- а) построением автономной системы управления нагрузателем;
- б) интегрированием системы управления нагрузателем в систему завода- изготовителя стенда без изменения программного обеспечения.

Первый вариант реализации требует измерения тормозных сил на колесах (осях) прицепа, что является экономически нецелесообразным: Второй вариант — интегрирование в систему управления завода-изготовителя требует дальнейших исследований. Работа нагрузателя в автономном режиме должна осуществляться под управлением программы, заложенной в память микроконтроллера. Программное обеспечение включает в себя подпрограмму тестирования, подпрограмму настройки и рабочую программу. На рис. 1 представлена блок-схема управления нагрузателя в двух режимах - автономном и ручном.

При запуске подпрограммы тестирования вычислитель проверяет исправность оперативного запоминающего устройства, постоянно запоминающего устройства, коммутатора и модулей индикации, однокристалльного микроконтроллера. Кроме того, после подачи напряжения питания и в процессе работы ведется контроль состояния линий связи датчиков (на обрыв и замыкание). При прохождении теста включается соответствующая индикация. Работа системы управления в автономном режиме заключается в следующем. После запуска программы управления нагрузателем, происходит рост давления в полости пневмоцилиндра до достижения заданного уровня (зависит от полной массы проверяемого прицепа), после чего срабатывает электропневмоклапан (ЭПК-1) - рост давления прекращается. При этом должны фиксироваться тормозные силы на левом и правом колесах (при двухосном прицепе по бортам). Измерение тормозных сил на колесах прицепа связано с подключением к датчикам измерения тормозных сил, что недопустимо по требованиям завода изготовителя. Второй путь - интегрирование в систему управления завода-изготовителя стенда может быть реализован при условии использования стандартного стенда, а именно:

- измерения скорости торможения, имитируемое на тормозном стенде;
- измерения тормозных сил на колесах прицепа;
- измерения силы, создаваемой на органе управления инерционной, тормозной системы;
- измерения массы на каждом колесе;
- измерения давления воздуха в пневмоприводе цилиндра.

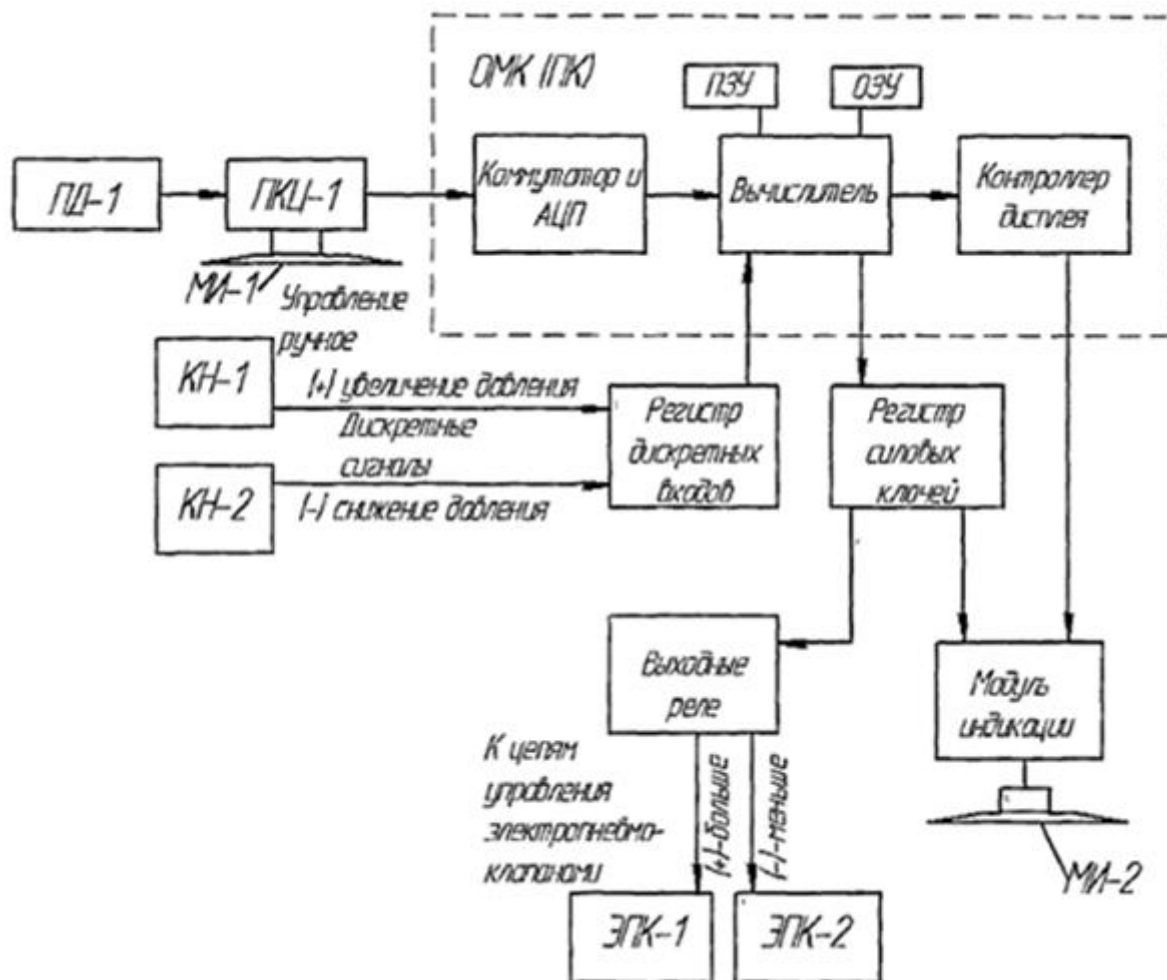


Рисунок 1. Блок-схема управления нагрузателем.

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство; ПЗУ – постоянное запоминающее устройство; ОМК – однокристалльный микроконтроллер; ПД-1 – преобразователь (датчик) давления; ПКЦ-1 – прибор контроля цифровой; Кн-1 – кнопка управления увеличением давления; Кн-2 – кнопка управления снижением давления; ЭПК-1 – электро-пневматический клапан увеличения давления; ЭПК-2 – электропневматический клапан снижения давления; МИ-1 – модуль индикации промежуточный; МИ-2 – модуль индикации при работе в автоматическом режиме.

В этом варианте необходимо использовать штатный датчик измерения силы (стандартный) на органе управления инерционной тормозной системы, который должен быть установлен на нагрузатель. При использовании полученной схемы управления на рабочем образце нагрузателя возможно получение результатов измерения тормозных свойств автомобильных прицепов для последующего сравнения с результатами моделирования.

УДК 621.431.73

И.В. ПЕТРОВА

ГАММА - ПРОЦЕНТНЫЙ РЕСУРС РАМ Ж/Д ВАГОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для стационарного случайного нагружения боковой рамы в зоне буксового проема используется зависимость для времени до образования усталостной трещины, по-

лученная на основе гипотезы линейного суммирования повреждений и закона Вейбулла, для амплитудных значений напряжений: $t_* = T_e N_0 \left(\frac{\sigma_{-1}}{k_e \cdot d_\sigma} \right)^s B_{\Psi_0, s} \left(1 - \nu \frac{\sigma_m}{\sigma_b} \right)^s$,

$$B_{\Psi_0, s} = \left[\int_{y_0}^{\infty} y^{s+1} e^{-\left(\frac{y^2}{2}\right)} dy \right]^{-1} B(y_0, s) = \left[\int_0^{\infty} y^{s+1} e^{-\left(\frac{y^2}{2}\right)} dy \right]^{-1} \quad (3.1.4), \quad y_0 = \frac{\sigma_{-1}}{d_\sigma}, \quad y = \frac{\sigma}{d_\sigma} \quad (1)$$

где T_e - эффективный период изменения напряжений за срок до образования трещины, N_0 - базовое число циклов, ν - коэффициент влияния σ_m на усталостную прочность тонкостенной конструкции, s - показатель живучести материала, d_σ - стандарт напряжений для стационарного нагружения,

Преобразуем выражение (1) к виду:

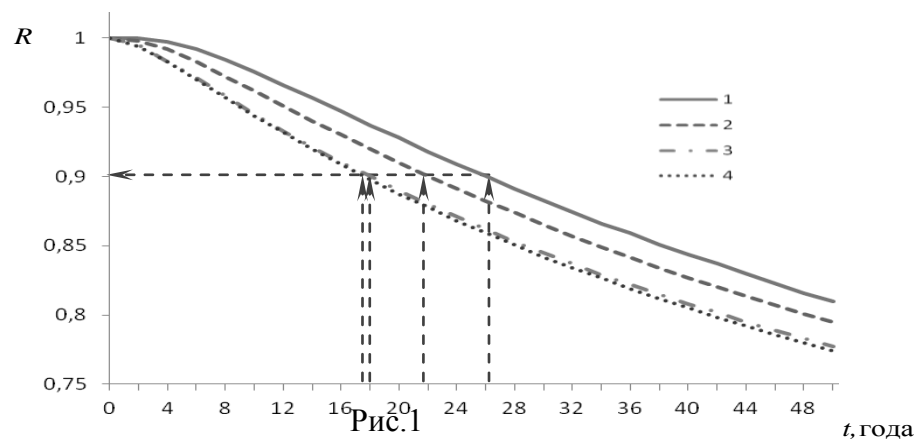
$$A = T_* / T_e N_0 B_0 = \varphi \left[\sigma_{-1}, k_e, \Psi \right] = \left(\frac{\sigma_{-1}}{k_e \cdot d_\sigma} \right)^s \left(1 - \nu \frac{\sigma_m}{\sigma_b} \right)^s, \quad (2)$$

где B_0 - значение B при $y_0 = m_* / d_\sigma$, d_σ - среднеквадратическое отклонение d_σ .

Условная функция распределения случайной величины A - относительной усталостной долговечности, определится интегралом:

$$F(A) = \int_0^{\infty} \int_0^1 \int_0^1 F_A(\sigma_{-1}, k_e, \Psi) f_{\sigma_{-1}} f_{k_e} f_{\Psi} d\Psi dk_e d\sigma_{-1} \quad (3)$$

Надежность рамы $R(a) = P(A > a)$ или $R(t) = P(T_* > t)$ где $T_* = AT_e N_0 B_0$ согласно выражению (2). На рис. 1 показаны зависимости надежности боковой рамы грузового вагона от срока службы: 1- при случайном нагружении; 2,3,4 - с учетом стохастического характера усталостной прочности; эффективного коэффициента концентрации напряжений; отношения среднего напряжения к пределу прочности соответственно.



Учет стохастичности усталостной прочности дополнительно снижает $\gamma^0\%$ - ый ресурс на 15%, коэффициента концентрации напряжений - на 18%, отношения среднего напряжения к пределу прочности - на 2%, при $\gamma = 90\%$. Гамма-процентный ресурс до образования усталостной трещины $t_\gamma = 17.6$ лет при $\gamma = 90\%$. Для повышения ресурса необходимо снижать амплитуды напряжений, коэффициенты концентрации напряжений и уровень средних напряжений в раме или повышать усталостную прочность материала.

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ НАНЕСЕНИИ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ И ЕГО ИССЛЕДОВАНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование действительного состояния лакокрасочного покрытия (ЛКП) автомобиля, как услуга, оказываемая независимыми экспертами для потребителей, рассматривается относительно недавно: в массовое потребление вошло примерно 10-15 лет назад. В связи с тем, что этот вид исследования автомобиля довольно молодой, имеются некоторые проблемы при его проведении.

Очень сложная ситуация возникает при необходимости определения временного интервала перекрашивания транспортного средства (ТС) и его элементов. На данный момент в экспертной деятельности апробированной, утвержденной и научно обоснованной методики по определению периода окрашивания поверхности нет. Иными словами, на вопрос, когда был перекрашен элемент автомобиля, эксперт ответа не даст, но сам факт перекраски подтвердить/опровергнуть сможет по ряду других признаков, например, по завышенным по сравнению с среднетехнологическим толщине и твердости ЛКП, что характерно для деталей, подвергавшихся ремонтному окрашиванию. О воздействии на некоторые элементы можно судить и по другим признакам, например, применение ремонтного окрашивания на двери автомобиля можно констатировать по осмотру петель и болтов крепления, а именно наличие повреждений, характерных для демонтажа двери.

Смею предположить, что решение проблемы определения периода окрашивания а/м найдется не скоро в виду того, что для ее разрешения необходимы комплексные исследования, требующие значительных материальных, технических, методологических, временных, трудовых ресурсов.

Довольно часто на транспортных средствах можно заметить явление разнооттеночности, при котором кузовная деталь исследуемого автомобиля по тону оттенка визуально темнее оттенка остальных деталей кузова. Описанное явление, с технической точки зрения, является несоответствием требованиям, предъявляемым к ЛКП ГОСТ 9.032-74 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения» и недопустимо для определенных классов покрытия, то есть является дефектом ЛКП. Выявленный дефект покрытия образовался в результате нарушения технологии колеровки эмали при производстве ремонтно-восстановительных работ. Предполагаю, данная проблема легко разрешима путем аккуратного и грамотного подбора цвета.

Как правило, завод-изготовитель ТС всегда указывает код цвета на автомобиле, например, на заводской табличке с техническими данными ТС. Далее этот цвет необходимо найти по коду в документации по подбору от изготовителя и сравнить его с цветом смежной детали кузова. При использовании цветовых вееров завода-изготовителя выявляются различные нюансы, например, серебристый цвет может иметь желтоватый или красноватый оттенок. Надо отметить, что при подборе цвета возможны отклонения: поставляемые разными поставщиками краски могут иметь отклонения от стандартного образца, происходит изменение тона (например, высветление) ЛКП с течением времени. Краску для ремонтного окрашивания нужного цвета получают смешиванием, затем делают пробное окрашивание при тех же самых условиях, при которых производится ремонтное окрашивание автомобиля.

Резюмируя вышесказанное, можно отметить, что при исследовании и эксплуатации ЛКП имеются некоторые проблемы, но при быстро развивающихся и внедряющих-

ся передовых технологиях в области автомобилестроения они разрешимы. Именно так, а не иначе.

УДК 629.113

Л.Я. РОДИНА, В.А. ШАПКИН

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобиль является относительно дорогостоящим товаром, поэтому к его качеству предъявляются высокие требования. В процессе эксплуатации могут возникнуть дефекты лакокрасочного покрытия (ЛКП), в связи с чем встает вопрос об их происхождении (эксплуатационные, производственные, в результате ремонта) и на кого ложиться бремя по их устранению. В таких случаях возникает необходимость в независимом комплексном исследовании ЛКП автомобиля.

На первом этапе необходимо провести органолептическую проверку автомобиля и исследование по ГОСТ 9.032-74 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения», согласно которому ЛКП разделены на семь классов, для которых нормируется совокупность показателей, характеризующих качество и внешний вид ЛКП (включения, шагреня, потеки, штрихи, риски, волнистость, разнооттеночность, неоднородность рисунка).

Следующим этапом необходимо провести измерение толщины ЛКП на наружных поверхностях всех элементов кузова автомобиля, заключающееся в нахождении среднего значения толщины ЛКП и сравнении его с допустимым. Толщину ЛКП можно проверить, используя приборы - толщиномер «Константа К5» или цифровой толщиномер ТТ-260 с использованием датчиков для подложек из ферромагнитных и неферромагнитных металлов. Помимо вышеуказанных приборов, можно определить толщину ЛКП разрушающим методом с использованием прибора ВУКО-CUT Universal, с помощью которого делается V-образный надрез по всей толщине ЛКП до подложки с последующим рассмотрением под микроскопом. Преимуществом метода является возможность измерения толщины каждого слоя многослойных покрытий различной толщины.

Далее на автомобиле детально (с применением микроскопа с 50 или 200 кратным увеличением) рассматриваются выявленные дефекты с последующей их классификацией на производственные (например, отслоения, вздутия, коррозия и т.д.) или эксплуатационные (например, сколы, царапины, битумные пятна и т.д.) либо иные.

На следующем этапе методом решетчатых надрезов, которые наносят на готовое ЛКП, используя, например, приборы-адгезиометры «Константа-АР» или «Адгезиометр РН /Резак/», и впоследствии визуально оценивают состояние покрытия по четырехбалльной системе, определяется адгезия по ГОСТ 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии». Адгезия – одно из самых важных свойств ЛКП, характеризующее стойкость покрытия и его долговечность.

Помимо вышеизложенного, необходимо провести исследование твердости ЛКП методом сопротивления вдавливанию сферического наконечника (метод Кнупа) с использованием прибора «Булат Т1». Помимо этого по ГОСТ Р 54586-2011 «Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости покрытия по карандашу» можно исследовать твердость ЛКП путем ее сравнения с твердостью карандашных грифелей «koh-i-noog».

Основные требования, которые к ЛКП предъявляет потребитель – защита металла от коррозии, а уже потом декоративный вид. В связи с этим, важно понимать на-

сколько качественное ЛКП у автомобиля, поскольку суммарные расходы по устранению дефектов базовых деталей (читай, кузова) транспортного средства (согласно РД 37.009.025-92 «Положение о гарантийном обслуживании легковых автомобилей и мототехники», для гарантийного автомобиля устанавливается не ремонт, а замена) часто превышают 10% от рыночной стоимости идентичного нового ТС. Поэтому важно подходить комплексно к определению действительного состояния лакокрасочного покрытия автомобиля.

УДК 629.113

Л.Я. РОДИНА, В.А. ШАПКИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОКРАШИВАНИЯ В СЕРВИСНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На заводе-изготовителе для окрашивания кузовов имеется не менее двух линий. На одной линии окрашивается кузов без съемных кузовных элементов, обивки. Двери из-за своей сложной конфигурации окрашиваются на другой линии. При ремонтном окрашивании навесное оборудование не снимают, поэтому все элементы, не подлежащие окрашиванию, необходимо закрыть.

Любое ремонтное воздействие на ЛКП автомобиля определяется, исходя из имеющихся повреждений, т.е. изначально необходимо определить какой вид ремонта «точечный», «частичная окраска» нужно применить в каждом конкретном случае. В любом случае процесс окраски автомобиля в сервисном предприятии можно разделить на фазы: предварительная обработка и окончательное окрашивание для восстановления прежнего вида автомобиля.

При поступлении автомобиля в сервис необходимо очистить его, устранить коррозию шлифованием или антикоррозионными грунтами.

Для создания качественного ЛКП обязательно необходимо перед окрашиванием обезжирить поверхность растворителем.

Если в процессе предварительной подготовки обнаружится, что виднеется голый металл, то необходимо провести защитное грунтование. Возможно использовать грунты на основе эпоксидной смолы.

Далее на участок необходимо нанести шпатлевку. Качество ЛКП начинается именно со слоя шпатлевки.

Затем идет этап шлифования слоя шпатлевки. Шлифование производится как вручную, так и посредством шлифовальных машинок.

После этапа шлифования необходимо нанести слой наполнителя. Запрещается наносить краску на голый металл, шпатлевку или на грунт, ее необходимо наносить на слой наполнителя или на старый лакокрасочный слой. В случае если деталь имеет несколько участков для ремонта, то необходимо нанести слой наполнителя на всю деталь.

На следующем этапе слой наполнителя необходимо отшлифовать, и чем тщательнее и аккуратнее это будет сделано, тем выше качество ЛКП. Необходимо шлифовать слой наполнителя после его полного высыхания, иначе образуются дефекты ЛКП.

Резюмируя вышеизложенное, можно отметить, что при соблюдении определенной последовательности действий при ремонтном окрашивании можно добиться положительных результатов, восстановив лакокрасочное покрытие автомобиля, способное выполнять защитные функции, заложенные заводом-изготовителем, но и обеспечить достойные декоративные свойства.

О ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР) И ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В науке и технике постоянно приходится сталкиваться с проблемой расчета систем, имеющих сложную геометрическую форму и нерегулярную физическую структуру. Подобные задачи возникают при попытке рассмотрения вариантов совершенствования ротора турбокомпрессора (ТК) с целью повышения надежности устройства, при этом необходимо выполнение одновременно теплового и механического анализа. Это также актуально и для других ответственных деталей, испытывающих комбинированные нагрузки (поршни, ГБЦ ДВС и др.) Изменения, положительно влияющие на механические показатели детали, могут отрицательно сказываться на тепловых характеристиках, и наоборот. Поэтому, для нахождения оптимального решения необходим комплексный подход к решению подобных задач.

Компьютеры позволяют выполнить расчеты в таких задачах при помощи приближенных численных методов. Моделирование и анализ в некоторых областях промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование - изготовление - испытания». Наиболее популярным и эффективным в последнее время является метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ представляет собой численный метод решения системы дифференциальных уравнений, описывающих большинство физических процессов. Универсальность данного метода является важным качеством в проведении комплексного анализа.

Основная идея применения МКЭ заключается в том, что непрерывная величина (температура, напряжения и т.д.) аппроксимируется дискретной моделью, состоящей из множества кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе элементарных областей, на которые разбивается исследуемая область (поверхность или объем). Сами кусочно-непрерывные функции определяются с помощью значений непрерывной величины в конечном числе точек рассматриваемой области.

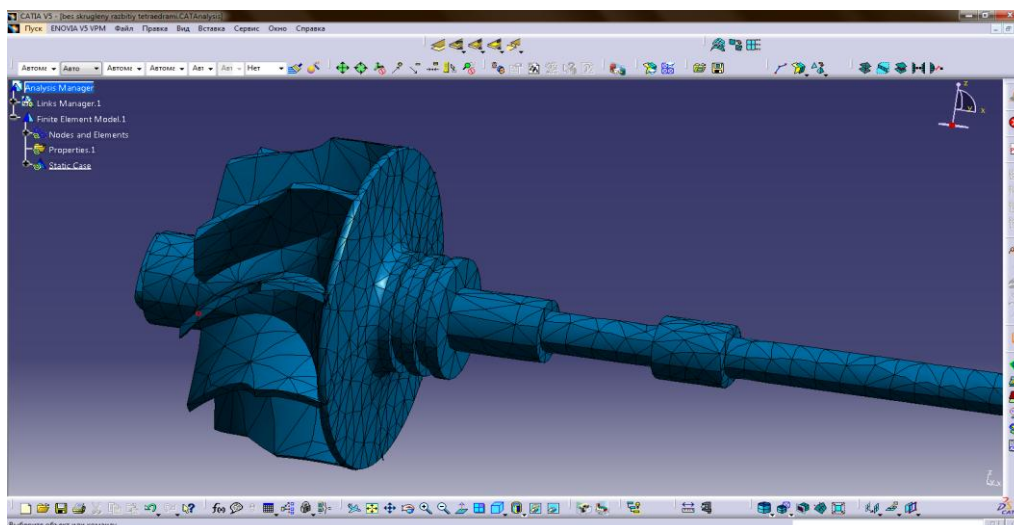


Рис. 1. 3D-модель ротора турбокомпрессора с разбиением объема на конечные элементы - тетраэдры.

Реализация выполнения анализа в программных системах предполагает следующие этапы:

«Преанализ»:

- 1) создание модели анализируемой детали либо их связной совокупности;
- 2) задание физических свойств материалов (возможно задание переменных свойств);
- 3) создание сетки конечных элементов (уменьшение размера конечных элементов обеспечивает более точное решение, но увеличивает время вычислений);
- 4) задание нагрузок, граничных условий (каждому виду анализа соответствует свой «набор нагрузок»);

«Анализ»:

- 5) непосредственно проведение вычислений программой-решателем;

«Постанализ»:

- 6) формирование результатов, визуализация искомых количественных характеристик, анализ результатов.

Оптимизацию детали при заданных условиях с учетом технологий изготовления можно проводить посредством изменения ее геометрии, изменения материалов (следовательно, их свойств) и сочетанием этих способов.

УДК 621.431

И.А. СУВОРОВ, Л.А. БЕРДНИКОВ, Н.А. ВИЛКОВ

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РАССМОТРЕНИЮ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ НАДЕЖНОСТЬ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В настоящее время неуклонно растет доля автомобилей, оборудованных двигателями с применением турбонаддува. С точки зрения эксплуатации автомобильного транспорта наиболее важным показателем качества системы газотурбинного наддува является надежность, в частности, главного агрегата системы – турбокомпрессора (ТК). Отказ ТК, в большинстве случаев, не ведет к потере работоспособности ДВС, но приводит к невозможности эксплуатации ТС в целом. Статистика показывает, что на отказы турбокомпрессоров приходится до 7% от общего числа отказов ТС. Неисправности системы газотурбинного наддува приводят к значительному увеличению негативного воздействия на окружающую среду, повышают эксплуатационные затраты, снижают качество выполнения транспортной работы, ухудшают условия работы водителей. В большинстве случаев ресурс ТК меньше ресурса ДВС и автомобиля в целом, что, в совокупности с высокой стоимостью данного агрегата (до 10% от стоимости всего ТС), обуславливает необходимость повышения эксплуатационной надежности ТК.

Турбокомпрессор можно отнести к тем компонентам автомобиля, надежность которых сильно детерминирована условиями эксплуатации ТС и проведением технического обслуживания. Поэтому, наряду с качеством изготовления ТК и корректным его подбором к соответствующему ДВС, важнейшую роль в продлении его срока службы играет правильная эксплуатация и выполнение ТО. Конечной целью всех принимаемых мер по повышению надежности можно считать получение значений ресурса ТК близких к ресурсу ДВС в целом.

Работа любого турбокомпрессора, независимо от исполнения или схемы установки неразрывно связана с двумя обобщающими факторами: высокая температурная нагруженность (тепловой фактор) и высокие обороты вращения ротора (механический

фактор). Эти факторы можно отнести к «внутренним», а обобщенная статистика отказов подтверждает исключительную их роль в надежности турбокомпрессоров. Эти факторы, главным образом, определяют круг проблем, связанных с надежностью ТК. Так или иначе, они же, вместе с необходимыми рабочими характеристиками, определяют и конструктивные особенности устройства. Наряду с указанными выше следует выделить гидро- и газодинамические факторы, а также физико-химические факторы. Конструктивные и технологические меры по уменьшению негативного воздействия внутренних факторов составляют «ядро надежности» турбокомпрессора.

Нельзя также не принимать во внимание взаимосвязанное влияние ДВС и ТК на их надежность и процессы изменения их технического состояния, т.к. турбокомпрессор расположен «на стыке» систем двигателя: выпуска, питания, систем смазки и охлаждения. Отсюда вытекает существование не менее важного «внешнего», эксплуатационного фактора (влияние условий эксплуатации, влияние эксплуатационных материалов, влияние неисправностей сопряженных систем, влияние периодичности и содержания ТО). Эксплуатационные факторы влияют на степень негативного воздействия внутренних факторов. Эксплуатационными факторами, можно непосредственно управлять в процессе эксплуатации.

Таким образом, надежность турбокомпрессора характеризуется способностью противостоять негативному воздействию как внутренних, так и внешних факторов.

Характер совместного действия факторов, влияющих на надежность, может иметь как синергетический, так и нейтрализующий характер, что подчеркивает сложность взаимодействия негативных факторов на надежность турбокомпрессоров.

Ввиду разнообразия и взаимозависимости причин выхода из строя турбокомпрессоров, очевидна необходимость их комплексного рассмотрения, систематизации, подробное изучение отдельных факторов с последующей оценкой их «вклада» в надежность ТК. Накопленный богатый опыт эксплуатации ДВС с газотурбинным наддувом дает почву для проведения подобной работы.

УДК 621.431

И.А. СУВОРОВ, Л.А. БЕРДНИКОВ, А.В. ВИШНЯКОВ

УЧЕТ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ В СИСТЕМЕ «ТУРБОКОМПРЕССОР – ДВС» В РАССМОТРЕНИИ ВОПРОСОВ НАДЕЖНОСТИ ТУРБОКОМПРЕССОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

С точки зрения эксплуатации автомобильного транспорта наиболее важным показателем качества системы газотурбинного наддува является надежность, в частности, главного агрегата системы – турбокомпрессора (ТК). Статистика показывает, что на отказы турбокомпрессоров приходится до 7% от общего числа отказов ТС. Система ДВС – турбокомпрессор является одной из самых сложных в отношении внутренних связей.

Отказы турбокомпрессора могут быть вызваны как внутренними причинами, так часто являются вторичными или зависимыми от отказов систем ДВС. ТК расположен «на стыке» систем ДВС: питания и выпуска, смазки и охлаждения, системы управления двигателем (СУД). Такое расположение обуславливает значительное влияние ДВС и ТК на рабочие параметры друг друга. Рассмотрение вопросов надежности данных объектов невозможно без учета взаимовлияния и должно проводиться в комплексном анализе. Изменение параметров работы в одном объекте неизбежно сказывается на надежности другого. Поэтому надежность турбокомпрессоров следует рассматривать как надежность сложной системы ТК – ДВС.

Применение последовательной, параллельной либо смешанной схем теории надежности к рассмотрению надежности системы ТК – ДВС имеет место только в случаях однозначной определенности в зависимости отказа ТК от отказа какой-либо системы ДВС, что не всегда представляется возможным. В связи с этим необходимо ввести параметр зависимости отказов ТК от отказов ДВС.

Выделим следующие вероятности безотказной работы P :

P_{TK} – вероятность безотказной работы турбокомпрессора;

P_{in} – «внутренняя» вероятность безотказной работы турбокомпрессора в условиях полной исправности и сохранения рабочих параметров систем ДВС; зависит исключительно от совершенства конструкции ТК и корректности подбора к ДВС;

P_{ex} – вероятность безотказной работы ДВС, влияющих на работу ТК.

Введем параметр (коэффициент) зависимости k , отражающий зависимость наступления отказа турбокомпрессора при наступлении отказа сопряженных систем ДВС, и рассмотрим три возможных варианта его значений:

- 1) $k = 0$ - отказ системы ДВС не вызывает изменения вероятности безотказной работы ТК (отказы независимы). В этом случае надежность турбокомпрессора определена исключительно «внутренней» надежностью:

$$P_{TK} = P_{in}.$$

- 2) $k = 1$ – отказ системы ДВС обязательно вызывает отказ ТК (вторичный отказ).

В данном случае применима формула теории надежности последовательного соединения объектов, т.е.:

$$P_{TK} = P_{in} \cdot P_{ex}.$$

- 3) $0 < k < 1$ - отказ системы ДВС снижает вероятность безотказной работы ТК (отказы зависимы);

В общем случае, исходя из предельных условий 1) и 2) с учетом величины коэффициента k , зависимость вероятности безотказной работы турбокомпрессора от P_{in} и P_{ex} будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} P_{TK} &= P_{in} \cdot (k \cdot (P_{ex} - 1) + 1) = \\ &= P_{in} \cdot (1 - k \cdot F_{ex}), \quad (1) \end{aligned}$$

где F_{ex} – вероятность отказа сопряженных систем ДВС.

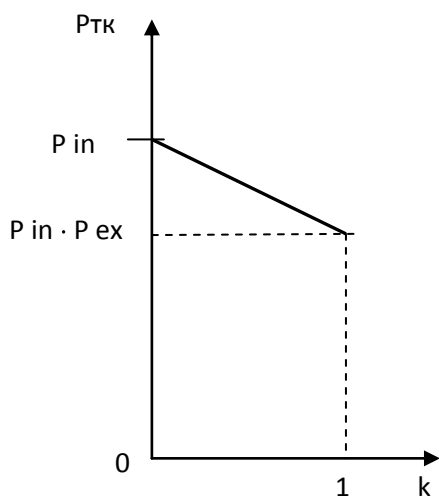


Рис. 1. График зависимости вероятности безотказной работы ТК от коэффициента зависимости отказов.

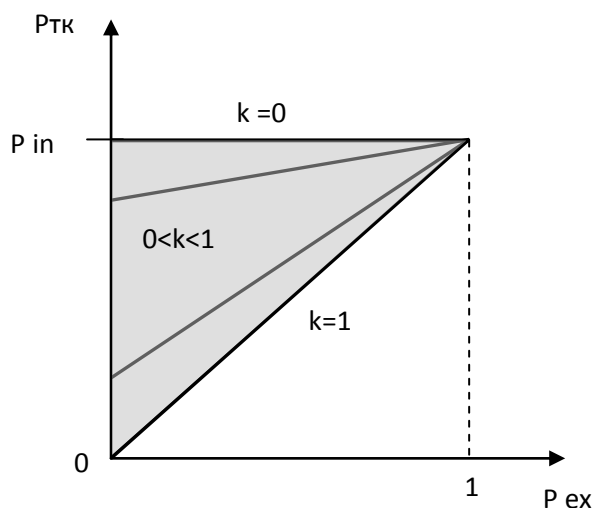


Рис. 2. Поле вероятности безотказной работы ТК.

Исходя из смыслового содержания величин P_{in} и k , нетрудно установить наличие зависимости между ними ($k = F(P_{in}, \dots)$). Чем больше вероятность безотказной работы

собственно турбокомпрессора P_{in} (что обусловлено бóльшим запасом прочности и способностью работать в более широких диапазонах параметров), тем меньшее возможное влияние на него окажет какой-либо отказ системы ДВС, т.е. к уменьшается с ростом P_{in} , и наоборот. В результате, исходя из (1), можно сделать вывод, что вероятность безотказной работы турбокомпрессора в большей степени зависит непосредственно от «внутренней» вероятности безотказной работы P_{in} , которая обеспечивает «изоляция» ТК от негативного влияния внешних факторов.

УДК 621.431

И.А. СУВОРОВ, Л.А. БЕРДНИКОВ, К.А. ГОРБУНОВ

ТЕПЛОВАЯ ЗАДАЧА В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Практика эксплуатации автомобилей с ДВС, оснащенными турбокомпрессорами (ТК), показала необходимость увеличения ресурса данных устройств наддува.

Важнейшим фактором, влияющим на показатели надежности ТК, независимо от применяемой схемы установки является тепловая нагруженность его деталей. Из-за высокой температуры распространены такие отказы как течи и коксование масла, заклинивание и перегрев ротора, подшипникового узла. Ключевыми местами возникновения негативных последствий повышенных температур являются лабиринтные кольцевые уплотнения ротора со стороны турбинного колеса, а также подшипниковый узел. В первом случае стоит проблема разделения горячей газовой среды и среды смазки (схоже с проблемой разделения камеры сгорания и картерного пространства в ДВС в виде коксования поршневых колец). Температура в районе лабиринтного уплотнения выше, чем в подшипниковом узле, а попавшее в уплотнение масло не участвует в циркуляции в системе смазки ТК и ДВС и, как следствие, не отводит тепло из данного узла, приобретая температуру сопряженных частей. В случае с подшипником, имеется проблема потери смазывающих свойств масла при превышении допустимых значений температуры в парах трения, с дальнейшим нагревом, износом, отказом.

Тепловая энергия имеет два пути распространения до указанных узлов: 1) через корпус турбины и корпус подшипникового узла; 2) через ротор. Методов снижения температуры в указанных выше частях ТК также два: 1) термоизоляция; 2) охлаждение посредством отвода тепла.

Одним из наименее развитых путей уменьшения тепловой нагрузки на уплотнение и подшипниковый узел является снижение величины теплового потока в теле ротора от наиболее нагретых его частей, подверженных непосредственному контакту с раскаленными (до 1100°C в бензиновых ДВС) газами, т.е. лопаток и прилегающих поверхностей турбинного колеса.

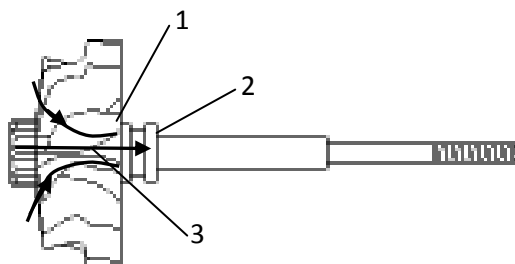


Рис.1. Ротор турбокомпрессора; 1 – проточка(и) лабиринтного уплотнения; 2 - поверхность трения ротора; 3 – направления распространения тепла по телу ротора.

Уравнение Фурье в теплотехнике позволяет определить величину теплового потока при теплопроводности. С учетом зависимости коэффициента теплопроводности материала от температуры:

$$\vec{Q} = -\lambda(T) \cdot \text{grad}(T) \cdot F$$

Следовательно, уменьшить тепловой поток при постоянном градиенте температуры можно путем применения материалов с меньшим коэффициентом теплопроводности λ , либо сокращением площади поверхности теплообмена F , т.е. уменьшением сечения на пути распространения тепловой энергии в теле детали.

При рассмотрении вариантов изменений ротора с целью уменьшения максимальных значений температур в районе колец лабиринтного уплотнения и подшипников достаточно использовать решение стационарной задачи теплопроводности. В случае с ротором турбокомпрессора свойства и источники поля предполагаются не зависящими от угловой координаты, модель считается осесимметричной, а задача решается в цилиндрической системе координат.

Уравнение плотности теплового потока в дифференциальной форме для осесимметричной задачи:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda(T) r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda(T) \frac{\partial T}{\partial z} \right) = -q(T)$$

В задаче для рассматриваемого случая могут использоваться как граничные условия первого рода (температуры на границах расчетных областей), так и граничные условия третьего рода (температура среды, окружающей тело, и закон теплообмена между этой средой и поверхностью тела). Выбор зависит от нужной точности и необходимости получить абсолютные значения температуры, а не относительное ее изменение при проведении модернизации. Граничные условия третьего рода являются наиболее общими и часто используемыми в практике расчетов граничными условиями. В качестве закона теплообмена между окружающей тело средой и поверхностью тела наиболее часто в инженерных расчетах используют закон теплоотдачи – закон Ньютона:

$$q|_w = \alpha \cdot (T_f - T_w)$$

где α – коэффициент теплоотдачи (в общем случае теплоотдача происходит конвекцией и излучением); T_f – температура флюида; T_w – температура поверхности тела; индекс w означает "граница".

С учетом закона Фурье граничное условие III рода можно записать следующим образом:

$$\underbrace{\pm \lambda \frac{\partial T}{\partial n}}_{\text{закон Фурье}} \Big|_w = \alpha \cdot (T_f - T_w),$$

где знак «+» или «-» в законе Фурье зависит от выбора начала системы координат.

Любые изменения в конструкции ротора должны быть подвержены механическому анализу. Необходимое совместное выполнение теплового и механического анализа – сложная инженерная задача, которую рационально осуществлять методом конечных элементов (МКЭ), посредством создания модели ротора в системах автоматизированного проектирования (САПР) и последующих расчетах с применением универсальных программных систем конечно-элементного анализа.

Положительным результатом принятых изменений ротора можно считать существенное (более 5%) уменьшение температур в исследуемых областях для режимов максимальной тепловой нагрузки, при условии сохранения механических характеристик ротора с учетом анализа динамической неустойчивости.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОМОБИЛЕЙ С РАЗНЫМИ СИСТЕМАМИ ПИТАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В конце 60-х начале 70-х годов XX века остро встала проблема загрязнения окружающей среды промышленными отходами, среди которых значительную часть составляли выхлопные газы автомобилей. Стало очевидно, что для понижения вредных для жизнедеятельности человека выбросов в атмосферу надо кардинально менять подход к конструированию топливной аппаратуры. Встал вопрос о системе, которая смогла бы сама себя корректировать в процессе работы. Эксплуатационные испытания автомобилей с карбюраторной (ВАЗ-2106) и инжекторной системами питания (ВАЗ-2115), показали, что наиболее подходящей для этих целей является инжекторная система подачи топлива. Причем в систему впрыска ввели обратную связь в виде лямбда-зонда. По сигналам датчика кислорода электронный блок управления корректирует подачу топлива в двигатель, точно выдерживая нужный состав смеси. При этом повышается экономичность двигателя и его мощность на 7-10%, а также улучшаются динамические свойства автомобиля. Однако для инжекторных систем предъявляются более высокие требования к фракционному составу топлива и, следовательно, цена на топливо возрастает. В процессе загрязнения от некачественного топлива происходит ухудшение технических параметров инжекторов.

Так же следует отметить и стоимость самих автомобилей. Так, например, ВАЗ-2106, 2006-2007 годов выпуска, можно купить за 75-100 тыс. рублей, но при этом за эти же деньги мы можем приобрести ВАЗ-2115 с инжекторным двигателем, но года выпуска 2000-2001 и с пробегом, равным 130000-179000 км. Теоретически, чем больше пробег, тем больше должна быть степень износа узлов автомобиля. Также надо учитывать сферу эксплуатации автомобиля.

Главными достоинствами карбюратора являются низкая стоимость и технологическая доступность при изготовлении, относительная простота в обслуживании и в ремонте. Еще один недостаток - при использовании карбюратора до 30% бензина оседает на стенках коллектора. У инжекторов же бензина на стенках во впускном коллекторе нет, поскольку топливо подается сразу на впускной клапан и тут же засасывается в цилиндр.

У систем впрыска топлива упрощается запуск двигателя.

Минусы системы впрыска топлива следующие:

- Высокая стоимость узлов;
- Низкая ремонтпригодность элементов;
- Высокие требования к фракционному составу топлива;
- Необходимость в специализированном персонале и оборудовании для диагностики, обслуживания и ремонта, высокая стоимость ремонта;
- Зависимость от электропитания и критически важное требование к постоянному наличию напряжения питания.

На сегодняшний день инжекторный (впрысковый) двигатель практически полностью заменил устаревшую карбюраторную систему.

Следует остановиться еще на нескольких характеристиках. Карбюратор относится к сравнительно простым устройствам. В том случае, если вы предпочитаете качественное топливо, и установлен топливный фильтр – карбюратор прослужит вам долго и верно. Инжекторная система отличается большим содержанием различных деталей: датчиками на впускном тракте и входе, насосом, который создает давление, электрон-

ным блоком, сложной работой форсунки. Часто случается так, что какие-либо из деталей перестают функционировать должным образом, ломаются. В этом случае, даже когда карбюратор засоряется, вы с успехом сможете добраться до нужного места. При отклазе какого-либо узла в инжекторе, автомобиль уже не сможет проехать и километра. Особенно это важно для условий сельской местности, когда ближайшего автосервиса не может оказаться рядом.

Поэтому не стоит забывать, что все свои положительные качества инжектор проявляет только при условии соблюдения правил пользования и эксплуатации.

УДК 629.113

Е.И. ТОРОПОВ, Н.А. КУЗЬМИН

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЕДИНИЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ ТО

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Для определения оптимальной периодичности проведения единичных операций ТО наибольшее распространение получили *пять методов* технико-экономический, по допустимому уровню безотказности, по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния, экономико-вероятностный и метод статистических испытаний. Эти методы основаны на результатах наблюдений, основных закономерностях ТЭА, имитации случайных процессов.

1. Техничко-экономический метод: Суть технико-экономического метода сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт КЭ автомобиля с последующей их минимизацией. Определенному минимуму и будет соответствовать оптимальная периодичность конкретной рассматриваемой единичной операции ТО. Преимуществами технико-экономического метода являются простота и универсальность, а недостатки его заключаются в следующем:

- в алгоритме расчетов не учитываются потери в стоимостном выражении от простоя автомобиля в ТО и ремонте, когда автомобиль мог выполнять транспортную работу;
- в необходимости по наличию достоверной информации о стоимости операций ТО и ремонта, влиянии периодичности ТО на ресурс элемента;
- в отсутствии учета вариации (случайность) всех показателей;
- в отсутствии гарантии определенного уровня безотказности.

2. По допустимому уровню безотказности: основан на выборе такой оптимальной периодичности ТО, при которой вероятность отказа F однородного обслуживаемого КЭ из анализируемой выборки автомобилей не будет превышать установленной нормативной величины F_d , называемой риском. Соответственно величина P_d будет являться допустимой вероятностью безотказной работы. Преимуществами метода является относительная простота и учет реальных рисков отказов. Основной недостаток метода состоит в полном отсутствии учета материальных затрат на проведении ТО и ремонтов КЭ автомобилей.

3. По допустимому значению и закономерности изменения технического состояния: указанный метод применяется для определения оптимальной периодичности ТО КЭ автомобилей с явно фиксируемым изменением параметров технического состояния. К ним относится большинство изнашиваемых узлов и соединений автомобиля, техническое состояние которых поддерживается путем регулировок. Преимуществами метода является учет фактического технического состояния изделия, возможность гарантировать заданный уровень безотказности, учет вариации технического состояния.

Основной недостаток метода состоит в отсутствии прямого учета экономических факторов, в частности, стоимостных затрат на проведение ТО, необходимость в достаточно трудоемкой работе по получению информации о закономерностях изменения исследуемых параметров технического состояния автомобилей.

4. Экономико-вероятностный метод: учитывает и вероятностные, и экономические факторы эксплуатации АТС, обобщает предыдущие методы определения оптимальной периодичности ТО КЭ автомобилей. При его использовании сравниваются различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта.

5. Метод статистических испытаний: основан на моделировании (имитации) реальных процессов ТО, которые имеют вариацию, т.е. случайны. Определение оптимальной периодичности ТО данным методом существенно сокращает объем и стоимость экспериментов, а также продолжительность вычислительного процесса, так как моделирование при этом производится на ЭВМ. Исходным материалом для моделирования служат как фактические данные, полученные при наблюдении, так и законы распределения случайных величин. Схема моделирования сводится к следующему. На основании опыта и по существующим автомобилям-аналогам подбирается ряд значений оптимальных периодичностей ТО анализируемой операции. На следующем шаге на базе эксплуатационных (подконтрольных) испытаний партии исследуемых автомобилей производится расчет наработки до отказа анализируемого КЭ автомобиля. С использованием полученной информации формируются два массива данных: массив наработок до отказа — [X] и массив периодичностей ТО — [I]. Затем из массива наработок [X] случайным образом извлекается какое-то конкретное значение наработки на отказ X_i , а из массива периодичностей [I] также случайным образом извлекается какое-то значение I_i . Указанные величины сравниваются. При этом если получается $X_i < I_i$, то фиксируется отказ, который произошел раньше профилактического технического вмешательства; при $X_i > I_i$ — фиксируется отсутствие отказа, что свидетельствует о том, что операция ТО выполнена раньше, чем произошел отказ. Процесс моделирования повторяется многократно и в итоге получают оценку вероятности отказа. Сравнивают ее с нормативной, например, величиной риска для конкретного КЭ автомобиля. Если при моделировании вероятность отказа оказалась больше или меньше нормативной, то корректируют массив периодичностей и повторяют моделирование до получения требуемой вероятности безотказной работы данного КЭ автомобиля. Среднее значение из массива периодичностей ТО будет являться искомой величиной оптимальной периодичности исследуемого КЭ автомобиля.

Данный метод является более предпочтительным, чем по допустимому уровню безотказности.

УДК 629.113

Е.И. ТОРОПОВ, Н.А. КУЗЬМИН

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева

Метод статистических испытаний является одним из наиболее перспективных, поэтому возникает необходимость в его реализации на ЭВМ. Для этого был выбран язык программирования C++. Суть данного метода была изложена в предыдущей статье. Мною будет представлена часть программного кода и пояснения к нему.

```

while((Pd<gran)||(Pd>gran1))
{
    if (Pd>gran1)
    {
        n=0;
        for(k=0;k<raz2;k++)
        {periodichnost[k]=periodichnost[k]-100;}
        for(k=0;k<stat;k++)
        {int f=rand()%raz;
        int l=rand()%raz2;
        if (otkaz[f]<periodichnost[l]) n=n+1;
        }
        Pd=n/stat;
    }
    else
    {
        n=0;
        for(k=0;k<raz2;k++)
        {periodichnost[k]=periodichnost[k]+110;}
        for(k=0;k<stat;k++)
        {int f=rand()%raz;
        int l=rand()%raz2;
        if (otkaz[f]<periodichnost[l]) n=n+1;
        }
        Pd=n/stat;
    }
}
}

```

Переменные: Pd-риск, stat-количество статистических испытаний, n-количество зафиксированных отказов, raz, raz2- размерность массивов наработок и периодичностей, gran- нижняя граница рискового интервала, gran1- верхняя граница рискового интервала.

Массивы: otkaz[f]- массив наработок; periodichnost[l]-массив периодичностей.

Оператор while отвечает за выполнение цикла программы, пока риск не попадет в заданный оператором интервал. Если значение риска больше верхней границы, то все данные в массиве периодичностей уменьшаются на 100, если меньше нижней границы - увеличиваются на 110 (разные значения изменения массивов нужны для того, чтобы исключить зависание ЭВМ). После того, как были внесены все изменения в массив периодичностей, анализируем отказы и производим пересчет риска (переменной Pd), если новое Pd не попало в заданный оператором интервал, цикл повторяется.

```

experiment 1
doveritelnaya verotnost1=0.11931
recomendyemaya periodichnost1=11169
experiment 2
doveritelnaya verotnost2=0.11901
recomendyemaya periodichnost2=11159
experiment 3
doveritelnaya verotnost3=0.11948
recomendyemaya periodichnost3=11179

srednya doveritelnaya verotnost=0.119267
srednya recomendyemaya periodichnost=11169

```

В программу была забита реальная выборка отказов и неисправностей автобусов ПА3-3205 с двигателями ЗМЗ-5234.10, работающих на маршрутах с подъемами. Нормативная скорректированная периодичность обслуживания составляет 12800 км. Результаты вычисления программы представлены на рисунке. Как видим, рациональная периодичность

упреждающего ТО получилась 11169км с вероятностью отказа 11,9%. Стоит отметить, что при анализе данной выборки методом определения по допустимому уровню безотказности мы получим периодичность 12350 км. При введении упреждаю-

щего ТО на АТП следует придерживаться значению, полученному на ЭВМ, так как данный метод более перспективный и точный.

УДК 621.436

М.Е. ФЕДОСОВА, С.М. ДАНОВ, А.Е. ФЕДОСОВ,
А. Л. ЕСИПОВИЧ¹, Л. А. БЕРДНИКОВ²

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

¹ Дзержинский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева»

² Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время известно, что дизельные двигатели имеют ряд значительных преимуществ перед бензиновыми двигателями. Современные дизельные агрегаты расходуют примерно на 30-50 % меньше топлива, чем бензиновые моторы с прямым впрыском того же поколения и того же объема. Дизельный автомобиль среднего класса, предыдущего поколения, потреблял на 31 % меньше горючего, чем бензиновый двигатель с впрыском через впускной коллектор. Дизели последнего поколения на 29 % экономичнее бензиновых двигателей с прямым впрыском, турбокомпрессором на выхлопных газах и уменьшенным литражом. Ориентируясь на прогнозы специалистов, если цена дизельного топлива будет расти так же быстро, как цена на бензин - годовой пробег, при котором дизельные двигатели будут становиться рентабельнее бензиновых, будет постоянно сокращаться. Распространение дизельных силовых агрегатов помогает реализовывать программу Европейского Союза по сокращению эмиссии CO₂. Благодаря более чем 30 %-ной экономии топлива, дизельные двигатели выбрасывают примерно на 25 % меньше CO₂, чем обычные бензиновые двигатели. Целый ряд решений позволит сделать дизельные двигатели еще более совершенными и сократить расход топлива и, как следствие, выбросы CO₂ - по прогнозам ~ на 10 % к 2014 г.

В последние годы все большее внимание уделяется использованию биодизельного топлива в качестве альтернативного экологичного возобновляемого топлива. Только в странах Евросоюза объем производства биодизеля вырос с 200 тыс. тонн в 2000 г. до 8 млн. тонн в 2011 г. В США также наблюдается бурный рост на рынке биодизельного топлива. В 2012 г. производство биодизеля в США выросло приблизительно в три раза по сравнению с 2010 г.

Использование биодизельного топлива существенно снижает эмиссию вредных веществ по сравнению с нефтяными дизельными топливами. Использование чистого биотоплива обеспечивает примерно 50 %-ное снижение выбросов оксидов углерода и твердых частиц. Биодизель в сравнении с минеральным топливом практически не содержит серы (< 0,001 %). Биотопливо менее токсично, легко разлагаются с образованием безвредных продуктов. Кроме высокой экологичности, биодизельное топливо характеризуется высоким цетановым числом (в среднем, 54–58 ед.), высокой смазывающей способностью, более высокой пожаробезопасностью.

В настоящее время промышленное производство биодизельного топлива основано на использовании гомогенного катализа с использованием катализаторов основного типа (NaOH, алкоголяты Na и др.). В результате образующееся биодизельное топливо содержит значительное количество (5-7 % масс.) солей, наличие которых обуславливает высокую коррозионную активность реакционной массы, необходимость сложной системы очистки и образование большого количества сточных вод. Решением данной проблемы является создание эффективного гетерогенного катализатора получения дизельного биотоплива.

Кроме того, следует отметить, задачу снижения себестоимости производства дизельного биотоплива. Одним из способов решения данной задачи является переработка глицерина, образующегося в качестве побочного продукта в процессе получения биодизеля, в ценные химические продукты, такие как акриловая кислота, пропиленгликоль и др. Также перспективным направлением, по нашему мнению, является получение присадок к моторным топливам на основе глицерина и фракции вторичных спиртов C₆-C₉. Получаемые промоторы воспламенения (эферы глицерина, ацетаты, ацетали, простые эфиры) не уступают по эффективности традиционно применяемым алкилнитратам (2-этилгексилнитрату, циклогексилнитрату), обладая при этом значительными преимуществами по себестоимости и экологичности. Использование данных соединений в качестве компонентов топлив позволяет существенно снизить выбросы CO, альдегидов, углеводородов при сгорании топлив, а также снизить коксообразование. Их использование не приводит к выбросам в атмосферу оксидов NO_x. Кроме того, присадки данного типа могут использоваться в качестве депрессоров, снижая температуру гелеобразования, позволяют снизить вязкость топлив, снизить давление паров и уменьшить расход топлива.

УДК 629.113

Y.V. SHAPKINA

THE OPTIMIZATION OF DYNAMIC STIFFNESS CALCULATION FOR STEERING COLUMN IN ANSYS SOFTWARE

Harmonic Analysis for clarifying the dynamic response of the structure on the frequencies of interest was performed. The dynamic stiffness is the frequency dependent ratio between a dynamic force and the resulting dynamic displacement:

$$\text{Dynamic stiffness} = \text{Force (frequency)}/\text{Vibration response.}$$

For measuring dynamic stiffness of the real Steering Column was made the test. The steering column was fixed on a measuring table with the special jig for the vibration characteristic measurements. The results of the calculation meets the NISSAN requirements for the dynamic stiffness : vertical – 950 [N/mm], horizontal – 690 [N/mm];

The Dynamic Stiffness calculation was performed and the following result was received:

Freq. [Hz]	Vertical			Lateral		
	FEM-Results		Test Results	FEM-Results		Test Results
	Displacement [mm]	Dynamic Stiffness [N/mm]	Dynamic Stiffness [N/mm]	Displacement [mm]	Dynamic Stiffness [N/mm]	Dynamic Stiffness [N/mm]
20	0.0914	1093.6		0.0939	1064.6	
30	0.0919	1087.9	1079.1	0.0945	1058.7	1178.2
40	0.0926	1079.9		0.0952	1050.5	
50	0.0935	1069.6		0.0962	1039.9	
60	0.0946	1056.8		0.0974	1026.7	
70	0.0960	1041.5		0.0989	1010.8	
80	0.0977	1023.5		0.1008	992.1	
90	0.0997	1002.8		0.1031	970.0	
100	0.1023	977.3		0.1075	930.4	

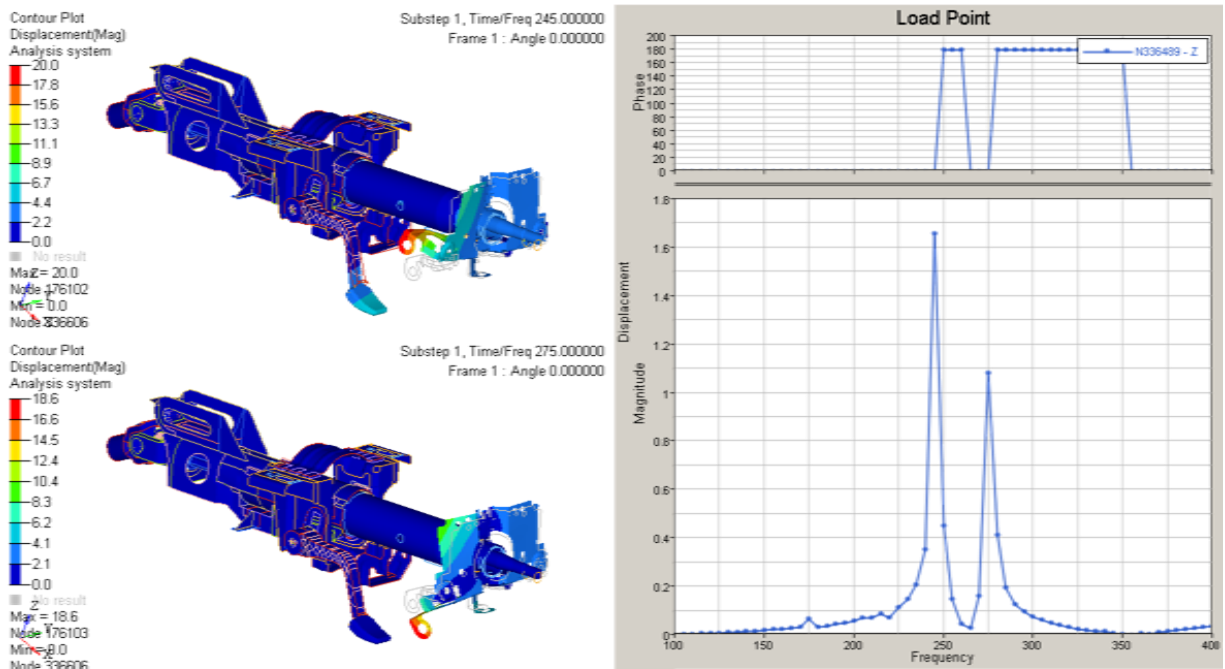


Fig.2. Detailed view of mode shape with vertical eigenfrequencies 245 Hz and 275 Hz

УДК 629.113

Y.V. SHAPKINA, M. MEYER

STRUCTURAL INTENSITY ANALYSIS – THE INNOVATIVE METHOD FOR INCREASING VIBRATIONAL RELIABILITY AND ACOUSTICAL COMFORT OF THE VEHICLE AND ITS PARTS

For the further improvements in the design of the vehicle and its parts, based on the acoustic behavior, as well as increasing vehicle's reliability under the vibration loads, it is necessary to use the innovative technologies at the stage of calculation and FEM-analysis of the model.

Structure Intensity Analysis is the new step in analysis of vibro-acoustical models' behavior, the most effective method for evaluation and control of the vibration. This method gives us the possibility for the detail consideration of mechanical energy flow from the excitation point of the structure-borne sound and vibration to the emitting point. The Structure Intensity Analysis provides the ability to calculate based on the finite element method (FEM) vibration energy flow within a structure and represent about vector arrows.

The Structural Intensity as a product of stress and surface velocity is:

$$I_i = \langle I_i \rangle = \langle -\sigma_{ij}(t)v_j \rangle \quad (1)$$

$$I_x = -(\omega/2) \text{Im} \left[\tilde{N}_x \tilde{u}^* + \tilde{N}_{xy} \tilde{v}^* + \tilde{Q}_x \tilde{w}^* + \tilde{M}_x \tilde{\theta}_y^* + \tilde{M}_{xy} \tilde{\theta}_x^* \right] \quad (2)$$

$$I_y = -(\omega/2) \text{Im} \left[\tilde{N}_y \tilde{u}^* + \tilde{N}_{yx} \tilde{v}^* + \tilde{Q}_y \tilde{w}^* + \tilde{M}_y \tilde{\theta}_y^* + \tilde{M}_{yx} \tilde{\theta}_x^* \right] \quad (3)$$

where \tilde{N}_x , \tilde{N}_y и $\tilde{N}_{xy} = \tilde{N}_{yx}$ are complex membrane forces per unit width of the plate; \tilde{M}_x , \tilde{M}_y and $\tilde{M}_{xy} = \tilde{M}_{yx}$ are complex bending and twisting moments per unit width of the plate; \tilde{Q}_x and \tilde{Q}_y complex transverse shear forces per unit width of the plate; \tilde{u}^* , \tilde{v}^* and \tilde{w}^* are complex conjugate of translational displacements in the x, y and z directions; $\tilde{\theta}_x^*$ and $\tilde{\theta}_y^*$ are complex conjugates of the rotational displacement about the x and y directions.

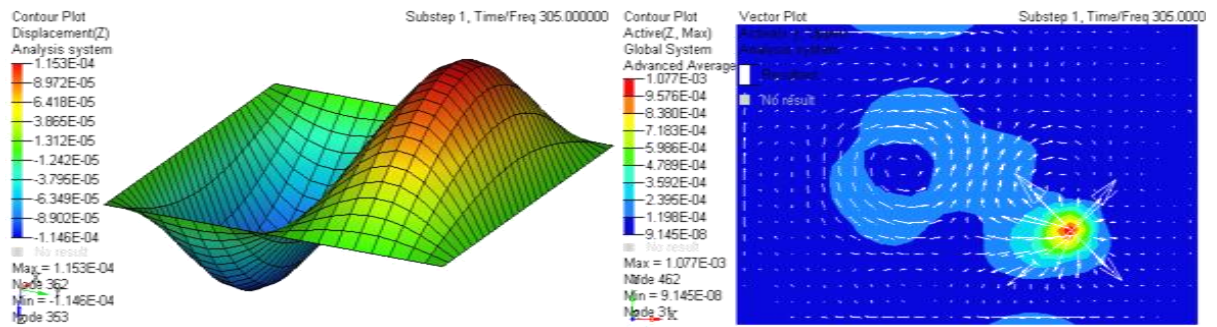


Fig.1. Mode shape (left) and vectors and energy distribution of Active Structural Intensity (right) on the simple plate

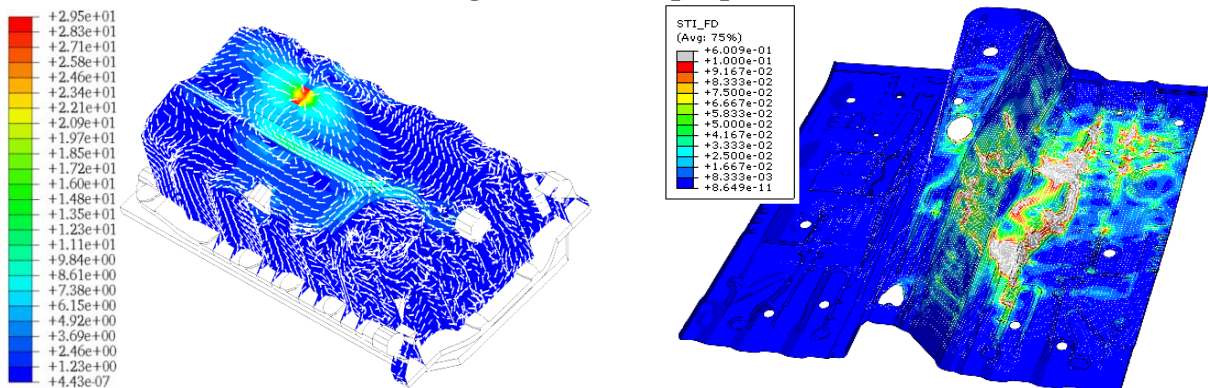


Fig.2. Active Structural Intensity fields, 2nd resonance frequency. Oil pan and car floor BMW

УДК 629.113

Y.V.SHAPKINA, V.A. SHAPKIN

INVESTIGATION IN VIBRATION ENERGY FLOW IN THE STRUCTURE OF VEHICLE'S PARTS WITH USE OF THE STRUCTURAL INTENSITY ANALYSIS

The Structural Intensity analyses for the part of Steering Column have been carried out at its designed draft condition. The purposes are to investigate the transmission characteristics of the mechanical energy to identify dominant energy flow paths.

Fig. 1 represents the visualization of the results for part of the Steering Column – spindle. The model, chosen for analysis, was three dimensional structures, it has mechanical properties as steel, FEM-model was meshed by shell-elements. The harmonic excitation force 100 N was applied on the end of the spindle, where located steering wheel, another end was bounded. The 2nd natural - 193 Hz have been chosen for investigating Structural Intensity fields of the spindle structure.

Using the analysis results the dominant paths of energy flow through the spindle structure were investigated. Mostly the paths of mechanical energy depend of structure-shape and the damping ratio.

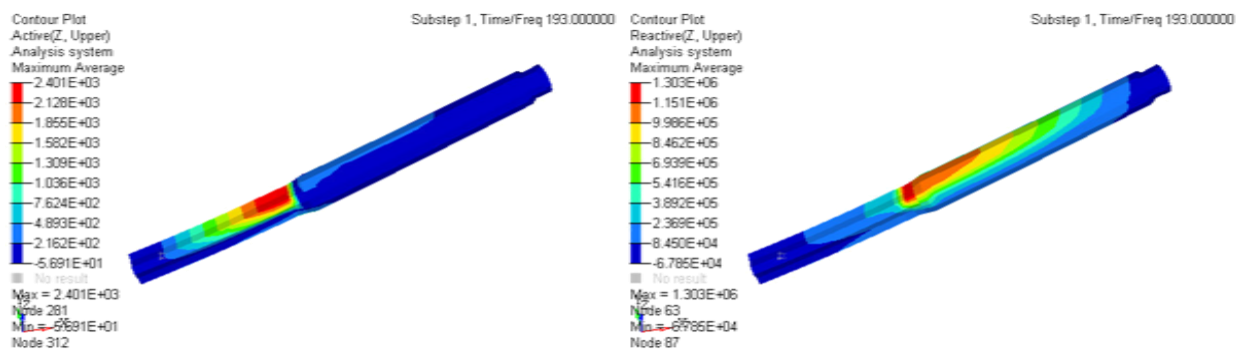


Fig.1. The pictures of Active and Reactive Structural Intensity. The spindle of steering column.

Damping ratio 0,0001, $f=193$ Гц

The Structural Intensity picture of the whole Steering Column model for 1st horizontal natural frequency is presented in fig. 2. The application of the Structural Intensity method enables the investigation in the regions of high concentration of vibration energy flow which consequently is exposed to the risk of damage or is propagating the sound waves to the environment. The Structural Intensity Analysis can act as new criteria of reliability for structural design.

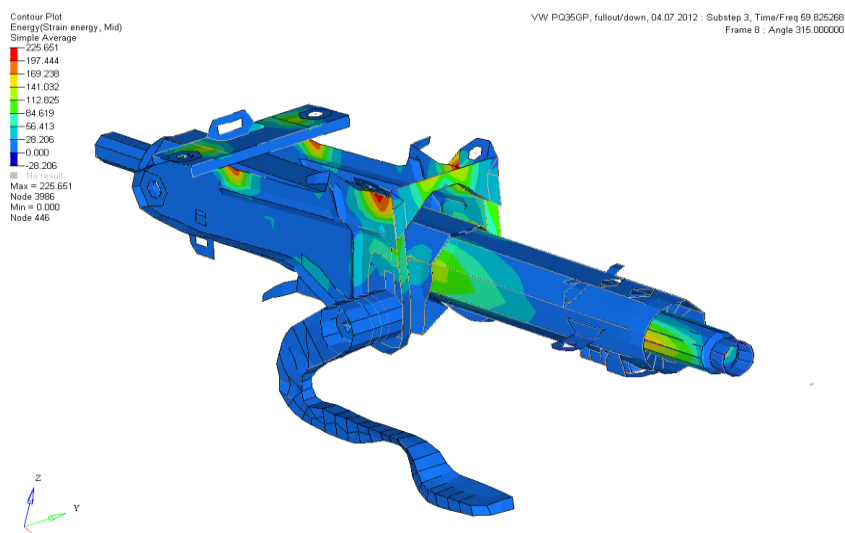


Fig.2. 1st horizontal Eigen frequency, Active Structural Intensity. Steering Column Volkswagen.

УДК 656.025.2:629.046

В.М. ЮРГИН, В.А. ВОРОНКИН

**ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОБЛЕМ
НИЖНЕГО НОВГОРОДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Высокая компактность проживания людей в мегаполисах, повышение требований к качеству транспортного обслуживания и постоянный рост мобильности населения заставляют работников транспортной инфраструктуры интенсивно совершенствовать маршрутное сообщение, использовать рациональный подвижной состав разного вида, применять эффективные информационные технологии.

Один из способов борьбы с пробками - обеспечение приоритета и привлекательности общественного транспорта перед личным, для чего необходимо проведение ряда мероприятий, в т.ч. оптимизация маршрутной сети.

5 марта 2013 года в НИИАТ проходил международный симпозиум на тему "Как обеспечить устойчивое функционирование транспортных систем?" с участием ведущих иностранных ученых, работающих в данном направлении. Как факт было отмечено, что комплексных программ развития городов, включающих вопросы развития транспортных сетей, в России нет, за исключением Москвы и С-Петербурга. Тем интереснее, что работы в этом направлении на примере Нижнего Новгорода начаты на кафедре «Автомобильный Транспорт» НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Особенностью организации маршрутной сети Нижнего Новгорода является отсутствие опорных (хребтовых) маршрутов - по которым выполняется перемещение основной части пассажиров между ключевыми районами по широким проспектам и улицам города с использованием автобусов большой пассажироместимости. Довольно перспективной разработкой является оптимизация маршрутной сети с целью создания «основной» системы перевозок, включающей хребтовые (магистральные) и фидерные (примыкающие) маршруты.

Применяемые на городских маршрутах по ряду причин автобусы малой вместимости перегружают городские магистрали, оказывая отрицательное воздействие не только на формирование транспортных потоков, но и экологию города. В рассматриваемой хребтовой системе перевозок их использование будет целесообразно на примыкающих маршрутах, где малые габариты и высокая маневренность, вкуче с меньшим пассажиропотоком, дадут положительные результаты. Такой подход апробирован в городах развитых стран и получил высокую оценку населения. Не затрагивая организационно-технические мероприятия по формированию подходов и изменению транспортной сети города, следует отметить, что имеющиеся методики изучения пассажиропотоков морально устарели, более того, самый тщательный анализ пассажиропотоков дает информацию к изменению графиков движения транспорта на существующей маршрутной сети, а для разработки новой транспортной сети только очень общие приближительные исходные данные.

Для создания имитационной чувствительной модели транспортной сети города, с помощью которой можно прогнозировать эффективность различных подходов к развитию пассажирских перевозок в Н.Новгороде, необходима разработка многослойной интерактивной схемы транспортной сети, отражающей имеющиеся маршруты движения всех пассажирских транспортных средств общего пользования за исключением легковых таксомоторов. Проводя подсчет пассажиров по различным видам и маршрутам, можно определить узловые точки формирования пассажиропотоков, которые должны лечь в основу создания хребтовых маршрутов.

Начатая работа может явиться мощным инструментом формирования и управления общественным транспортом на современных принципах, адаптированных к условиям Нижнего Новгорода. Технические вопросы и методики по данной теме помимо существующих публикаций А.В.Липенкова, М.Е. Елисеева и других ученых НГТУ будут изложены авторами в "Вестнике НГТУ".

УДК 629.113

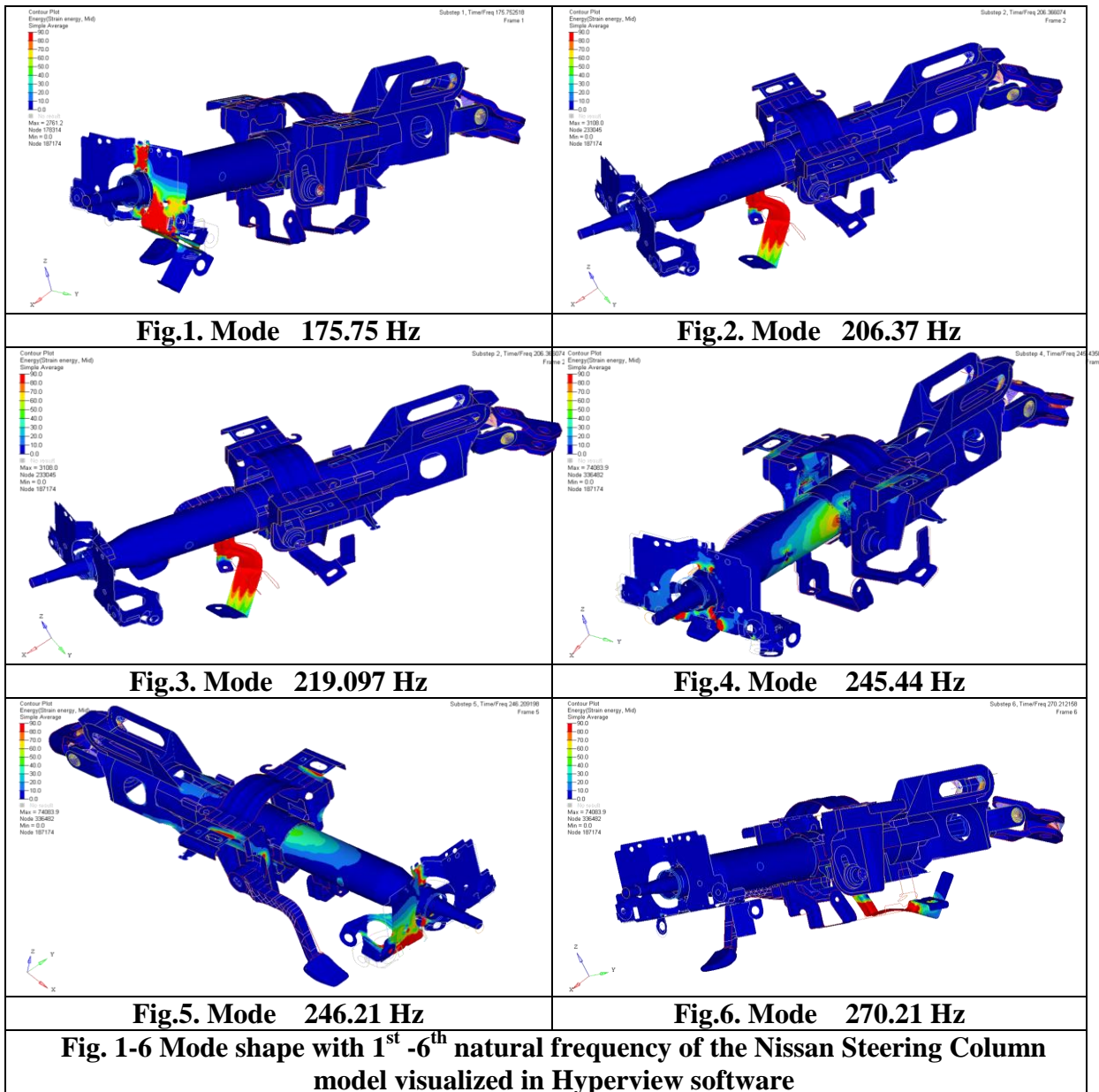
Y.V.SHAPKINA, N.A. KUZMIN
NVH-ANALYSIS TECHNIQUE FOR IMPROVEMENTS IN DESIGN
OF VEHICLE PARTS

Automotive systems have become more complex, integrating a higher number of functions and features. Thus not only increasing material costs, but also rising effort due to a

higher number of exigencies on vehicles, enforces the use of numerical simulation in vehicle development.

In the two last decades, the numerical simulation via finite element methods (FEM) has been well integrated into the product development process (PDP) of the automotive industries. Noise, vibration, and harshness (NVH) is one of the most important attributes for car production development. A vehicle with good NVH behavior often results in much higher customer satisfaction. In vehicle development, different NVH models are used for different purposes and systems that lead together the quality of the NVH behavior.

The NVH analyses of the Steering Column consist of the Modal Analysis for determining the vibration characteristics (natural frequencies and mode shapes) of a structure and that more detailed - dynamic analysis (Harmonic Analysis). The following natural frequencies were received in Model Analysis:



УДК 629.113

Ю.В. ШАПКИНА, Н.А. КУЗЬМИН, В.А. ШАПКИН

АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ - НОВЫЙ

КРИТЕРИЙ FEM-АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЯ И ЕГО ЧАСТЕЙ

Разработана инновационная система численного моделирования для Structural Intensity Analysis и его визуализации на основании теоретического базиса (1,2), осуществлено моделирование на реальных компонентах при помощи FEM-программных комплексов ANSYS, HyperMesh, HyperView. Система Structural Intensity Analysis успешно реализована на масляном поддоне и полу багажного отделения автомобиля BMW, получена информация о путях передачи вибрационной энергии по структуре деталей и установлены наиболее уязвимые с акустической точки зрения места.

$$I_x = Q_x \frac{\partial \zeta}{\partial t} - M_x \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x \partial t} + M_{xy} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y \partial t} + N_x \frac{\partial \xi}{\partial t} + N_{xy} \frac{\partial \eta}{\partial t} \quad (1)$$

$$I_x = - \left(\frac{E}{1-\mu^2} \right) \cdot \left(\frac{\partial \xi_M}{\partial x} + y \frac{\partial \varphi_x}{\partial x} + \mu \frac{\partial \zeta_M}{\partial z} + \mu \cdot y \frac{\partial \varphi_z}{\partial z} \right) \cdot v_x + G \cdot \left(\varphi_x + \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) \cdot v_y + G \cdot \left(\frac{\partial \xi_M}{\partial z} + y \frac{\partial \varphi_x}{\partial z} + \frac{\partial \zeta_M}{\partial x} + y \frac{\partial \varphi_z}{\partial x} \right) \cdot 1 \quad (2)$$

Structural Intensity Analysis может быть эффективно применен для принятия надлежащих контрмер против проблемной вибрации и шума. Этот метод позволяет проводить детальное исследование в районах высокой концентрации вибрационного потока энергии, которые, следовательно, подвергаются риску повреждения или распространяют звуковые волны в окружающую среду. Structural Intensity Analysis может выступать в качестве нового критерия надежности конструкции.

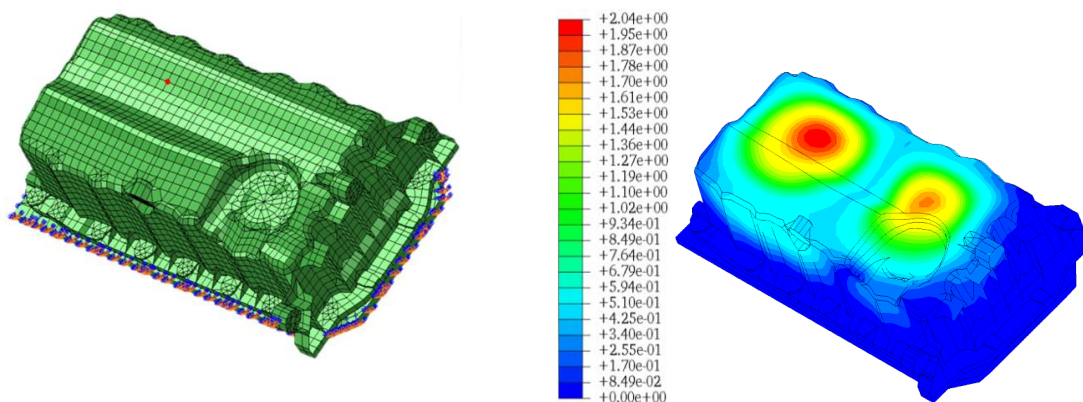


Рис. 1. Масляный поддон автомобиля BMW. FEM-модель с разбиением на сетку в HyperMesh (слева), поля активной структурной интенсивности в HyperView (справа)

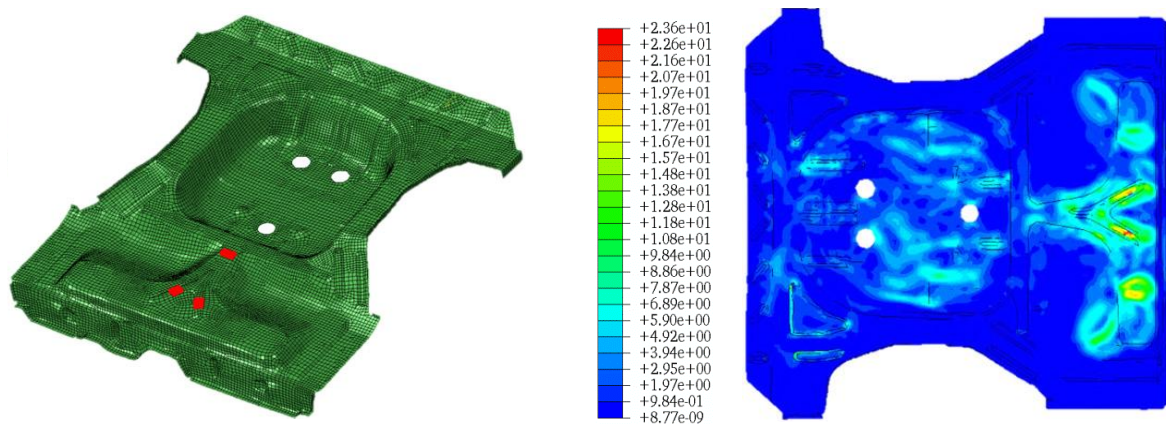


Рис. 2. Пол багажного отделения автомобиля BMW. FEM-модель с разбиением на сетку в HyperMesh (слева), поля активной структурной интенсивности в HyperView (справа)

Автотракторные двигатели внутреннего сгорания

УДК 625.7

М.М. АГАПОВ, В.А. МИХАЙЛОВА

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Исторически, транспорт для России является важнейшей составной частью экономики, а географическое положение определяет ее ведущую роль в международных связях между государствами Европы и Азии. Россия позиционируется как транзитная страна, по территории которой проходят три международных транспортных коридора (МТК): I, длиной -194 км., II (панъевропейский)-876км., и IX-2874 км. В связи с изменением стратегий поставок и ухода от политики «максимального накопления запасов», приоритет в грузовых перевозках переходит к автомобильному транспорту. В этой связи, выгодное географическое положение Нижегородской области и г.Н.Новгорода обеспечили создание высокоразвитой транспортной инфраструктуры. Парадокс ситуаций в том, что крупнейший логистический узел России – Нижний Новгород, являясь транзитным городом по всем направлениям и видам транспорта не имеет полноценных обходов и поток транзитного транспорта в Кировском и Казанском направлениях следует через областной центр, что приводит к заторам движения, «пробкам» и ухудшению экологической обстановки.

Перспективами развития автотранспортной инфраструктуры г.Н.Новгорода является строительство обходов. Существует 5 проектов строительства обходов г.Н.Новгорода, имеющие различные стадии: Северный обход находится на этапе технико-экономического обоснования, мост в районе п.Подновье – существует только в виде проекта, Мостовой переход через р.Волга на автодороге (22ОПР322Р-0159) Н.Новгород–Шахунья-Киров (второй Волжский мост)–разрабатывается проект и принято решение о строительстве, автомобильная дорога «Шопша–Иваново–Н.Новгород» - часть дороги построена и для второй части имеется проект, Южный обход г.Н.Новгород – построены I и II очереди, частично построены элементы III очереди Южного обхода.

Органам власти при выборе приоритетов строительства на первом этапе целесообразно основываться на целевых критериях: уменьшение транзитного транспорта и улучшение экологической ситуации, а на втором этапе - на проекте, имеющем максимальную стадию готовности. Анализ объектов строительства автодорожных обходов г. Н. Новгорода показывает, что по целевым критериям под первоочередное рассмотрение подпадает три объекта: строительство Северного обхода (уменьшение до 30-40% транзитного транспорта), строительство автомобильной дороги «Шопша–Иваново–Н.Новгород» и строительство Южного обхода г. Н.Новгорода (уменьшение до 45-50% транзита). Строительство второго Волжского моста в случае

дополнительного строительства подходов с Борской стороны и развязки в Н. Новгороде позволит улучшить транспортную ситуацию, но абсолютно не решает проблему транзитного транспорта. Аналогичная ситуация и со строительством автодорожного моста в районе п.Подновье.

Таким образом, очевидно, что наиболее рациональным направлением является продолжение строительства Южного обхода г.Н.Новгород. Даже строительство III очереди Южного обхода уже позволит полностью вывести транзитный транспорт, в Казанском направлении за пределы городов Н.Новгород и г.Кстово, а также сформировать логистическую инфраструктуру (склады, терминалы) на придорожных территориях.

УДК 627.7

И.А. СОРОКИН ОЦЕНКА ПРИРАБОТКИ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ С ПОМОЩЬЮ ПРИСАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный инженерно-экономический институт
г. Княгинино

Для определения величины стендового приработочного износа основных деталей ЦПГ двигателей, обкатанных на маслах с присадками, проводили микрометраж гильз цилиндров, а также взвешивание поршневых колец согласно методике испытаний до обкатки и после обкатки.

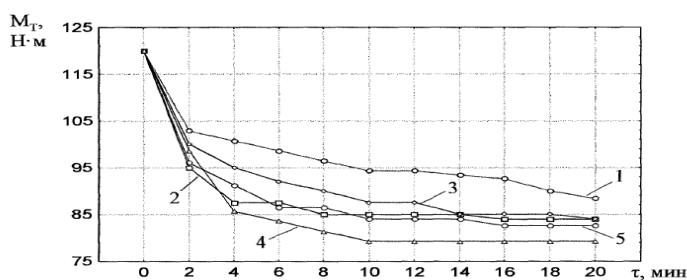


Рисунок 1 – Изменение момента механических потерь на трение двигателя ЗМЗ-53 во время холодной обкатки.

1 - на масле М-8-В; 2 - на масле М-8-В с присадкой ПСК к воздуху; 3 - на масле М-8-В с присадкой ПСК к маслу; 4 - на масле М-8-В с присадкой ПСК к маслу и воздуху; 5 - на масле М-8-В с присадкой ОГМ к маслу и ОГМ-С к воздуху.

На основании этих данных построены графики среднего износа поршневых колец, гильз цилиндров. Анализируя графики износа поршневых колец (средний износ по всем кольцам, включая маслоъемные) (рис.1) видно, что их износ на маслах с присадками в сравнении с износом на масле М-8-В, за время обкатки составил:

Для двигателя ЗМЗ-53

- на масле М-8-В с присадкой ПСК к воздуху - 79%;
- на масле М-8-В с присадкой ПСК к маслу -83%,;
- на масле М-8-В с присадкой ПСК к маслу и воздуху -61%»;
- на масле М-8-В с присадкой ОГМ к маслу и ОГМ-С к воздуху -118%;

Оценка приработки деталей ЦПГ двигателей по величине компрессии

Анализ гистограммы изменения величины компрессии при обкатке (рис.3.) показывает, что средняя величина компрессии с применением приработочных составов за время обкатки увеличилась на:

- на масле М-8-В - 0%;
- на масле М-8-В с присадкой ОГМ-3 к маслу и ОГМ-С к воздуху - 0%;

- на масле М-8-В с присадкой ПСК к маслу и воздуху - 3%;
- на масле М-8-В с присадкой «Гарант» к маслу - 3%

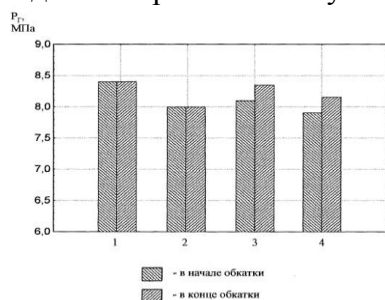


Рисунок 3 – Гистограмма изменения средней величины компрессии за время обкатки двигателей ЗИЛ-130 ($n = 600 \text{ мин}^{-1}$)

1- на масле М-8-В; 2 - на масле М-8-В с присадкой ОГМ-3 к маслу и ОГМ-С к воздуху; 3 - на масле М-8-В с присадкой ПСК к маслу и воздуху; 4 - на масле М-8-В с присадкой «Гарант» к маслу.

Из приведенных данных видно, что приработочными свойствами, при оценке по величине компрессии, обладают приработочные составы ПСК и «Гарант».[5]

Вывод

1. Внедрение технологического процесса ускоренной обкатки двигателей с применением присадки ПСК дает экономию электроэнергии в 2 раза, топлива - в 3 раза, повышает производительность работы автомобилей по сравнению с типовым процессом обкатки на стандартных маслах и ускоренной технологией обкатки на присадках типа ОГМ.

2. Анализ литературных и патентных источников показал, что наиболее перспективным направлением ускорения приработки деталей ЦПГ является применение ПСК присадок к воздуху. Их использование позволяет значительно ускорить формирование оптимальных трибологических параметров поверхностей трения деталей ЦПГ с минимальными затратами, что позволяет внедрять данные мероприятия в производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заренбин В. Г., Касумов А. Х. Исследование режимов приработки автомобильных двигателей при капитальном ремонте. - М.: Транспорт, 1983, с.
2. Конкин Ю. А., Пацкалева А. Ф. и др. Экономическое обоснование внедрения мероприятий научно-технического прогресса в АПК. – Методические рекомендации и примеры расчета. М.: МИИСП, 1991, с. 11 ...71.
3. Малаев В. С., Храмцов Н. В., Дерягина З. М. и др. Ускоренная обкатка двигателей ЗМЗ-53. - «Техника в сельском хозяйстве», №3, 1982, с. 53...54.
4. Некрасов С. С., Стрельцов В. В., Карпенков В. Ф. Разработка технологии ремонта двигателя ЗИЛ-130 с повышенным моторесурсом на базе Волоколамского завода. - Отчет по НИР. Инв. №78067329. М.: МИИСП, 1977, 29 с.
5. Стрельцов В. В., Попов В. Н., Карпенков В. Ф. Ресурсосберегающая ускоренная обкатка отремонтированных двигателей. - М.: Колос, 1995.

УДК 625.7/8.08

А.С. ГОРШКОВ, В.Ф. КУЛЕПОВ

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ КОНСТРУКТИВНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ СНЕЖНО-ГРУНТОВЫХ НАЛЕДЕЙ В ПРИБОРДЮРНОЙ ЗОНЕ ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЕЙ

Дзержинский политехнический институт Нижегородского государственного технического университета (ДПИ НГТУ)

Основным видом работ по очистке проезжей части дорог в зимний период является сгребание снежных масс в прибордюрную зону, совершенствованию технологий уборки которой уделяется недостаточное внимание. Причем, чаще всего, в прибордюрной зоне скапливается не чистый снег, а снег, смешанный с противогололедными смесями, например, пескосоляная смесь, а также прочей дорожной грязью. Находясь некоторое время в прибордюрной зоне, данная смесь становится плотной средой и не всегда поддается удалению щеткой (лотковой, цилиндрической) особенно в межсезонье, поэтому требуется принимать более эффективные меры по удалению этой смеси.

Теоретические исследования в данном направлении, проводимые такими авторами как В.И. Баловневым, Л.М. Гусевым, А.Б. Ермиловым, А.М. Завьяловым, Г.Л. Карабаном, Б.А. Лифшиц, А.Г. Лепешом и другими в основном были направлены на расчет потребляемой мощности, режимов работы, геометрических параметров щеточных и вакуумных рабочих органов подметально-уборочных машин /1/. Например, А.Г. Лепеш в своих исследованиях прогнозировал изнашивание щеток коммунальных машин, измеряя ресурс щетки от частоты вращения, скорости движения коммунальной машины и определяя температуру по длине лески щеточного ворса, а также исследовал силовое взаимодействие щеток коммунальных машин с дорожным покрытием /3/.

Теоретические исследования, проведенные на данный момент, не решают проблему очистки прибордюрных зон городских магистралей, а применяемые конструкции подметально-уборочных машин недостаточно эффективны. В связи с чем, в настоящее время проводится исследование по разработке рабочего органа подметально-уборочной машины в виде лотковой щетки для разрушения снежно-грунтовых наледей в прибордюрной зоне городских магистралей, которая в своем составе кроме ворса имела бы также резцы на гибкой основе. За гибкую основу принимается трос, изготовленный из оцинкованной проволоки с высокой разрывной и рабочей прочностью. По качеству оцинковки возможно применение тросов для средних и жестких условий работы. В качестве наконечника возможно использование победитового резца, который будет непосредственно припаиваться к основе. Применение данной конструкции лотковой щетки аналогично использованию щетки, содержащей только ворс. Задача разрушения снежно-грунтовых наледей решается путем скоростного резания наледи наконечником, поскольку частота вращения

лотковой щетки на современных подметально-уборочных машинах достигает 100-130 об/мин.

Это исследование несет как экспериментальный, так и теоретический характер. Результатом исследования будут расчетные зависимости, определяющие необходимые и рациональные параметры рабочего органа.

Список литературы

1. Эксплуатация городских улиц и дорог: учеб. Для вузов / А.Я. Тулаев, В.К. Некрасов, Ю.П. Гончаров и др.-М.: Стройиздат, 1979. – 288с.
2. Лепеш А.Г. Прогнозирование изнашивания щеток коммунальных машин. // Техно-технологические проблемы сервиса, 2010, Выпуск 2(12), с. 26-34.
3. Лепеш А.Г. К определению силового взаимодействия щеток коммунальных машин с дорожным покрытием. // Техно-технологические проблемы сервиса, 2011, Выпуск 1(15), с. 21-25.

УДК 629.113

А.С. КИРПИЧЕВ, У.Ш. ВАХИДОВ, И.А. ЕРАСОВ

ЗАДАЧА ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ РОТОРНО-ВИНТОВЫХ МАШИН ПО СНЕГУ

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

За последние полвека процессы движения роторно-винтовых машин в статике рассмотрено основательно и полно. Однако, только в последние годы начались исследования вопросов динамики движения роторно-винтовых машин по снегу.

Основы динамики движения роторно-винтовых машин рассмотрены при движении по снегу по двум причинам. Первая – это среда, для работы на которой и проектировались роторно-винтовые машины. Именно на снегу роторно-винтовой движитель наиболее полно раскрывает свои достоинства (стабильность тягового усилия от глубины снежного покрова) и не так заметны его недостатки (высокий уровень колебаний). Вторая. При рассмотрении вопросов динамики более жесткие методологические требования выдвигаются к описанию опорной поверхности. В этом случае для характеристики опорной поверхности наряду с физико-механическими параметрами требуются данные по геометрическим параметрам, кроме того, и физико-механические и геометрические параметры опорной поверхности должны иметь временную координату (необходимо иметь зависимости их изменения во времени). Такие данные накоплены по снежному опорному основанию в Нижегородской научной школе. Таким образом, на этапе постановки задачи актуальность вопроса (снег - наиболее распространенная среда движения роторно-винтовых машин) совмещена с его научной преемственностью (снег – наиболее исследованная среда движения роторно-винтовых машин), что при прочих равных условиях позволит сделать более широкие допущения.

Общая структура проведенных исследований приведена на рисунке 1. Анализируя предварительные результаты исследований роторно-винтовых машин можно сделать вывод, что проведение в комплексе всех перечисленных на рисунке работ позволит сформулировать основы динамики машин с роторно-винтовым движителем.

СТРУКТУРА ПРОВОДИМЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

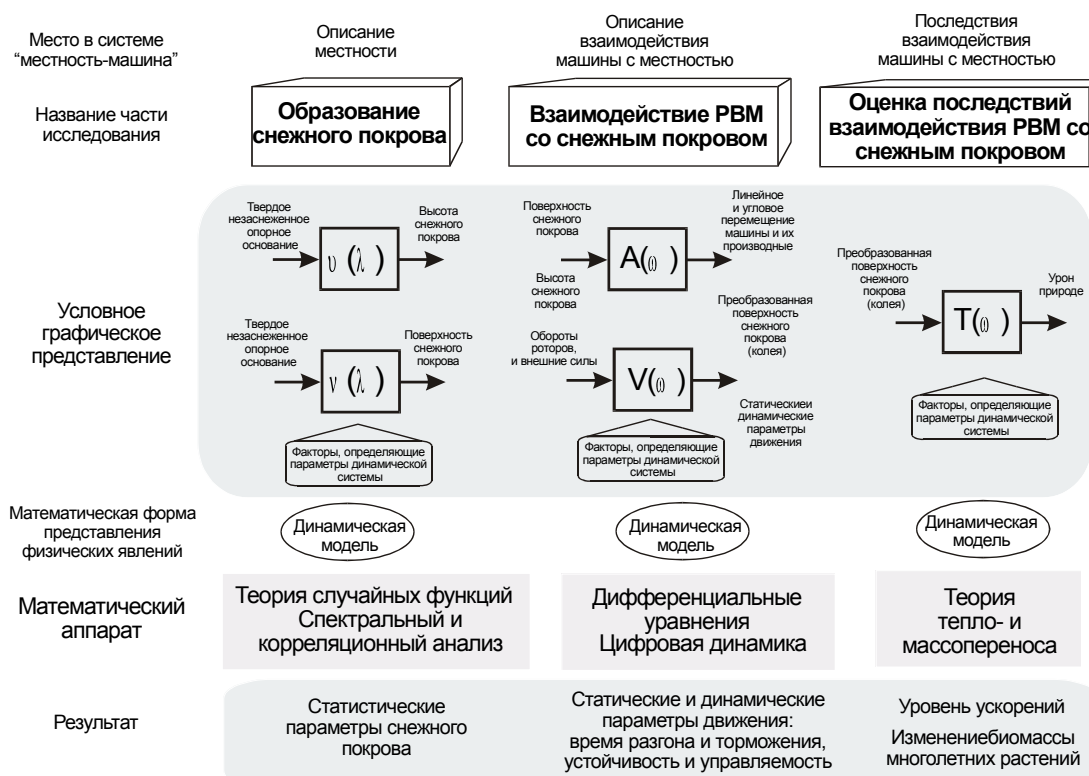


Рис. 1 Общая структура проводимых исследований

УДК 629.113

К.М. КОНДАКОВА, И.А. ЕРАСОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН С РВД

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При исследовании кинематики движения по неровностям опорной поверхности машины с колесным и гусеничным движителем (с индивидуально подрессоренными опорными катками) представляют моделью, у которой контакт колеса или опорного катка с дорогой происходит в точке.

В полной мере воспользоваться для исследований машин с роторно-винтовым движителем богатейшим опытом исследований кинематики движения по местности и колебаний элементов подвески и корпуса машин мешает то обстоятельство, что машины с роторно-винтовым движителем невозможно моделировать как тело с точечным контактом с опорной поверхностью. Этот опыт может, и должен быть применен при моделировании элементов подвески и при рассмотрении взаимодействия корпуса и роторов (по аналогии с моделированием колеса и корпуса).

Для моделирования кинематики движения роторно-винтового движителя по опорной поверхности необходима теория, основанная на других подходах.

Такие машины как тракторы с полужесткой системой подрессоривания и все машины с роторно-винтовым движителем не могут быть описаны как тела, имеющие с опорной поверхностью точечный контакт.

Работ по моделированию движения тел с линейным контактом с опорной поверхностью много меньше, нежели работ по моделированию тел с точечным контактом. Причины здесь две. Первая. Машин, движение которых моделируется точечным контактом выпущено больше, нежели машин, движение которых моделируется линейным контактом. Вторая. Линейным контактом с опорной поверхностью моделируются колебания тракторов, имеющих малые скорости движения (их часто классифицируют как технологические, чтобы подчеркнуть у них превалирование технологических операций над транспортными) и, следовательно, вопросы колебаний корпуса для таких машин менее актуальны, нежели для машин с большими скоростями движения.

В исследованиях кинематики движения тел с линейным контактом придерживаются следующей последовательности. На первом этапе определяют угловое перемещение (и его вторую производную) гусеничной тележки (неподдрессоренного тела) при движении по неровностям. На втором этапе определяют угловое перемещение (и его вторую производную) остова трактора (поддрессоренного тела) в зависимости от угловых перемещений гусеничной тележки.

Возмущающее воздействие (неровности местности) в рассмотренных исследованиях представляется отдельными неровностями, профиль которых описывается экспоненциальной функцией, чередованием таких неровностей или гармонической функцией (синусоидой). Ни в одном исследовании тракторов с полужесткой системой поддрессоривания не отражен случайный характер возмущающего воздействия. Причина этого в следующем. Кинематика движения трактора рассчитывалась для наиболее типичных условий эксплуатации (движение по сельскохозяйственным полям), где профиль местности подвергся воздействию человека, имеет слабо выраженную случайную составляющую и может быть представлен экспонентой, синусоидой или другой детерминированной зависимостью. Область эксплуатации роторно-винтовых машин значительно шире сельскохозяйственных угодий и поэтому возмущающее воздействие местности необходимо представлять с вероятностных позиций.

Роторно-винтовые машины могут быть представлены телом с линейным контактом с опорной поверхностью. При исследовании кинематики движения и колебаний роторно-винтовых машин был использован научный опыт, накопленный при изучении тракторов с полужесткой системой поддрессоривания.

УДК 629.113

В.О. ЛАРИОНОВ, У.Ш. ВАХИДОВ

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СНЕГОХОДНОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Территория России большую часть года находится под снежным покровом. Поскольку развитая транспортная сеть расположена в южных и западных районах Европейской части страны, можно сказать, что основная часть внедорожной техники работает в качестве снегоходной. Важнейшее направление развития транспортных средств сегодня - это повышение их экологической безопасности. Однако, вследствие того, что снежный покров обладает хорошими демпфирующими характеристиками, и

сам мерзлый грунт имеет на несколько порядков больший предел сопротивления механическим повреждениям, чем грунт в оттаявшем состоянии, вопросы экологической безопасности снегоходной техники оставались за пределами научных исследований, как несущественные.

Опыт эксплуатации "зимников" как в нашей стране, так и в Канаде показывает, что растительность в пределах таких дорог находится в угнетенном состоянии, а некоторые биологические виды вообще отсутствуют.

Для объяснения этого явления авторами предложена термодинамическая модель изменения урожайности растений в следах движителей транспортных средств. Основные теоретические положения модели основываются на измерениях толщины и плотности снежного покрова, подвергнутого воздействию внедорожной техники. Изменения толщины и плотности снега приводят к изменению температурного режима в толще мерзлого грунта на время существования данной термодинамической аномалии. В теоретических исследованиях температурные поля в мерзлом грунте от воздействия снегоходов были смоделированы локальным источником энергии, приложенным к свободной поверхности мерзлого грунта. Размеры источника соответствовали объему поврежденного снежного покрова, мощность - пропорциональна изменению температурного сопротивления снега и отклонениям температуры окружающего воздуха, время существования - периоду между снегопадами.

По результатам проведенных исследований получены данные, позволяющие с определенной долей вероятности оценить экологические урон, наносимый тем или иным типом движителя окружающей среде в зимний период. Разработаны рекомендации по применению различных типов движителей в конкретных условиях эксплуатации.

УДК 629.113

С.И. НАУМОВ, У.Ш. ВАХИДОВ, И.А. ЕРАСОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ МАШИН С РОТОРНО-ВИНТОВЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ ПО ВОДЕ

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из основных достоинств машин с роторно-винтовым движителем является присущая их конструкции способность двигаться по воде, что делает их незаменимыми при движении на местности с большим количеством водных преград.

Задачей исследования было определение влияния на главный водоходный параметр роторно-винтового движителя – упор геометрических параметров ротора (длины, диаметра базового цилиндра, угла навивки лопасти) и гидромеханических параметров движения (скорости, оборотов ротора, углового скольжения и погружения ротора).

При постановке задачи принят ряд допущений: корпус машины не смочен водой, водоизмещающий объем лопастей, передней и задней задних частей ротора пренебрежительно малы по сравнению с объемом ротора, выходное гидравлическое сечение движителя представляет собой площадь основания «конусообразного» тела, образованного при закручивании ротором потока воды, длина ротора принималась равной длине базового цилиндра.

В разработанной математической модели одновременного влияния на упор углового скольжения ротора и угла наклона лопасти нет. Для упрощения выбора конструктивных параметров роторно-винтового движителя можно считать независимыми влияние на его упор углового скольжения и угла наклона лопасти.

Погружение ротора в воду на 0,35 диаметра базового цилиндра можно рекомендовать как минимально допустимое с точки зрения упора (силы тяги на воде).

Методика позволяет определить область возможных скоростей и оборотов ротора при данных гидро-кинематических параметрах – угловом скольжении ротора и плотности двухфазной среды.

Чем меньше погружен ротор в воду при эксплуатации (у конкретной машины этот показатель можно считать практически постоянным), тем больше влияет диаметр базового цилиндра на величину упора. Этот вывод необходимо учитывать при проектировании роторно-винтовых машин.

Диаметр базового цилиндра и погружение ротора в воду являются наиболее сильно влияющими на упор параметрами.

Для обеспечения наибольшего упора полностью погруженного ротора, можно рекомендовать выбирать отношение длины ротора к диаметру равное восьми. По мере уменьшения погружения ротора в воду длина ротора должна увеличиваться. Так, при роторе, погруженном в воду наполовину, для обеспечения максимального упора можно рекомендовать отношение длины ротора к диаметру равное 12. Анализ зависимости упора от углового скольжения ротора при различной длине базового цилиндра показывает, что при достижении определенной величины, дальнейшее увеличение длины ротора практически не увеличивает упора. Так, при угловом скольжении ротора 0,1 длину ротора не целесообразно брать более, чем из соотношения длины ротора к диаметру 10, а при угловом скольжении ротора 0,25 длину ротора не целесообразно брать более, чем из соотношения длины ротора к диаметру 6. Таким образом, для обеспечения максимального упора можно рекомендовать отношение длины ротора к диаметру 8-10.

Можно рекомендовать угол навивки лопасти при движении по воде брать как можно больше, но не менее 30° . При необходимости дальнейшего увеличения упора нужно проанализировать возможность использования других параметров.

УДК 629.113

Д.В. ОРЛЯКОВ, У.Ш. ВАХИДОВ

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сопротивление качению является основным видом сил сопротивления движению колесных транспортных средств и одновременно одним из важнейших критериев их конструктивного совершенства. Меры по уменьшению сопротивления качению транспортных средств всегда занимали важное место в развитии инженерной мысли. В настоящее время применительно к автомобилю с поршневым двигателем снижение коэффициента сопротивления качению на 0,001 эквивалентно уменьшению расхода бензина и дизельного топлива в среднем на 0,08—0,20 л на 100 км, отнесенному к полному весу автомобиля. Снижение коэффициента сопротивления качению на 4—10% равноценно экономии 13,3—14,6 млрд. руб. в год.

Коэффициентом f сопротивления качению колеса называется отношение силы P_f , вызывающей качение колеса, к вертикальной реакции Z_k , действующей на колесо:

$$f = P_f / Z_k$$

При жесткой опорной поверхности потеря на сопротивление качению колеса, а, следовательно, и величина коэффициента сопротивления качению f обуславливается следующими причинами: внутренним трением в шине; проскальзыванием элементов шины по поверхности качения; присасыванием шины к поверхности качения.

В инженерной практике величину коэффициента сопротивления качению f определяют следующими методами :

Метод буксировки. При этом экспериментальный автомобиль буксируется через буксировочное устройство, оборудованное динамометрическим устройством. Данный метод определения величины коэффициента f является самым практичным и точным.

Метод свободного выбега. При эксперименте автомобиль разгоняется до определенной скорости и включается нейтральная передача коробки перемены передач. По начальной скорости и времени до полной остановки автомобиля на основании второго закона Ньютона определяется усредненная сила сопротивления качению P_f и далее величина коэффициента f с известным весом автомобиля.

Метод моделирования качения на беговых барабанах. Используется в научных целях. Моделирование конкретного дорожного покрытия при этом весьма проблематично.

Коэффициент сопротивления качению зависит от:

конструктивных параметров колес — размеров, материала, профиля, числа и расположение корда;

эксплуатационных параметров — давления воздуха, скорости движения, нагрузки на колесо;

дорожных условий — типа и состояния дорожного покрытия.

Изменить коэффициент сопротивления качению автомобиля — а его стремятся уменьшать, а, следовательно, уменьшить силу и мощность, необходимую для движения автомобиля можно двумя путями.

Первый путь — изменить параметры движителя (колес). Этот путь можно назвать приспособлением движителя к заданной (существующей) опорной поверхности. Второй путь — изменить параметры опорной поверхности (дороги). Этот путь можно назвать улучшением опорной поверхности при уже существующем движителе (колесе с определенными параметрами).

УДК 625.06

М.Н. УБИТИН, В.Ф. КУЛЕПОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАССИВНОЙ ОБЛАСТИ В РАБОЧЕМ ОРГАНЕ ПЛАНИРОВЩИКА ЛЕДОВЫХ ТРАСС

Дзержинский политехнический институт (филиал)

На производительность шнекового транспортера рабочего органа значительное влияние оказывает размер и форма пассивной области, что недостаточно изучено в теории шнековых транспортеров.

Пассивная область это зона в которой материал не перемещается в осевом направлении, а перебрасывается через вал шнека. Для определения пассивной области

необходимо определить координаты точек, которые будут являться ее границами. В этих точках угол наклона винтовой поверхности будет равен углу трения, φ_1^m .

Положение точек можно охарактеризовать двумя цилиндрическими координатами: φ_0 – угол поворота произвольной точки на винтовой поверхности в плоскости перпендикулярной оси вращения; r_n – произвольной радиус точки на винтовой поверхности (см. рис.1а).

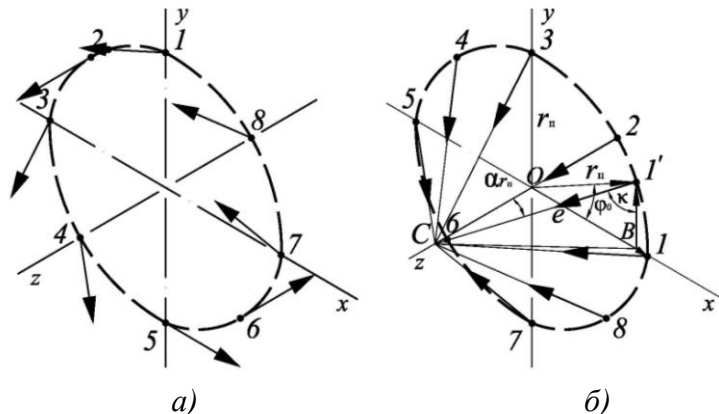


Рисунок 1 – Определение угла наклона (ската) винтовой поверхности в данной точке.

Угол наклона винтовой поверхности, в горизонтальном шнеке, это угол между нормалью к винтовой поверхности и нормалью к эквипотенциальной поверхности силового поля сил тяжести в данной точке.

Множество таких векторов нормали, на расстоянии r_n от оси z , образуют гиперboloид вращения.

Повернув вектора вокруг оси z на 90° по часовой стрелке получается конус (см. рис.1б).

Рассмотрев треугольники $OI'B$, $CI'B$ и COI' и сделав несколько преобразований получим уравнение границы пассивной области:

$$r_n = \frac{S_m}{2\pi \cos \varphi_1^m} \sqrt{\cos^2 \varphi_0 - \cos^2 \varphi_1^m} \quad (1)$$

Исходя из этого, можно получить выражение для площади пассивной области находящейся на поверхности лопасти шнека по которой происходит скольжение материала:

$$S_{n.o}^m = \frac{1}{2} \left(\frac{S_m}{2\pi \cos \varphi_1^m} \right)^2 \left(\frac{1}{2} \varphi_1^m + \frac{1}{4} \sin 2\varphi_1^m - \varphi_1^m \cos \varphi_1^m \right) \quad (2)$$

Полученное таким образом выражение предназначено для использования в расчетах ледовых планировщиков – ледорезных машин с роторными шнековыми рабочими органами, предназначенными для прокладки ледовых трасс в торосистых льдах на реках и крупных водохранилищах РФ.

УДК 629.113

А.Д. ФЕОФАНОВА, У.Ш. ВАХИДОВ

К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОФИЛЬНОЙ ПРОХОДИМОСТИ РОТОРНО-ВИНТОВЫХ МАШИН

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Движение в труднодоступных районах, выполнение ряда технологических операций (таких как противопаводковые мероприятия или ликвидация утечек нефти в водоёмы) предъявляет к машинам повышенные требования по подвижности в условиях работы в бассейнах замерзших водоемов. В этих условиях наиболее пригодны машины с роторно-винтовым двигателем.

Бассейн многих крупных рек представляет собой пересеченную труднопроходимую местность, требующую от машины возможности преодоления значительных уклонов и косогоров, возможности маневрировать в складках местности.

Вопросам профильной проходимости роторно-винтовых машин до сих пор уделялось мало внимания, хотя хорошо известно, что параметры подвески значительно влияют на такие аспекты профильной проходимости, как устойчивость на склоне.

В Нижегородской научной школе АМИ НГТУ при проведении исследований были разработаны: методика математического описания и измерения статистических характеристик геометрии препятствий потенциальных трасс движения роторно-винтовых машин; комплекс математических моделей, включающий модели движения роторно-винтовой машины при преодолении продольных профильных препятствий, косогоров и модель криволинейного движения при маневрировании между дискретными профильными препятствиями

Теоретико-экспериментальная часть работы включала исследование возможности реализации тягового усилия при движении по неровной заснеженной трассе, возможности преодоления береговой линии (границы лед-склон), анализ проходимости роторно-винтовой машины при преодолении заснеженных выпуклых препятствий (бугров) и при работе на косогорах, исследование устойчивости на спусках и анализ эффективности маневрирования.

Результатом работы стала методика статистической оценки параметров характерных для роторно-винтовых машин профильных препятствий бассейнов замерзающих рек в зимний период; с помощью натурных замеров выявлены статистические характеристики препятствий бассейнов рек Волги и Оки в Нижегородской области. Разработана математическая модель роторно-винтовой машины с введением упругой связи роторов и корпуса, включающая подмодели продольного движения с учетом посадки корпусом машины на заснеженное препятствие, движения на траверсе склона с учетом возмущающего воздействия неровностей трассы; маневрирования между непреодолимыми препятствиями.

Разработанные методики и программы реализованы при проектировании, создании и модернизации роторно-винтовых машин, предназначенных для выполнения транспортных и технологических операций.

Подсекция 5.1

Кораблестроение и авиационная техника

УДК 629.124

И.В. АНФИМОВА

ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТОВ ЛЕДОВОЙ ХОДКОСТИ СУДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Нижегородский Государственный Технический Университет имени Р.Е. Алексева

Ледовая ходкость судов как самостоятельный раздел теории корабля сформировался в 1955 г., когда в Ленинграде на базе ААНИИ был создан первый в мире опытовый ледовый бассейн, предназначенный для модельных испытаний ледоколов и судов ледового плавания. Вступление в строй первого ледового бассейна послужило отправной точкой в развитии теории, методики и техники физического моделирования процесса взаимодействия корпуса судна со льдом. С учетом новых возможностей, который открыл модельный эксперимент, стали развиваться теоретические методы оценки ледового сопротивления судов в различных условиях.

Во многих странах, заинтересованных в освоении полярных областей Земли были созданы научно-исследовательские центры и развернуты широкомасштабные исследования в области ледовых технологий, направленные на разработку новых технических решений, связанных с эффективным преодолением льда.

Разработано значительное количество аналитических методов оценки ледовой ходкости судов в сплошных льдах. Однако эти методы обладают существенными недостатками: недостаточный объем данных натурных испытаний ледоколов различных типов, использованных при проверке работоспособности методов; отсутствие экспериментальных исследований по определению численных значений составляющих и их сравнение с результатами расчета, что не позволяет оценить возможность применения методов для поиска направлений снижения ледового сопротивления в целом.

Несмотря на большой объем выполненных теоретических и экспериментальных исследований по широкому кругу проблем ледовой ходкости, они не дают ответов о проблеме в целом. Данные работы необходимо развивать и совершенствовать, поскольку проблемы ледовой ходкости являются актуальными.

Для анализа методов расчета ледовой ходкости были изучены данные модельных испытаний как морских, так и речных ледоколов [1,2].

Выполнены расчеты ледового сопротивления и ледовой ходкости ледокольных судов различными методами и получены зависимости ледового сопротивления от скорости судна в различных ледовых условиях. Расчет производился для льда толщиной 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 и 1,2 м, для скоростей движения 0, 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 м/с. Полученные результаты расчета сравнивались с экспериментальными данными, полученными при испытаниях, и показали удовлетворительную сходимость. Исходя из этого, были предложены наиболее достоверные способы расчета ледовой ходкости.

Полученные методики расчетов можно рекомендовать для расчетов ледовой ходкости судов при выполнении работ связанных с модельными испытаниями и пересчетом результатов на натурные суда.

Список литературы

1. Ионов Б.П. Ледовая ходкость судов / Б.П. Ионов, Е.М. Грамузов. – СПб.: Судостроение, 2001 г.
2. Зуев В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях / В.А. Зуев. - Л.: Судостроение, 1986 г.

УДК 629.5.06

В.С. ВИНОГРАДОВ, А.В. РУДНИЦКИЙ, В.И. РУДНИЦКИЙ

МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОБЩЕСУДОВЫХ И ОБЩЕКорабЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение надежности судового оборудования и систем является крайне актуальной задачей, поскольку возникающие в них отказы, в некоторых случаях, ставят под угрозу выполнение боевой задачи, жизнь и здоровье пассажиров и членов экипажа, сохранность перевозимых грузов и самого судна и т.д.

На базе исследований методов расчета показателей надежности разработана методика обеспечения надежности общесудовых и общекорабельных систем на этапе их проектирования, основой которой послужили аппарат Марковских случайных процессов, методы алгебры логики, математическое моделирование. Данная методика позволяет проводить расчеты надежности, обосновывать с позиций надежности схемно-технические решения и осуществлять выбор технических средств при проектировании общесудовых и общекорабельных систем.

Опираясь на данные по эксплуатации общесудовых и общекорабельных систем проектов кораблей с большой серийностью постройки, разработана методика обеспечения надежности общесудовых и общекорабельных систем на этапе их эксплуатации на основе математической модели восстановления эксплуатационной готовности общесудовых и общекорабельных систем, опирающейся на методы теории вероятностей и математической статистики. Данная методика позволяет обосновать требуемое количество сменно-запасных частей (СЗЧ) и обменного фонда (ОФ) оборудования в местах базирования и ремонта судов и кораблей, обеспечивающее готовность заданного количества узлов общесудовых и общекорабельных систем, и, тем самым, осуществлять планирование потоков средств обеспечения ремонта, обеспечивать готовность судов и кораблей, сокращая появление неликвидов в процессе эксплуатации флота.

Разработан программный комплекс, включающий в себя программу, позволяющую реализовывать расчет показателей надежности общесудовых и общекорабельных систем, делать прогнозы эффективности различных технических решений с позиции надежности, а также программу для определения потребного количества СЗЧ и ОФ оборудования общесудовых и общекорабельных систем в местах базирования флота.

Сложность структуры, количество элементов судовых систем и применяемого в них оборудования растет от поколения к поколению кораблей и судов, поэтому совершенствование методов обеспечения надежности общесудовых и общекорабельных систем и в будущем не перестанет являться актуальной задачей, требующей решения на всех этапах жизненного цикла судов и кораблей.

УДК 629.124.791

Е.Н. ГЛАЗЫРИНА
**ЭМПИРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕДОПРОХОДИМОСТИ
ЛЕДОКОЛОВ НАБЕГАМИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При эксплуатации речных ледоколов очень часто встречаются тяжелые ледовые условия, в которых речные ледоколы вынуждены прибегать к работе набегам. Это часто используемый, но мало изученный способ движения.

Работа набегам представляет собой циклическое движение, каждый цикл которого складывается из этапов: ускоренного и замедленного отхода назад в собственном канале битого льда от ненарушенного ледяного покрова из-за невозможности дальнейшего движения; ускоренного движения (разбега) ледокола в собственном канале битого льда для набора кинетической энергии при вхождении в ненарушенный тяжелый лед; замедленного продвижения в сплошном льду после контакта, которое продолжается до полной остановки. Для дальнейшего продвижения необходимо осуществить реверс энергетической установки с переднего хода на задний и циклический процесс повторяется.

Среднюю скорость движения набегам определяют как отношение полезного пути в сплошном ледяном поле к суммарному времени, затраченному на весь цикл движения. Увеличение полезного пути продвижения происходит при увеличении разгонного участка, но при этом увеличивается и полное время цикла. То есть длина разгонного участка неоднозначно влияет на среднюю скорость движения. Существует оптимальная тактика движения, которая позволяет достигать максимальную скорость и приводит к экономии топлива.

Имеется полуэмпирическая математическая модель работы ледоколов набегам [1]. Она позволяет определить максимальную среднюю скорость и оптимальную длину разгонного участка при движении в тяжелых льдах в зависимости от толщины и физико-механических характеристик ледяного покрова.

Однако, для практической реализации расчетного метода [1] в процессе движения ледокола необходимо либо иметь на борту ледокола программный комплекс, либо периодически измерять толщину ледяного покрова и использовать расчетные графики. Это составляет определенные неудобства по использованию модели.

Поэтому возникла необходимость экспресс оценки ледопроеходимости при движении ледоколов набегам.

В работе предложена такая эмпирическая модель, которая позволяет приближенно определять предельную толщину ледяного покрова и максимальную скорость

движения ледоколов набегами в зависимости от толщины льда, превышающую предельную. Эта модель получена путем интерполяции уже имеющихся решений оптимизационной задачи по движению судов в тяжелых льдах. Произведена статистическая оценка полученных решений и сравнение их с имеющимися натурными данными по работе речных ледоколов набегами.

Результаты проведенных исследований показали, что предложенной эмпирической моделью можно пользоваться для экспресс оценки ледопроеходимости судов ледового плавания в тяжелых льдах. Для получения надежных результатов расчета ледовой ходкости необходимо проводить эксперимент или использовать хорошо зарекомендовавшие себя методики.

Список литературы

Грамузов, Е.М., Калинина, Н.В. Исследования параметров движения ледоколов набегами // Проектирование, теория и прочность судов, плавающих во льдах: Межвуз. Сб. . НГТУ.- Н.Новгород, 1995.

УДК:551.326.7

Е.Е. ГУЛЯЕВА

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕ-ГАЗОДОБЫЧИ НА ШЕЛЬФЕ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ

НГТУ им. Р.Е.Алексеева

По результатам первого комплексного исследования и оценки нефтегазовых запасов Арктики в регионе исследования залегает 13% неразведанных мировых запасов нефти и 30% — природного газа. Более 70 процентов неразведанных запасов нефти сосредоточено в пяти районах. Это арктическая Аляска, Американо-азиатский бассейн, рифтовые бассейны восточной Гренландии, бассейны на востоке Баренцева моря и район западной Гренландии – восточной Канады. Более 70 процентов неразведанного природного газа находится в трех районах: в Западносибирском бассейне, в бассейнах на востоке Баренцева моря и на арктической Аляске .

Привлекательность северных богатств растет с каждым годом по мере истощения существующих месторождений [1] и истончения ледяного покрова Арктики, толщина которого прежде препятствовала глубоководному бурению. Мировая практика освоения морских месторождений не имеет опыта проведения работ на больших глубинах при наличии ледового покрова и практически не изученных по размерам и поведению айсбергов. Для этих условий наиболее рациональным техническим решением следует признать такое, при котором риск повреждения сооружений при воздействии льдов и айсбергов был бы практически исключен. Это может быть достигнуто следующими путями:

1 Установкой сооружений «ныряющего» типа на гибких якорных связях на глубине около 50 м.

2 Установкой сооружений на донном основании на глубине, исключаяющей воздействие тяжелых льдов и айсбергов, начиная с глубин моря 60 метров [2].

В настоящее время в мире разрабатывается несколько вариантов развития подводно-подледных технология бурения. Разработчики планируют получить конкурентоспособные показатели обустройства и эксплуатации глубоководных арктических месторождений за счет резкого уменьшения материалоемкости и капиталоемкость конструкций по сравнению с ледостойкими стационарными платформами, вследствие ис-

ключения воздействия на сооружения волновых и ледовых нагрузок при размещении инженерных объектов в слое воды между дном моря и нижней кромкой ледового покрова.

Разработке этой перспективной тематики следует уделить пристальное внимание при планировании и осуществлении полномасштабного освоения нефтегазовых ресурсов континентального шельфа РФ.

Список литературы

1. Sheila McNulty, Ледовые просторы манят к себе испытывающий энергетический голод мир «The Financial Times»;
2. М. И. Вайнерман, О. К. Эделев, А. А. Постнов, Подводный комплекс технических сооружений для обустройства арктических газоконденсатных месторождений.

УДК 623

Е.В. ЕФРЕМОВА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ

ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ ПРОЕКТА 212

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

В Германии для замены проектов 206 и 209 с 1973 г. началась разработка подводной лодки (ПЛ) нового поколения, в первоначальном своем варианте (проект 210) лодка предназначалась для действий в прибрежных водах, в середине 1980-х годов были пересмотрены ТТХ, в частности предусматривалось применение ПЛ в Норвежском море и Атлантике (проект 211). Однако в рамках традиционных технологических решений оказалось невозможным воплотить в жизнь все оперативно-тактические требования к перспективной ПЛ. Было принято решение впервые в мире оснастить серийную боевую ПЛ энергетической установкой (ЭУ) электрохимическими генераторами (ЭХГ).

Впервые успешная попытка использования ЭУ с ЭХГ в качестве источника энергии для подводного аппарата была предпринята в США фирмой United Technologies Corp. (UTC), которая по заказу ВМС США создала в 1974 году ЭУ на базе ТЭ для подводной лодки «Deer Quest», спроектированного фирмой «Lockheed». В 1990-х годах была успешно завершена разработка ЭУ для подводной лодки U-1 на базе ЭХГ с твердополимерным электролитом, учитывая положительные результаты натурных испытаний подводной лодки U-1 с такой энергоустановкой, в ФРГ фирмы HDW и Thyssen выполнили проектирование и строительство новых лодок проекта 212.

ПЛ проекта 212 имеет двухкорпусную конструкцию. Прочный корпус состоит из двух секций цилиндрической формы различного диаметра, соединенных между собой короткой конусовидной секцией. Цистерны главного балласта располагаются в носовой и кормовой оконечностях легкого корпуса. В носовой размещены торпедные аппараты с системами стрельбы, аккумуляторные батареи, центральный пост, помещения и системы жизнеобеспечения экипажа. В соединительной секции содержится блок топливных элементов из полимерных электролитных мембран. В кормовой секции меньшего диаметра расположены основные модули энергетической установки, которая функционирует автоматически и при работе в обычном режиме не требует обслуживания личным составом. Энергетическая установка включает дизель-электрическую энергетическую установку (16-цилиндровый V-образный дизель MTU серии 396 и синхронный генератор переменного тока), дополненную анаэробной энергоустановкой на основе электрохимического генератора. ЭХГ, состоит из 9 протон-обменных топливных элементов по 34 кВт каждый (суммарная мощность около 306 кВт). В состав воздухонеза-

висимой энергетической установки ПЛ кроме собственно ЭХГ входят: контейнеры с гидридами металлов; емкости с жидким кислородом; цистерна для сбора образовавшейся в процессе реакции воды. Водород получают из сплава гидридов железа и титана, который размещается в виде сердечника в цилиндрическом контейнере. На концах контейнера располагаются патрубки для отвода и подачи воды, а в сердечнике сделан осевой канал для сбора и отвода выделившегося газа. Водород выделяется гидридами металлов (до 2 проц. от массы гидрида) при их нагревании до температуры 70-80 °С. Кислород хранится в сжиженном состоянии при температуре около -180 °С в двух емкостях (общий объем 15 т), устанавливаемых вне прочного корпуса (в кормовой надстройке ПЛ проекта 212А) и внутри него для лодок проектов 212В, 214 и усовершенствованного проекта 209, также предлагается модернизация подводных лодок одного из наиболее распространенных проектов - 209, включая врезку дополнительной секции корпуса с воздушнезависимой ЭУ.

УДК 629.12.073.282

Ю.А. ЗУЕВА

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ СУДНА НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРИ ДВИЖЕНИИ НА ГЛУБОКОЙ ВОДЕ И НА МЕЛКОВОДЬЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

С целью оценки влияния ширины судна на сопротивление при движении на глубокой и мелкой воде, в ледовом бассейне НГТУ были проведены модельные испытания. Для этой цели были изготовлены 4 одинаковых модуля длиной 1270 мм, шириной 130 мм, осадкой 50 мм, имеющих форму прямоугольного понтона с наклонной передней гранью с углом 25° к горизонту и задней - 15°. Модели № 1, 2, 3 шириной 260 мм, 390 мм и 520 мм составлялись из этих модулей.

При испытаниях измерялось водоизмещение моделей, скорость движения и сопротивление воды, а так же температура воздуха и воды. Глубина воды в бассейне изменялась от отношения к осадке T от 2,0 до 15,0.

На рисунках 1 – 4 приведены результаты модельных исследований, а также регрессионные зависимости.

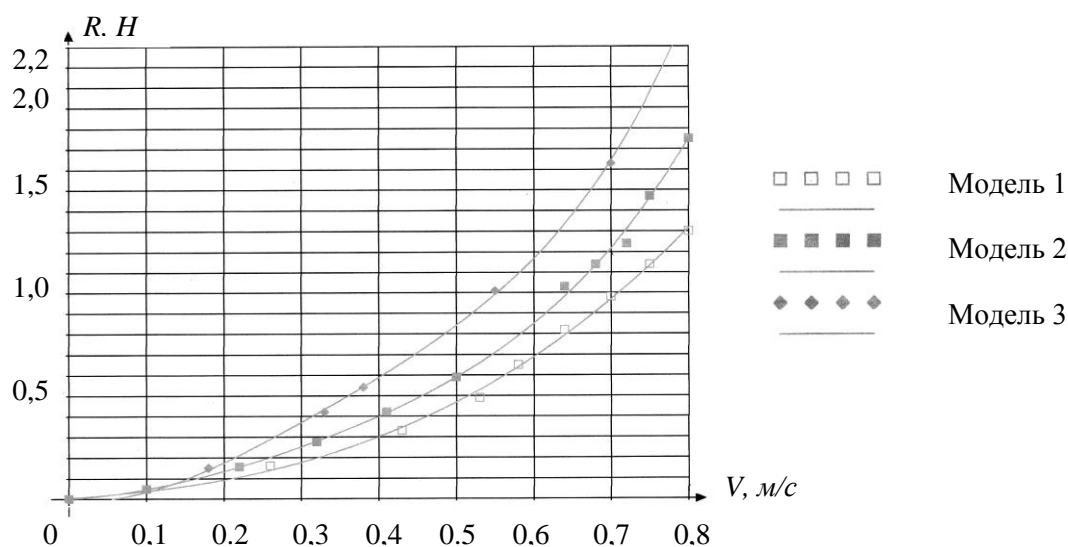


Рис. 1. Экспериментальное сопротивление модели 1, 2, 3 на глубокой чистой воде

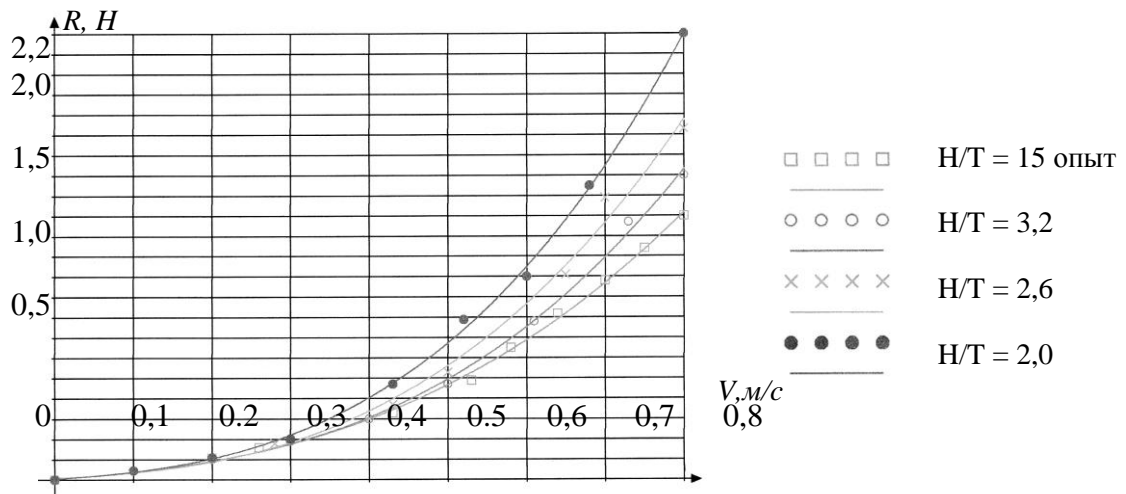


Рис. 2. Экспериментальное сопротивление модели № 1 на мелководье на чистой воде

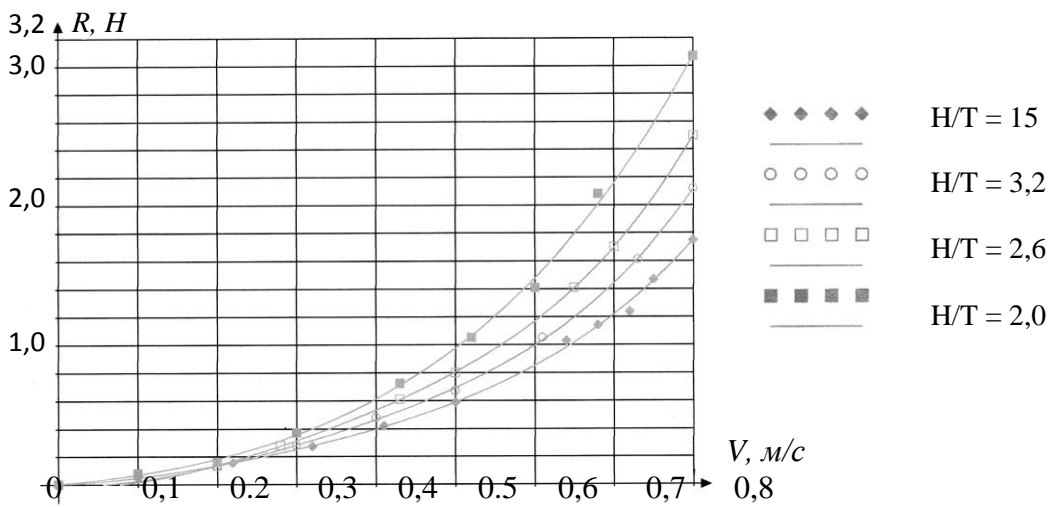
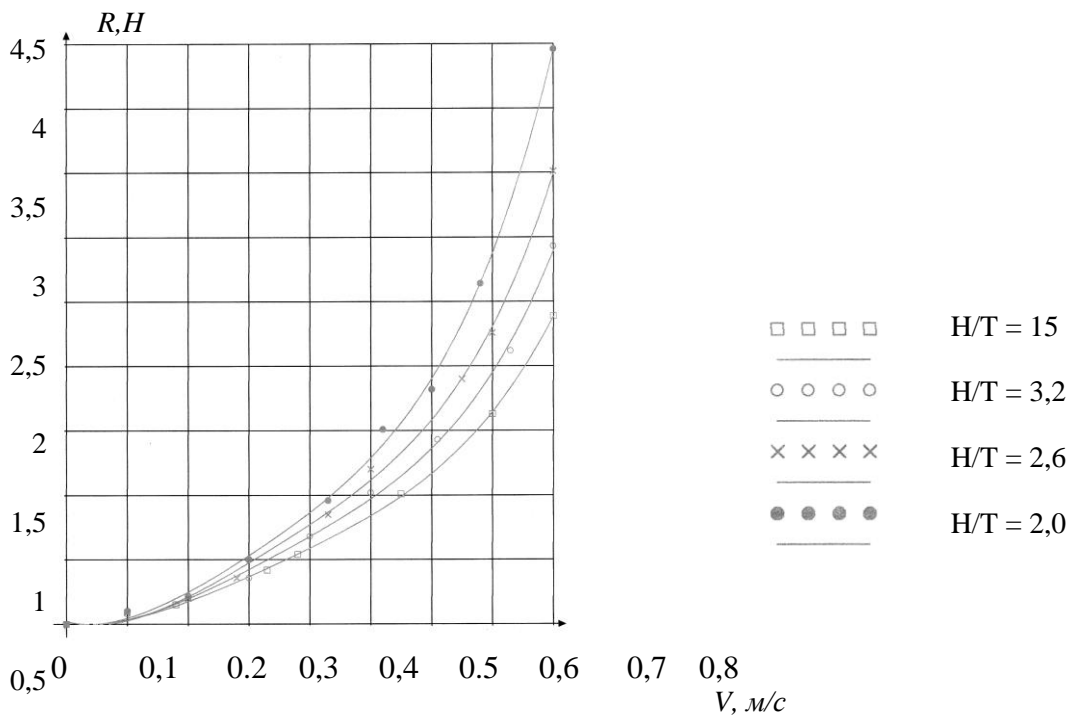


Рис. 3. Экспериментальное сопротивление модели № 2 на мелководье на чистой воде



УДК 629.5.06

Я.В. КОЗЛОВ, В.И. РУДНИЦКИЙ

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ СУДОВ ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обоснование критерия оценки эффективности оборудования для повышения эксплуатационных качеств судов внутреннего плавания является актуальной проблемой. В условиях рыночной экономики при обновлении парка судов внутреннего плавания приоритет должен быть за судами, имеющими наименьшие эксплуатационные затраты.

На современных судах внутреннего плавания в качестве главных двигателей используются двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с различными передачами мощности на гребной винт. Учитывая высокие требования к маневренности речных судов перспективным считается применение движительно - рулевого комплекса (ДРК) типа “Аквастер” с быстроходными и среднеоборотными ДВС.

Основным направлением совершенствования технической эксплуатации флота, от которых зависит эффективность его использования, являются: обеспечение нормативной эксплуатационной надежности, применение средств диагностики технического состояния, совершенствование организации технического обслуживания и ремонта, автоматизация управления технической эксплуатацией.

Наиболее эффективно экипаж следует организовать:

- экипаж выполняет только функции управления судном (судовождение, механизмы, системы) и не закреплен за судном постоянно, а осуществляет проводку судна в определенном районе;
- экипаж выполняет функции управления судном и проводит технические обслуживания (ТО) и ремонт, при этом разделен на группы: группа управления судном, группа ТО и ремонта, вспомогательная группа – обеспечения бытовых условий.

Оценка технического состояния и обнаружения отказов может осуществляться по вариантам:

- с разборкой (при необходимости) механизмов, время оценки технического состояния будет зависеть от квалификации специалиста;
- с помощью переносных контрольно - диагностических приборов.

Обеспечение эксплуатационной готовности судов требует, чтобы управление базировалось на регулярной и достоверной информации о техническом состоянии судов и ремонтной базе. Расходы на содержание средств управления будут определяться количеством персонала и степенью автоматизации их труда.

Будем рассматривать следующие варианты оперативного управления системой технической эксплуатацией флота:

- нерегулярность и обобщенность информации по каждому судну и ремонтной базе, принятие решений при отсутствии автоматизации процесса обработки и анализа информации;
- регулярность информации по каждому судну и ремонтной базе, автоматизация процесса обработки и анализа информации;

Таким образом, имеем многовариантную задачу, результатом решения которой должен быть выбор оптимального варианта в зависимости от уровня надежности судовой техники.

УДК 629.5.01

МАЙ ВАН КУАН

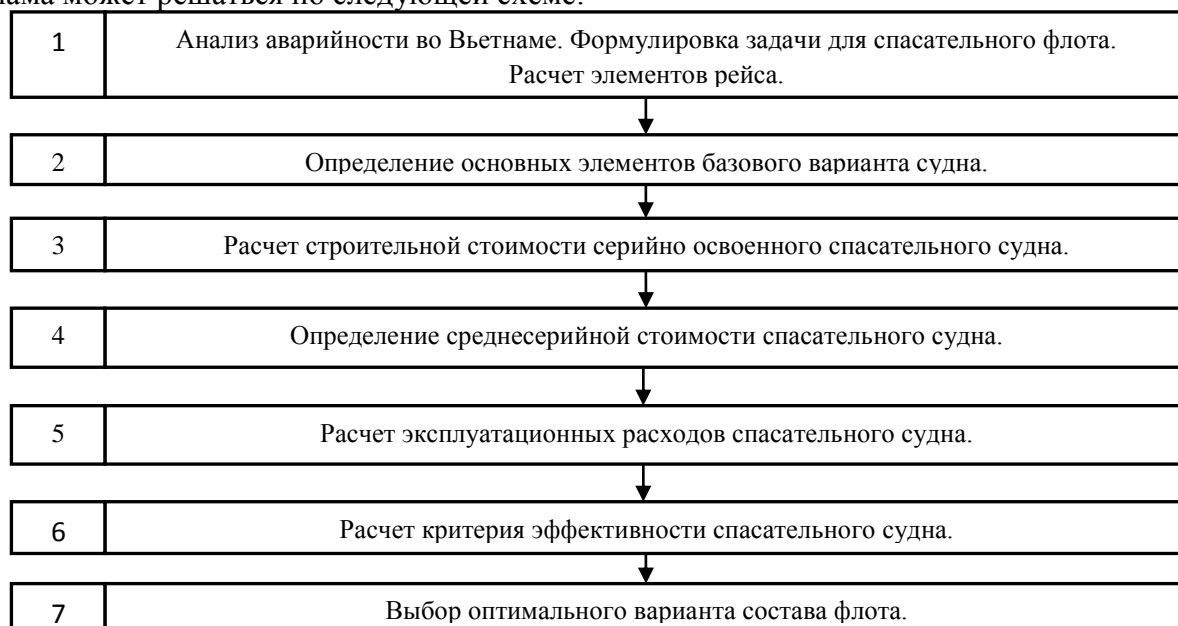
ЗАДАЧА ПОПОЛНЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНОГО ФЛОТА ВЬЕТНАМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Вьетнам – страна, находящаяся на берегу Южно-Китайского моря, имеющая большой потенциал для развития морского транспорта. В последние годы, в связи с развитием водного транспорта, увеличивается количество морских происшествий на водной территории Вьетнама. В 2012 г. зарегистрировано 134 аварийных случая на море Вьетнама. Таким образом, обеспечение безопасности морского плавания является актуальной проблемой для Вьетнама.

Для обеспечения безопасности на море, кроме повышения мореходных качеств судов и установления на них спасательных средств, спасательный флот играет значительную роль. В состав флота входят спасательные суда различных типов, которые могут выполнять следующие операции: спасение людей на судах, терпящих аварию; тушение на судах пожаров; снятие аварийного судна с мели; буксировка аварийного судна на базу;... Проведение спасательных работ на море может осуществляться по 2 способам: экспедиционное проведение спасательных работ; или проведение спасательных работ с участием одного большого спасательного судна.

Во Вьетнаме, среднее расстояние от места происшествия к базе спасательного флота составляет около 170 миль и аварии происходят чаще всего для малых промысловых судов, поэтому при создании спасательного флота для Вьетнама выбирается второй способ проведения спасательных работ. Это позволяет снизить расходы на постройку серийных спасательных судов. Задача пополнения спасательного флота Вьетнама может решаться по следующей схеме:



В качестве экономического критерия при пополнении спасательного флота Вьетнама выбираются приведенные затраты. Задачей становится определение оптимальных элементов спасательных судов и их количества для того, чтобы приведенные расходы F флота были наименьшими: $F \rightarrow \min$.

Список литературы:

1. Бронников А. В. Разработка основных технико-эксплуатационных требований на проектирование морского судна: Учеб. пособие. СПб. : Изд. центр СПбГМТУ, 1997, 56 с.

УДК 623

В.В. МЫЛЬНИКОВ, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ, Е.А. РОМАНОВА

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ СПАСЕНИЯ ЭКИПАЖЕЙ ИНОСТРАННЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

В истории подводного плавания отмечено более 170 случаев гибели подводных лодок с экипажами, произошедших в результате столкновений с другими кораблями, поломок материальной части, пожаров, взрывов, по вине личного состава и другим причинам. В 85 % случаев подводные лодки находились в акваториях с глубинами, не превышавшими предельные, на которых прочный корпус мог выдерживать забортное давление воды. Еще до Первой мировой войны на ПЛ стало поступать спасательное снаряжение Хэлла-Риса и Дрегера. Уже в ходе войны 1914–1918 годов было несколько случаев успешного применения спасательного снаряжения при выходе из АвПЛ. В 1929 году американские ПЛ были оснащены спасательным аппаратом Момсена, а английские – конструкции Дэвиса. Эти аппараты Дрегера, Момсена и Дэвиса представляли собой изолирующие дыхательные аппараты регенеративного действия с замкнутой схемой дыхания. В настоящее время в ВМС стран НАТО используются следующие типы индивидуального спасательного снаряжения подводников (ИССП):

– типа SEIS Mk 8 (Submarine Escape and Immersion Suit) производства английской фирмы Beaufort Air-Sea Equipment Ltd., которыми оснащаются ПЛ ВМС Канады, Италии, Нидерландов, Норвегии (ПЛ «Kobben-klassen»).

– типа SEIE Mk 10 (Submarine Escape and Immersion Equipment) той же английской компании – на ПЛ ВМС Великобритании и Норвегии (ПЛ «Ula»).

– типа SPES (Submarine Personnel Escape System) Mk 10 немецкой фирмы «bfa See- und Luftausrüstung» – на ПЛ ВМС Германии и Дании.

– типа Steinke Hood американского производства – на ПЛ ВМС США, Турции и Испании.

– типа URK 80 немецкой фирмы «bfa See- und Luftausrüstung» – на ПЛ ВМС Греции.

Польская ПЛ проекта 877Э оснащается ИССП российского производства типа ИСП-60.

Несмотря на разнообразие типов спасательных средств, используемых в ВМС стран НАТО, по своему принципу действия все они одинаковы (кроме российского ИСП-60): самостоятельный выход подводников из АвПЛ осуществляется вместе с воздушным пузырем методом свободного всплытия, у них отсутствует изолирующий дыхательный аппарат. Для дыхания при всплытии подводник использует воздушный пузырь, сохраняющийся под фартуком гидрокombineзона (SEIS Mk 8, SEIE Mk 10, SPES), внутри куртки (URK 80) или капюшона (Steinke Hood) в течение всего процесса всплы-

тия. По мере всплытия воздушный пузырь расширяется и его излишки автоматически стравливаются в воду через незакрываемую нижнюю часть фартука или травяще-предохранительный клапан. В связи с тем, что использование указанного способа связано с повышенной степенью риска для подводников, в качестве основного варианта рассматривается эвакуация личного состава с помощью спасательных подводных камер, аппаратов и модулей. В частности система SRDRS обеспечивает спасения с глубин до 610 м. Доставка оборудования в район порта, ближайшего к месту аварии ПЛ, может осуществляться самолетами транспортной авиации. Считается, что временной промежуток от момента получения сигнала тревоги до подъема на поверхность первой партии подводников не превысит 72 ч.

К коллективным средствам относятся различные всплывающие спасательные устройства (BCU - Self Rescue Sphere) многократного или однократного действия, предусматривающие спасение подводников "сухим" способом, не требующим декомпрессии. Так, на индийских ПЛ типа «209-1500» используется BCU, позволяющее разместить 40 человек (весь экипаж) и обеспечивающее спасение с глубин до 260 м.

УДК 629.5.01

НГУЕН ДЫК ТХИНЬ

БЛОК-СХЕМА РАСЧЕТА СОСТАВА ФЛОТА СКОРОСТНЫХ СВП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При большом разнообразии линий и разном их удельном весе в общем объеме перевозок отыскание оптимальной комбинации пассажироместимости $P_{\text{п}}$, скорости v и количество судов q для обеспечения общего объема перевозок с наилучшей экономической эффективностью представляет сложную проблему, решение которой в настоящее время идет по пути применения электронно-вычислительных машин.

Для перевозки конкретного количества пассажиров с наилучшей экономической эффективностью необходимо определить оптимальный состав флот пассажирских судов для данной линии эксплуатации. При расчете основных параметров этого флота надо учитывать: транспортно- технологические характеристики линии эксплуатации (годовой пассажирский поток, инфраструктуры портов отправления и назначения); географические характеристики линии эксплуатации (протяженность линий эксплуатации, гидрометеорологические условия плавания и т.д.); обоснование технических характеристик пассажирских судов (пассажироместимость и скорость).

Схему последовательности обоснования состава флота пассажирских СВП представить в виде нескольких блоков (рис. 1).

Разработанный алгоритм расчета флота пассажирских СВП позволяет провести расчет требуемого количества судов, необходимое для обслуживания годового пассажирского потока, в зависимости от скорости и пассажироместимости и инфраструктуры портов и характеристик линии эксплуатации.

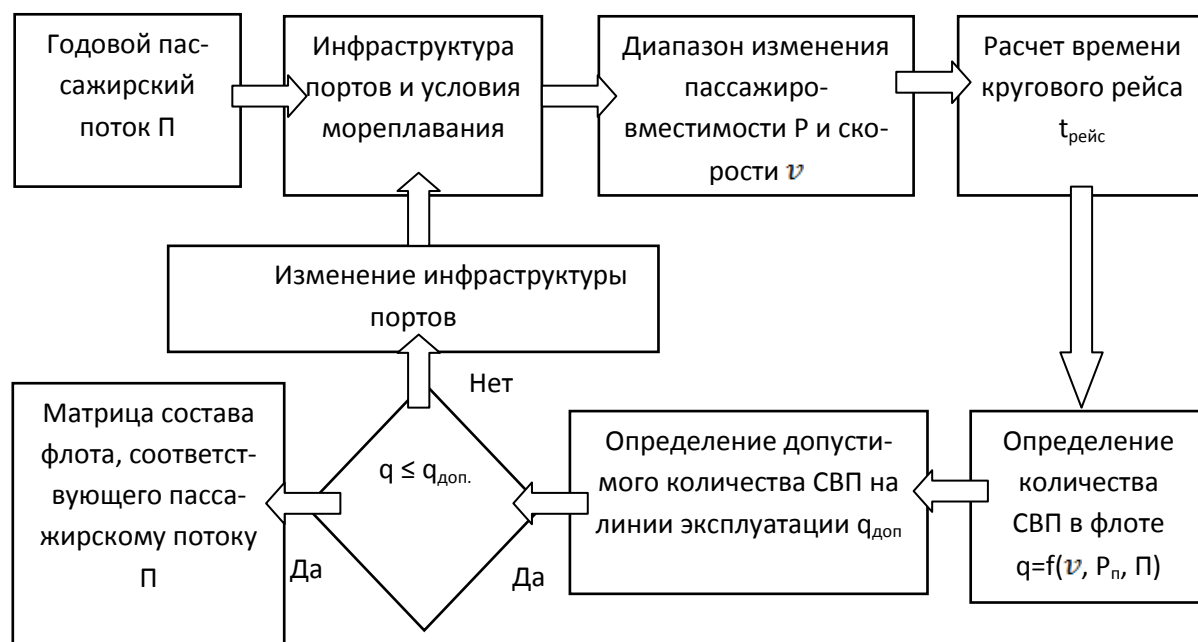


Рис.1 : Алгоритм расчета состава флота пассажирских СВП на линии эксплуатации . P – пассажирский поток; P_n – пассажироместность судна; q - количество пассажирских судов; $q_{доп}$ – максимально допустимое количество пассажирских СВП на рассматриваемой линии; v -скорость судна.

Список литературы

- 1.Леви Б.З. Пассажирские суда прибрежного плавания. Л. Судостроение 1975.
- 2.Пашин В.М. Оптимизация судов. Л. Судостроение 1983. Стр.35-42.
- 3.Б.А.Царев. Оптимизационное проектирование скоростных судов. Л.Судостроение 1988.

УДК 629.124

Е.В. РОДИН

ПРОДОЛЬНАЯ КАЧКА ЛЕДОКОЛА НА ТИХОЙ ВОДЕ, ВЫЗВАННАЯ РАБОТОЙ РАСКАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексева

Качка судна создается раскачивающим устройством, установленным в носу и представляющим собой два маховика, вращающихся вокруг оси, смещенной относительно их центра масс. При этом возникает периодическая сила, изменяющаяся по гармоническому закону с амплитудой $F_0 = nmR\omega^2$, где n, m – число и масса грузов, R – эксцентриситет,

ω – угловая скорость вращения. От силы F_0 возникает момент $M_0 = nmR\omega^2 l$, где l – отстояние раскачивающего устройства от центра тяжести площади КВЛ.

Уравнение продольной качки можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} D \frac{d^2 z}{dt^2} + 2N_z \frac{dz}{dt} + \rho_0 g S z = F_{11} e^{i\omega t} \\ I' \frac{d^2 \psi}{dt^2} + 2N_\psi \frac{d\psi}{dt} + \rho_0 g D H_0 \psi = M_1 e^{i\omega t} \end{cases}$$

где D , I' – водоизмещение и момент инерции массы судна с учетом присоединенной воды; N_z , N_ψ – коэффициенты сопротивления при вертикальной и килевой качке; D – водоизмещение судна; S – площадь КВЛ; H_0 – продольная метацентрическая высота.

Два уравнения колебаний можно свести к одному, считая, что судно совершает килевую качку относительно новой поперечной оси, смещенной в корму от ЦТ площади КВЛ на $b = \frac{I'}{S I'}$.

Таким образом, можно использовать уравнение:

$$\frac{d^2 \psi}{dt^2} + 2r_\psi \frac{d\psi}{dt} + \lambda_\psi^2 \psi = \frac{M_1}{I_1'} e^{i\omega t} \quad (*)$$

$$I_1' = I' + M b; \quad M_1 = \rho_0 g R l_1 \omega^2; \quad l_1 = l + b; \quad 2r_\psi = \frac{2N_\psi}{I'} \approx 1,0 \frac{l_0}{I'}$$

$\lambda = \sqrt{\frac{\rho_0 g H_0}{I'}}$ – собственная частота колебаний судна при продольной качке.

$I_1 = I_0 + S b^2$ – момент инерции площади КВЛ относительно поперечной оси.

Амплитуды качки вычисляются из решения уравнения (*).

$$\psi = \frac{\psi_0}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\lambda^2}\right)^2 + \left(\frac{2r_\psi \omega}{\lambda}\right)^2}}; \quad \psi_0 = \frac{M_1}{D g H_0} = \frac{\rho_0 g R l_1 \omega^2}{\lambda^2 I_1'}$$

Расчет качки выполнен приминительно к речному ледоколу

пр. 1054. Основные характеристики: $D=1650$ т, $L=62.0$ м, $B=16.0$ м, $T=3.38$ м, $\alpha=0.72$

Амплитудно-частотная характеристика приведена на рис. 1 при $m=13$ т.



Рис. 1. Амплитудно-частотная характеристика

УДК 629.124

Е.В. РОДИН

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ПРИ ДЕЙСТВИИ ПОПЕРЕЧНОЙ НАГРУЗКИ

Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексева

При расчете ледопроеходимости судов приходится решать задачу о действии распределенной нагрузки на лед. Математическую модель можно представить как плоскую задачу об изгибе бесконечной балки-полоски, лежащей на упругом основании. На участке L на балку действует распределенная нагрузка интенсивностью q .

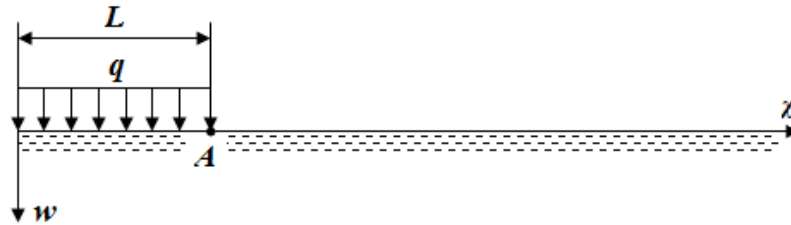


Рис. 2. Расчетная схема

Общее уравнение изгиба балки имеет следующий вид:

$$D\nabla^4 w + \rho g w = q(x), \text{ где } q(x) - \text{нагрузка, действующая на балку.}$$

Решение уравнения:

$$w = A_0 e^{-\alpha x} \cos \alpha x + A_1 e^{-\alpha x} \sin \alpha x + A_2 e^{\alpha x} \cos \alpha x + A_3 e^{\alpha x} \sin \alpha x + Q(x),$$

где $Q(x)$ – функция, определяемая в зависимости от вида функции $q(x)$; h – толщина льда; ρ – плотность воды; $w(x)$ – прогибы ледяного покрова; E – модуль упругости пресноводного льда; μ – коэффициент Пуассона для льда;

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{\rho g}{4D}}; D = \frac{E h^3}{12(1 - \mu^2)}$$

Перейдем от координаты χ к безразмерной координате $x = \chi \alpha$.

$$w = A_0 e^{-x} \cos x + A_1 e^{-x} \sin x + A_2 e^x \cos x + A_3 e^x \sin x + Q(x)$$

Балку следует разбить на два участка: первый – участок под действием распределенной нагрузки, второй – бесконечно длинная балка. На границе участков (точка A) должны выполняться условия:

$$w_1(l) = w_2(l); w_1'(l) = w_2'(l); w_1''(l) = w_2''(l); w_1'''(l) = w_2'''(l).$$

$$\begin{cases} w_1 = A_0 F_0 + A_1 F_1 + f(x), \text{ при } 0 \leq x \leq l \\ w_2 = A_2 e^{-x} \cos x + A_3 e^{-x} \sin x, \text{ при } x > l \\ F_0 = \cosh x \cos x; F_1 = \frac{1}{2} (\cosh x \sinh x + \sinh x \cos x); f(x) = \frac{q}{\rho g} \end{cases}$$

Решая систему уравнений (+), получаем коэффициенты $A_0; A_1; A_2; A_3$:

$$\begin{cases} A_0 F_0(l) + A_1 F_1(l) - A_2 e^{-l} \cos l - A_3 e^{-l} \sin l = -\frac{q}{\rho g} \\ -4A_0 F_3(l) + A_1 F_0(l) + A_2 e^{-l} (\cos l + \sin l) + A_3 e^{-l} (\sin l - \cos l) = 0 \quad (*) \\ -4A_0 F_2(l) - 4A_1 F_3(l) - 2A_2 e^{-l} \sin l + 2A_3 e^{-l} \cos l = 0 \\ -4A_0 F_1(l) - 4A_1 F_2(l) - 2A_2 e^{-l} (\cos l - \sin l) - 2A_3 e^{-l} (\sin l + \cos l) = 0 \end{cases}$$

Максимальные напряжения действуют в крайних волокнах поперечного сечения ледяного покрова и определяются по формуле: $\sigma_{II} = 6M/h^2$. Максимальный изгибающий момент M_{max} возникает в сечении при

$$x_0 = \arctg \frac{(A_3 + A_2)}{(A_3 - A_2)};$$

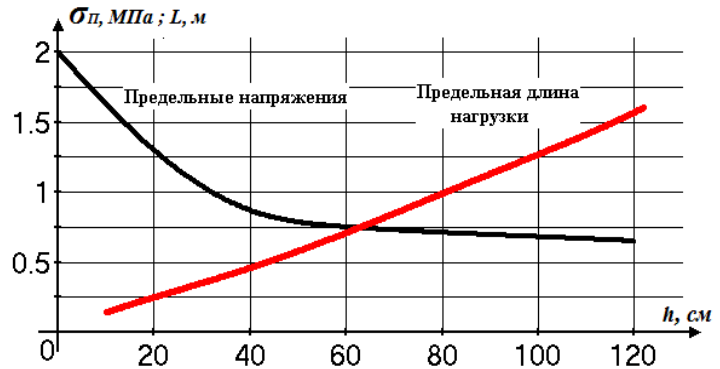


Рис. 3. Длина предельной нагрузки; предел прочности льда.

$$M_{\text{max}} = (2A_2 e^{-x_0} \sin x_0 - 2A_3 e^{-x_0} \cos x_0) D \alpha^2.$$

На рис. 2 показана зависимость длины нагрузки L , при которой происходит разрушение и предел прочности льда.

УДК 623

И.И. РОЖКОВ, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ

СОВРЕМЕННОЕ МОРСКОЕ МИННОЕ ВООРУЖЕНИЕ

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

В век высоких технологий морское минное оружие ушло в тень торпед и ракет. Однако, как показывает опыт последних лет, морские мины все еще остаются эффективным средством борьбы на море и даже получили дополнительный импульс к развитию за счет внедрения новейших высокотехнологичных разработок. Главные причины этого – сравнительная простота конструкции морских мин и легкость их эксплуатации по сравнению с другими видами морского подводного оружия, а также умеренная цена, в разы отличающаяся от противокорабельных ракет и торпед.

Причем высокий потенциал морского минного оружия обеспечивается не только благодаря их высоким тактико-техническим характеристикам, но и за счет высокой гибкости и разнообразия тактики его применения. Минные постановки могут выполняться в своих территориальных или даже внутренних водах, под прикрытием средств береговой обороны. Особенно велика опасность, исходящая от донных мин с неконтактными взрывателями разных типов, устанавливаемых в мелководных районах прибрежных морей: плохая видимость, сильные прибрежные и приливно-отливные течения, наличие большого количества миноподобных объектов (ложных целей) и близость военно-морских баз или объектов береговой обороны противника затрудняет работу минно-тральных сил и групп водолазов-минеров потенциального агрессора.

Минные постановки фактически сорвали Вонсанскую десантную операцию, несмотря на полное превосходство американского флота. В период с 1988 по 1991 год мины послужили причиной серьезных повреждений, полученных американскими боевыми кораблями, действовавшими в водах Персидского залива: на иранской mine типа М-08 подорвался фрегат УРО «Сэмюэль Б. Робертс», десантный вертолетоносец «Триполи» подорвался предположительно на иракской mine типа LUGM-145, крейсер УРО «Принстон» также на иракской донной mine типа «Манта» итальянской разработки, эсминец УРО «Пол Ф. Фостер» наскочил на якорную контактную мину и только по счастливой случайности остался невредим – она оказалась слишком старой и просто не сработала. Накануне Первой войны в Заливе, в январе–феврале 1991 года, иракские ВМС выставили в прибрежных районах Кувейта, на десантоопасных направлениях, более 1300 морских мин, что в том числе стало причиной срыва морской десантной операции американцев. После окончания войны силам многонациональной коалиции понадобилось несколько месяцев для того, чтобы полностью очистить указанные районы от мин.

В последнее десятилетие прошлого века наметилась явная тенденция использования военными стран третьего мира достаточно интересного способа минных постановок – старые контактные якорные и более современные неконтактные донные мины стали использоваться в рамках одного минного поля, что затрудняло сам процесс проведения траления, поскольку это требует от противоминных сил применения разных видов тралов (а для поиска донных мин – еще и подводных необитаемых противоминных аппаратов).

УДК 623

А.Д. РОМАНОВ, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, И.Д. РОМАНОВ

ПОДВОДНЫЕ СРЕДСТВА ДВИЖЕНИЯ СИЛ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

В современном понимании этого термина подводные диверсионные силы и средства (ПДСС) впервые были использованы. Во время второй мировой войны ПДСС потопили или надолго вывели из строя несколько десятков боевых кораблей и судов, общим водоизмещением более 500 тыс. т.

Подводные средства предназначены для доставки разведчиков-диверсантов в район выполнения задачи либо выполнение других задач. Все подводные средства сил специальных операций можно разделить на следующие основные группы:

- индивидуальные буксировщики – от гражданских буксировщиков удерживаемых руками пловца до «миниторпед». Данные аппараты практически никогда не имеют балластных цистерн, вывеска аппарата осуществляется балластными грузами.
- групповые буксировщики – имеют большие размеры и вес, а также дальность хода. Практически все имеют уравнительную систему для компенсации влияния переменных грузов и изменения плотности морской воды по глубине и в зависимости от района применения аппарата
- «погружающиеся катера» – основным отличием является высокая надводная скорость, глиссирующие обводы, наличие балластных цистерн для обеспечения возможности погружения. Могут нести вооружение: пулеметы, автоматические пушки или НУР для стрельбы по береговым целям.

- «сухие/мокрые» аппараты – отличаются тем, что экипаж находится в сухом отделении, но подвергается воздействию внешнего давления благодаря системе компенсации внешнего давления аналогичной системе стоящей на аккумуляторном отсеке. Применение такой системы подразумевает те же периоды декомпрессии, что и обычном погружении, но при различных коэффициентах демпфирования компенсирующей системы можно увеличить скорость погружения/всплытия выше физиологического предела переносимости.
- сверхмалые подводные лодки (СмПЛ) – подводные лодки специальных проектов водоизмещением не более 150 т, могут нести вооружение
- подводные лодки специального назначения (ПЛ СпН) – ПЛ специальных проектов, либо переоборудованные из ПЛ обычных типов. Основное их предназначение - доставка в районы выполнения задач водолазов-разведчиков со снаряжением, оружием, надводными средствами высадки (надувные лодки, каноэ и т.д.), а также СмПЛ и буксировщики.

УДК 359

Е.Д. РОМАНОВА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ

ЛИТОРАЛЬНЫЕ КОРАБЛИ

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

Littoral Combat Ships (LCS) — новое поколение американских кораблей, способных действовать в океанской зоне и также оптимизированных для проведения операций в прибрежных водах. К кораблям прибрежной зоны традиционно относят катера и небольшие по водоизмещению корабли, призванные защищать берега своих государств, сфера деятельности LCS – не свои, а чужие прибрежные воды, в этом состоит коренное отличие.

В конце 70-х – начале 80-х гг. прошлого века, американские военно-морские специалисты, опираясь на практику многочисленных учений и игр, пришли к заключению, что практически вся акватория Мирового океана находится в зоне досягаемости авиации США и их партнеров по военным блокам и союзам. Соединения ВМС и ВВС США и их союзников в случае локальных конфликтов уверенно контролируют океанскую зону, но многочисленные ракетные катера, обеспеченные воздушным прикрытием авиации берегового базирования, и минные заграждения в прибрежных и проливных зонах могут свести на нет успех флотов НАТО в открытом океане.

В июне 1999 г., Военно-морской колледж США под руководством вице-адмирала Артура Цебровски провел игру Global War Game («Глобальная военная игра»), в которой впервые были виртуально «задействованы» быстроходные корабли литоральной зоны. И оказалось, что без их участия говорить о достижении победы над противником в ряде регионов мира крайне проблематично. United States Navy планирует закупить до 55 таких кораблей. В настоящее время подписан контракт в объеме 3,5 миллиардов долларов на строительство 10 кораблей. Стоимость одного корабля в текущих ценах составляет около 376 миллионов долларов. Заказ на строительство 10 кораблей разделен ВМС США между компаниями Austal и Lockheed Martin, которые построят по 5 кораблей с четными и нечетными номерами соответственно.

	LCS1	LCS2
Тип корпуса	Однокорпусной, сталь	Тримаран, алюминий
Длина	115,3 метров	127,6 метров

Ширина	17,5 метра	31,6 метров
Водоизмещение, ориентировочно	3,000 тонн	3,000 тонн
Осадка	3,9 метра	4,2 метра

Расчетная скорость у обоих проектов более 40 уз.

На экспорт Lockheed Martin и General Dynamics предлагают существенно переработанные проекты. В декабре 2005 г. заключила соглашение с Израилем о двухгодичной программе исследований по созданию на базе LCS аналогичного корабля для нужд Военно-морских сил этой страны, по разным причинам проект не получил развития.

Вслед за США литоральные боевые корабли принялись создавать и в других странах, например проект немецкой компании ThyssenKrupp Marine Systems – проект CSL (Combat Ship for the Littorals) и британских BMT DSL и UCL DRC - комплекс включает быстроходное судно-базу, на борту которого размещаются четыре скоростных ракетно-артиллерийских катера небольшого водоизмещения.

УДК 623

Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ,
И.Д. РОМАНОВ, Е.Д. РОМАНОВА, Е.А. РОМАНОВА

СОВРЕМЕННЫЕ АРТИЛЛЕРИЙСКИЕ СИСТЕМЫ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

Практически все подводные лодки (ПЛ) времен первой мировой войны имели артиллерийское вооружение. Немецкие подводные лодки в начале второй мировой войны торпеды берегли и всплывая расстреливали одиночные суда из 10,5см и 8,8см орудий, но в связи с неуклонно возрастающей эффективностью противолодочных мер использование палубных орудий свелось на нет. Также серьезный удар по дальнейшему совершенствованию корабельной артиллерии после второй мировой войны нанесло бурное развитие ракетного оружия. Прекратили установку и зенитной артиллерии, в качестве оружия самообороны в надводном положении ее заменили ПЗРК.



Но в настоящее время одной из реакций на возникающие асимметричные угрозы (включая пиратство), стало применение неатомной ПЛ для патрулирования в рамках операции «Океанский щит» в Индийском океане и Аденском заливе. Но при этом уничтожение или повреждение пиратской / контрабандистской лодки с использованием торпеды, при условии что ей удастся захватить и поразить цель, будет стоить не менее 250 000 долларов (стоимость торпеды).

В связи с этим первыми среди ведущих европейских разработчиков проект оснащения подводных лодок подъемно-мачтовым устройством с установленной на нем 30-мм автоматической артиллерийской установкой предложил консорциум немецких фирм в составе HDW, GABLER Maschinenbau и подразделение Mauser Werke Oberndorf концерна Rheinmetall Waffe Munition GmbH. Эффективная дальность стрельбы «Mauser» RMK 30 до 3 км, в боекомплект пушки включаются осколочно-фугасные, осколочно-фугасно-зажигательные и бронебойные боеприпасы. Целеуказание планируется осуществлять по данным штатных средств освещения обстановки подводной лодки (перископ, радиолокационная станция), при этом ПЛ остается в подводном положении, что значительно снижает возможность поражения ответным огнем стрелкового оружия, РПГ или УР.

Проект, получивший обозначение «Muraena», предполагает размещение автоматической пушки в специальном контейнере диаметром 0,8 метра, располагаемом в ограждении рубки субмарины и выдвигаемом за ее габариты почти на 4,5 метра при помощи подъемно-мачтового устройства. Особенность пушки RMK 30 заключается в том, что она не имеет отката, т.е. во время стрельбы практически отсутствует динамическая нагрузка.

Компания Kollmorgen, в сотрудничестве с Electric Boat, разрабатывает проект установки на ПЛ автоматической пушки 25 мм M242, также изучалась возможность установки в ракетной шахте комплекса D-5 на ПЛ сил специальных операций 127-миллиметрового (5-дюймового) универсального орудия имеющего дальность стрельбы свыше 20 км.

УДК 359

И.Д. РОМАНОВ, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ, Е.А. РОМАНОВА

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДВИЖИТЕЛИ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

Требования к скрытности подводных лодок (ПЛ) становятся все жестче, увеличение скрытности перспективных ПЛ достигается в том числе за счет конструктивных мероприятий, а также нетрадиционной архитектуры. Водометы и «двигатели в кольцевых насадках» находят все большее распространение на подводных лодках. Одним из вариантов обесшумливания лопастной системы движителя является его заключение в достаточно длинную насадку, имеющую звукопоглощающее внутреннее покрытие. Внутрикорпусной водометный движитель, у которого обвод насадки является продолжением обвода корпуса, а вода к рабочей и спрямляющей лопастным системам подводится через плавно изогнутый водовод, впервые был предложен профессором ЛВВМИУ им. Ф.Э.Дзержинского А.Н. Патрашевым и назван им "гидрореактивным движителем". Водометный движитель имеет и такое первостепенное преимущество, как передача очень большой мощности упора, недоступной гребному винту из-за чрезмерного возрастания его массы и габаритов. Размещение рабочего колеса насоса в цилиндрической трубе уменьшает неравномерность потока, что, в свою очередь, ведет к снижению степени его гидродинамической неуравновешенности - одной из главных причин вибрации корпуса подводной лодки, оснащенной гребным винтом.



Отношение времени смены курса к общему времени работы двигателя стремится к нулю, поэтому на некоторых перспективных проектах конструктора полностью отказываются от рулей и внедряется система Distributed Pump / Jet Propulsor / "разнесенный" водомет. Основными направлениями развития являются:

- «один винт – один поток» - изменение направления приложения силы осуществляется аналогично авиационным двигателям с изменяемым вектором тяги.
- «один винт – несколько потоков» - изменение направления приложения силы осуществляется перекрытием сопел.
- «несколько винтов – несколько потоков» - изменение направления приложения силы осуществляется изменением скорости вращения двигателей.

Также «разнесенный водомет», дает управляемость ПЛ на малой скорости вплоть до нулевой.

УДК 629.5.06

А.А. ТАРАСКИН, В.И. РУДНИЦКИЙ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СУДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Надежность, являясь одной из важнейших характеристик качества изделия, испытывает прямое влияние системы контроля качества на предприятиях, связанных с изделием на протяжении его жизненного цикла. Для обеспечения предприятиями функционирования эффективных систем менеджмента качества специально разработано семейство стандартов ИСО 9000. ИСО 9000 регламентирует наличие и документирование соответствующего бизнес-процесса, а также изменяемость его качества.

При анализе и расчете надежности элементов установки необходимо использование принципов системного подхода, когда отдельный механизм, рассматривается как составная часть более сложной системы, когда оценивается влияние его надежности на все основные характеристики системы и в конечном итоге на эффективность ее функционирования. По отношению к СО эта проблема смешанного типа, т.е. и практическая, и научная одновременно.

Практической целью работы является расчет надежности общесудовых системы, расчет потребного количества сменно-запасных частей и потребного количества обменного фонда агрегатов, определение фактической надежности системы и рекомендаций по ее увеличению.

По разработанным методам проведен расчет обеспечения эксплуатационной готовности заданного количества элементов оборудования на заданный период эксплуатации для обеспечения эксплуатационной готовности, что ведет к сокращению расходов и перерывов в его работе.

В процессе работы рассмотрена техническая эксплуатация систем судов с позиций системного анализа, а так же критерий оценки эффективности оперативного управления надежностью.

Задачи, решаемые методами теории надежности для судового оборудования, необходимо рассматривать в зависимости от этапов и стадий их создания.

На этапе проектирования надежность изделий обеспечивается на стадиях:

- согласования технического задания
- эскизного и технического проектирования
- рабочего проектирования

На этапе эксплуатации определяется период приработки изделий, уточняется гарантийный срок службы, определяются и уточняются фактические показатели надежности изделий, а также оптимальные сроки проведения технических обслуживаний и ремонтов, и фактический расход запасных частей.

На всех перечисленных этапах производится сбор информации о надежности и обработка этих данных для расчета количественных характеристик надежности изделий и их составных элементов. Система сбора информации включает организацию-проектанта, организации-изготовители, организации-владельцы, осуществляющих эксплуатацию изделий.

УДК 623

Е.П. ТУРУТИНА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ, Е.Д. РОМАНОВА

ЧАСТИЧНО ПОГРУЖАЮЩИЕСЯ И НЫРЯЮЩИЕ СУДА ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

Ныряющие и полупогружные субмарины известны с позапрошлого века, некоторые такие корабли даже применялись в бою. Так, английские эскадренные лодки класса К времен Первой мировой, оснащенные паротурбинными установками, фактически были ныряющими кораблями и в боестолкновениях действовали из полупогруженного положения, надеясь на защиту корпуса толщиной воды. Полупогружным судном вполне можно считать и знаменитый «Монитор»: первый самоходный железный винтовой артиллерийский корабль, примененный северянами во время Гражданской войны в США для обстрела Хемплтонского рейда.

В СССР в соответствии с ТТЗ корабль проекта 1231 предназначался для нанесения внезапных ракетных ударов по боевым кораблям и транспорту в узких местах, на подходах к военно-морским базам и портам противника, участия в обороне побережья, районов базирования флота и приморских флангов сухопутных войск, в отражении высадки десантов и нарушении морских коммуникаций противника, а также для несения гидроакустического и радиолокационного дозора в местах рассредоточенного базирования флота.

В настоящее время частично погружающиеся и ныряющие суда военного назначения можно разделить на следующие группы:

1. Суда с возможностью полного погружения. Отличием от ПЛ является то что они проектируются в основном для движения в надводном положении. К этой группе относятся например MRCC (Multi-Role Combatant Craft) компании STIDD Systems и SDV фирмы Defence Consulting Europe. У аппаратов по бортам имеются резиновые баллоны, в которые в надводном положении накачивается воздух, что обеспечивает лучшую остойчивость на скорости и непотопляемость, при погружении воздух из баллонов стравливается.

2. Полупогруженные суда у которых в полуподводном положении палуба находится под водой, в некоторых случаях они действуют как ПЛ под РПД, без возможности полного погружения и движения под водой на электромоторах. Например, GIMIK или новый проект SSX-25

3. «Низкопрофильные» суда (Low-profile vessels (LPV)) фактически являются «обычными судами», но для уменьшения вероятности обнаружения высота надводного борта выполняется минимальной. Наиболее простые в изготовлении и массовые суда начиная от отрядов специального назначения крупных стран и заканчивая контрабандистскими судами.

В целом можно отметить, что частично погружающиеся и ныряющие суда пользуются постоянным спросом на мировом рынке, причем размеры разрабатываемых судов достигают 100 метров и дальность хода в надводном положении 2000 миль. В ближней морской зоне такие суда могут стать одним из направлений развития «литеральных судов».

Подсекция 5.2

Энергетические установки

УДК 629.12

И.В. БОГАТОВ, М.В. БОМБЕЛЮК, Д.С. БУРОВ, С.Н. ЗЕЛЕНОВ

ВОЗДУХОНЕЗАВИСИМАЯ ЭУ НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА С ИСТОЧНИКОМ ТЕПЛОТЫ НА ЯДЕРНОМ ТОПЛИВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Эффективность дизельных подводных лодок связана с необходимостью периодически подзаряжать аккумуляторные батареи. Ограниченность энергетических запасов, даже с применением дизелей замкнутого цикла, не позволяет использовать их в арктических районах, покрытых льдами.

Отрицательные стороны ядерных ЭУ заключаются в больших размерах и массе самих реакторов, в большой шумности турбозубчатых агрегатов и низким значением термического КПД цикла.

Последний зарубежный опыт постройки и эксплуатации ПЛ с различными типами воздухонезависимых установок (ДЗЦ, двигатель Стирлинга, ЭХГ, паротурбинная установка замкнутого цикла MESMA) позволяет уже твердо сказать, что чаша весов все больше склоняется в пользу установок с двигателями Стирлинга. Наибольших успехов в работах по данному направлению добились Германия и Швеция.

В работе исследуется возможность создания анаэробной корабельной энергетической установки на базе двигателя Стирлинга, где в качестве источника тепловой энергии (греющей среды) рассматривается теплоноситель жидкометаллического ядерного реактора. С этой целью была выбрана принципиальная схема двигателя и принято оригинальное решение – в качестве механизма движения принят бесшатунный силовой механизма Баландина С.С. Отдельно подробно описывается конструкция теплообменника типа жидкий металл Li^7 (теплоноситель первого контура реактора) – газ He^4 (рабочее тело двигателя).

Отсутствие периодических взрывов от сгорания топлива, механизма газораспределения и шатунного механизма обуславливают меньший, по сравнению с обычными двигателями внутреннего сгорания, уровень шума.

Полученные хорошие массогабаритные характеристики двигателя, акустическая скрытность, а также большая автономность говорят о целесообразности проведения дальнейших работ по проектированию ПЛ с ЭУ такого типа.

УДК 629.12

М.В. БОМБЕЛЮК, И.В. БОГАТОВ, Д.С. БУРОВ, С.Н. ЗЕЛЕНОВ

ВОЗДУХОНЕЗАВИСИМАЯ ЭУ НА БАЗЕ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА С ИСТОЧНИКОМ ТЕПЛОТЫ НА ОРГАНИЧЕСКОМ ТОПЛИВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В соответствии с Программой освоения ресурсов углеводородов и восполнения минерально-сырьевой базы доля добычи газа на шельфе РФ к 2020 г. может вырасти до 212 млрд. куб.м. При реализации этой программы необходимо учитывать трудности транспортирования углеводородов от мест добычи к береговым грузовым терминалам, отсутствие нового ледокольного и танкерного флота, сложную гидрометеорологическую обстановку. Одним из возможных перспективных направлений работ по обеспечению надежных транспортных перевозок в Арктике могло бы стать исследование возможности применения подводных танкеров-газовозов. Преимущества таких судов огромны. Во-первых, они способны плавать в Арктике круглогодично без ледокольного сопровождения; во-вторых, они могут выполнять рейсы в Европу и Америку по самому короткому пути – через Северный Ледовитый океан, что делает перевозки весьма экономичными. С предложениями по строительству таких судов, по их основным техническим параметрам ранее высказывались специалисты нижегородского «ЦКБ «Лазурит».

В данной работе обосновывается тип энергетической установки для подводного танкера-газовоза. При рассмотрении различных вариантов ЭУ выбор был сделан в пользу анаэробной установки на базе двигателя Стирлинга с оригинальным бесшатунным силовым механизмом Баландина С.С. В качестве источника теплоты для двигателей будет являться перевозимый природный газ, в качестве окислителя – кислород. По предварительным расчетам мощность ЭУ для танкера с дедвейтом $D = 40000$ т. и скорости подводного хода 10,5...16 узлов составила 25...30 МВт. На танкере предполагается применить установку с тремя двигателями Стирлинга, рабочим телом принят газ He^4 . После анализа и выбора исходных параметров, был произведен теплотехнический расчет двигателя, найдены его геометрические размеры, проработаны конструкции его отдельных элементов – нагревателя, регенератора, охладителя, уплотнений. Экономическая оценка проекта, с учетом возможности использования в качестве топлива перевозимый газ, подтвердила перспективность применения на танкере-газовозе в качестве главных двигателей Стирлинга.

УДК 629.12

Д.С. БУРОВ, И.В. БОГАТОВ, М.В. БОМБЕЛЮК, С.Н. ЗЕЛЕНОВ

ДВИГАТЕЛЬ СТИРЛИНГА С БЕСШАТУННЫМ МЕХАНИЗМОМ БАЛАНДИНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Изобретение двигателя внешнего сгорания, работающего на горячем воздухе по замкнутому циклу, принадлежит шотландскому монаху Роберту Стирлингу и по времени относится к началу XIX века. Первое время интерес, возникший к двигателям внешнего сгорания, привел к многочисленным попыткам их постройки. Однако появление более компактных и простых двигателей внутреннего сгорания задержало их дальнейшее развитие. Возрождение интереса к двигателям Стирлинга произошло в 30-х годах XX века и ассоциируется с деятельностью фирмы «Филипс». В настоящее время работы по совершенствованию этих двигателей активно проводят фирма «Юнайтед Стирлинг» (Швеция), «Сименс» (Германия), «Мицубиси» (Япония). Современные двигатели Стирлинга выгодно отличаются от всех известных преобразователей энергии прямого цикла целым рядом качеств, которые обуславливают перспективу их применения на ПЛ:

- практическая бесшумность в работе из-за отсутствия взрывных процессов в цилиндрах двигателя и клапанного механизма газораспределения;

- высокий эффективный КПД, достигающий до 40%, что превосходит лучшие образцы корабельных дизелей;
- возможность выпускать двигатели многотопливными, т.е. использовать в качестве горючего как различные сорта органического углеводородного, так и энергию ядерного топлива.

Для двигателя, применяемого на ПЛ, оптимальным силовым механизмом является бесшатунный механизм Баландина, в котором преобразование возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение вала осуществляется бесшатунным силовым механизмом. Бесшатунный механизм позволяет конструктивно просто осуществлять при малых габаритах и высокой быстроходности двухсторонний рабочий процесс в цилиндрах и получать вследствие этого почти удвоенную литровую и удельную мощность. В бесшатунных двигателях силы давления газов противоположных цилиндров, действующие на поршни, замыкаются в системе поршни - шток, и на штоковую шейку коленчатого вала передается только их разность. В связи с тем, что оба поршня вместе со штоком и ползуном движутся как одно целое, их суммарная сила инерции вблизи крайних положений всегда направлена против силы давления газов на один из поршней, что существенно уменьшает результирующую силу P_{Σ} , нагружающую звенья механизма.

Износ подшипников у бесшатунных двигателей 1,6...1,8 раз меньше чем у двигателей с кривошипношатунным механизмом. Кроме того, трение в ползунах и направляющих происходит при значительно меньших температурах, чем трение поршней о стенки цилиндров. В бесшатунных двигателях штоковые подшипники не только имеют меньшие по величине нагружающие силы на единицу мощности, но и более равномерно нагружены по всей рабочей поверхности. Подшипники имеют две зоны пониженного давления, через которые осуществляется подвод масла из штоков к трущимся поверхностям. Все это обеспечивает гарантированное жидкостное трение в кинематических парах силового механизма, малый их износ, большую работоспособность в эксплуатации, предотвращает местные перегревы подшипников и, в итоге, способствует снижению потерь на трение и росту механического КПД.

УДК 621.43

С.А. ГОЛОЩАПОВ, Л.А. ЗАХАРОВ, Е.Л. ЛЫСЕНКО

МЕТОД ПРОЦЕССА ИЗМЕРЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ВАЛОПРОВОДАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С КПДВС W6L20 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Двигатель внутреннего сгорания является составной частью любой силовой установки. В судовой силовой установке (ССУ) дизель соединяется с потребителем (винтом) при помощи длинных валопроводов, как правило, являющихся составными. В дизель-генераторах двигатель соединен с помощью муфты с генератором. При этом двигатель представляет собой машину циклического действия и поэтому является источником вибрации и различного рода колебаний (крутильные, изгибные) узлов и деталей, связанных с ним в одной установке.

Особенностью ССУ заключается в том, что она имеет большую длину валопровода и значительные моменты инерции сосредоточенных масс, соединенных между собой длинными участками вала с малой податливостью. В процессе работы двигателя различные участки линии валопровода, в том числе и колена коленчатого вала, нагружаются

силами и моментами неодинаково. Поэтому при расчетах на прочность приходится решать вопросы, связанные с определением наиболее нагруженного участка линии валопровода, сил и моментов, как по длине вала, так и во времени.

Актуальностью данной работы является повышение экологической безопасности в составе транспортного средства.

Целью исследования является признание удовлетворительности энергетической установки, а именно:

- Судовая энергетическая установка с КПДВС W6L20 признается удовлетворительной по крутильным колебаниям и не имеют запретных зон частоты вращения во всем рабочем диапазоне частоты вращения на всех режимах, предусмотренных инструкцией по эксплуатации СДУ при работе на передний и задний ход, пусках, остановках, работе с выключенным цилиндром и на холостом ходу.

- Динамические напряжения скручивания и моменты, возникающие на всех участках валопроводов СДУ на всех режимах работы, предусмотренных инструкцией по эксплуатации СДУ, от всех резонансов всех форм крутильных колебаний, вошедших в рабочий диапазон частоты вращения главных двигателей, не превышают допускаемых для длительной работы по Правилам Российского Морского Регистра Судоходства и безопасны для всех участков валопроводов СДУ.

- Замеры температур корда эластичной муфты главных двигателей в диапазоне рабочей частоты вращения не должны превысить допускаемую 60°C

УДК 621.43

Д.Г. ГРУШИН¹, Н.А. АДЯСОВА¹, А.С. ЖИЛИН¹, Д.Г. НАГИЧЕВ¹,
А.Ю. ЛОПАТИН¹, Л.А. ЗАХАРОВ¹, А.В. ДЕГТЯРЕВ²

ВЫБОР СПОСОБА УВЕЛИЧЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ РАБОЧЕГО ТЕЛА ПОРШНЕВОГО ДВС Р-4 ОБЪЕМОМ 2,5 Л ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА НАПОЛНЕНИЯ

1 - Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева,

2 – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Масса циклового воздушного заряда определяет его энергетический потенциал, поскольку от нее зависит количество топлива, способного полностью сгореть в поршневом двигателе внутреннего сгорания.

Для расчетов был выбран рядный четырех цилиндровый бензиновый двигатель с рабочим объемом 2,4 л, мощностью 116,6 кВт при номинальной частоте оборотов коленчатого вала 5500 мин⁻¹.

$$N_e = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \eta_H \cdot \rho_e \cdot \frac{1}{\alpha \cdot l_0} \cdot Q_H \cdot \eta_e \cdot i \cdot \frac{1}{m} \cdot n \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{1000}, \text{кВт}$$

где, $\alpha = 1,0$ – коэффициент избытка воздуха;

$\rho_e = 1,169015$ кг/м³ – плотность воздуха;

$D = 0,0955$ м – диаметр цилиндра;

$S = 0,086$ м – ход поршня;

$l_0 = 14,828$ кг_{возд}/кг_{топл} – количество теплоты, необходимое для сгорания 1 кг топлива;

$Q_H = 44013798$ Дж/кг – низшая теплота сгорания;

$m = 2$;

$i = 4$;

$n = 5500$ мин⁻¹;

$$\eta_H = 0,8 \div 1,2.$$

$$\eta_e = \frac{N_e \cdot 1000 \cdot 3600}{g_e \cdot N_e \cdot Q_H}$$

$$\text{где, } g_e \cdot N_e = G_T = 0,478 \frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$

На основании исходных данных и приведенных формул получили показатели для сравнения при разных значениях коэффициента наполнения.

Таблица 1

η_H	0,8	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,1	1,2
$M_{в.ц.}$	0,935212	0,993662	1,052114	1,110564	1,169015	1,227465	1,285916	1,402818
M_m	0,06307	0,06701	0,07095	0,0749	0,07884	0,08278	0,08672	0,09460
$Q_{1 \text{ мДж}}$	18,8	19,9	21,2	22,3	23,5	24,7	25,9	28,2
$\%_{\text{увел}}$	100	106	113	119	125	131	138	150

За счет хорошего массового наполнения цилиндра двигателя появляется возможность получить большую литровую мощность во всем диапазоне угловых скоростей коленчатого вала.

В последние годы получило заметное развитие направление увеличения массы воздушного циклового заряда за счет увеличения проходного сечения отверстия. Появились трех-, четырех-, пяти клапанные головки блока цилиндров.

УДК 681.518.5

И.С. ЗОТОВ, М.В. ЗОТОВА, Д.А. СМИРНОВ, А.Г. ЭЗЕКОВ

КОНЦЕПЦИЯ САМООБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ, ВХОДЯЩЕЙ В СОСТАВ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ЯЭУ

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ОПЫТНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ
БЮРО МАШИНОСТРОЕНИЯ им. И.И.Африкантова»

На сегодняшний день при разработке и эксплуатации ЯЭУ широко применяются математические модели. Они используются для обоснования безопасности ЯЭУ, разработки средств обучения персонала, а в будущем и для систем оперативного технического диагностирования. Математическая модель создается на этапе проектирования, поэтому возможны отклонения выходных параметров от результатов испытаний, так как реальный объект может иметь отличия от проекта. Корректировка математических моделей на этапах испытаний и эксплуатации ЯЭУ сложный и трудоемкий процесс, так как изменения должны проводиться в короткие сроки, а объем изменений может быть весьма существенен, поэтому этот процесс необходимо автоматизировать.

Цель данной работы состоит в решении задачи автоматизированной корректировки модели на основании данных испытаний или эксплуатации так, чтобы она с заданной погрешностью соответствовала реальному объекту в течении всего срока службы.

Автоматизированная корректировка или самообучение математической модели позволяет всегда иметь модель, выходные данные которой будут соответствовать параметрам объекта диагностирования. Такая модель в дальнейшем может применяться для анализа изменения характеристик объекта диагностирования, оценки ресурса оборудования, путем сравнения ее выходных параметров и реального объекта, а также

позволит строить прогноз поведения реальной установки при различных исходных событиях.

Для реализации алгоритмов самообучения предлагается метод, основанный на анализе чувствительности модели к изменениям ее параметров. Для применения данного метода необходимо ограничить список определяющих, то есть значительно влияющих на выходные данные, параметров и установить минимальное значение чувствительности модели к их изменению для исключения из рассмотрения параметров слабо влияющих на поведения модели.

Самообучение или, иными словами, оптимизация параметров математической модели подразумевает следующие этапы:

- выбор параметров расчета: определяющих параметров и их граничных значений, измеряемых значений;
- выбор начальных условий для модели;
- расчет;
- анализ данных расчета и сравнение их с данными испытаний;
- определение чувствительности модели к изменению параметров;
- выработка и валидация оптимальных параметров.

Реализация данной концепции позволит автоматизировать корректировку математических моделей созданных на этапе технического проекта по данным испытаний реального объекта, а также внесение в модель поправок в ходе эксплуатации. Это значительно сократит сроки уточнения модели и связанные с этим издержки.

В дальнейшем планируется реализовать положения данной концепции в программном обеспечении.

УДК 621.43

А.С. КАЗАКОВА¹, Л.А. ЗАХАРОВ², А.Н. ТАРАСОВ², И.Л. ЗАХАРОВ²,
А.В. ДЕГТЯРЕВ²

САПР И ОСНОВЫ РАБОТЫ С 3D ПРОСТРАНСТВОМ AutoCAD

1 - ГБОУ СПО НСТ,

2 – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Современное конструирование основывается на выполнении чертежей в программах автоматизированного проектирования. Одной из самых распространенных и наиболее часто применяемых программ автоматизированного проектирования является AutoCAD. **AutoCAD** ([англ. Computer-Aided Design](#)) — двух- и трехмерная [система автоматизированного проектирования](#) и черчения, разработанная компанией [Autodesk](#). Изначально программа AutoCAD создавалась для линейного черчения. Но темпы развития науки и бизнеса требовали от проектировщиков визуального представления создаваемых объектов еще на стадии проектирования. Вследствие этого в AutoCAD появляется 3D пространство для создания объемных тел, которое позволяет нам представить не только внешний облик объекта на стадии разработки, но так же получить информацию по его характеристикам.

Остановимся на основах визуализации в 3D пространстве. Ознакомимся с навигацией и визуальном тонированием. Навигация позволяет нам различными способами перемещаться в пространстве, а визуализация позволяет презентовать разрабатываемый объект в более выгодном облике и свете. Самой простой функцией является поворот предмета при одновременном нажатии клавиши «Shift» и колесика мыши, либо средней клавиши мыши. Также можно использовать видовой куб, который находится в правом

верхнем углу. Он позволяет сориентироваться нам по граням и ребрам объекта, а так же по сторонам света. Еще одной функцией является штурвал. Он соединил в себе основные клавиши навигации в трехмерном пространстве: орбита и ее центр, который указывается на чертеже и вокруг которого орбита вращаться; зуммирование – помогает нам изменять размеры предмета; функция просмотра предыдущих действий – открывает нам предыдущие виды объектов; параномирование – просмотр объекта последовательно из заданного положения; осмотр - этот инструмент поворачивается как голова, т.е. камера остается на месте, а изменяется вид объекта и высота положения камеры; обход – это передвижение в трехмерном пространстве, воспроизводящее движение человека.

Это все нам дается для того, чтобы мы могли детально изучить объект, увидеть все его возможности и оценить облик. И чтобы облик был понятен пользователю и привлекателен для заказчика, используются виды отображения 3D геометрии: 2D каркас, 3D каркас, 3D скрытый, реалистичный и концептуальный стили. Во вкладке визуализация можем настроить стиль отображения. Например, степень прозрачности; вид отображения: обычный, монохромный, с оттенками, уменьшение насыщенности. Существуют визуальные эффекты, позволяющие создать эффект рисунка, где имеются три настройки: вылет штрихов, шероховатость и толщина крайних линий. При работе в концептуальном стиле программа нам дает возможность показать текстуру объекта. Для этого необходимо с помощью сочетания клавиш «Ctrl 3» вызвать панель инструментов, в которой есть готовая библиотека материалов, предусмотренная разработчиками. Текстура материалов на объекте отображается в реалистичном виде.

Все эти функции позволяют проектировщикам сделать свой труд более эффективным, результативным и обеспечить хорошую перспективу воплощения проектов в жизнь.

УДК 621.43

А.С. КАРЕВ, И.К. МЯКИНЬКОВ, Л.А. ЗАХАРОВ

МЕТОД ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ПРИ РАБОТЕ ПДВС НА ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ С ДОБАВКОЙ МЕТАНОЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Двигатели внутреннего сгорания и, в частности, дизельные двигатели являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Сжигая нефтяное топливо, запасы которого постоянно уменьшаются, они выбрасывают в атмосферу большое количество вредных веществ.

Одним из путей снижения вредного воздействия отработавших газов (ОГ) на окружающую среду и экономии ресурсов дизельного топлива (ДТ) является применение в качестве топлива метилового спирта. Преимуществами метанола являются: наличие обширной сырьевой базы, отработанных технологий и производственных мощностей для его синтеза; удобство использования, так как метанол в нормальном состоянии - жидкость; одновременное снижение выбросов основных токсичных компонентов дизельного выхлопа - оксидов азота и твердых частиц.

Существует несколько способов частичной замены дизельного топлива метанолом. Основные из них:

- использование эмульсии метанола в дизельном топливе;
- использование продуктов каталитического разложения метанола;
- подача испаренного метанола на впуск дизеля.

Анализ, приведенных выше способов показал, что наиболее эффективным на ближайшую перспективу является подача испаренного метанола на впуск дизеля. Применение систем питания дизелей испаренным метанолом, по литературным данным, позволило бы уменьшить потребление дизельного топлива на 30...50 %, снизить выбросы оксидов азота и твердых частиц, а также создать инфраструктуру для производства и распределения метанола и накопить опыт работы с этим видом топлива.

Анализ работ отечественных и зарубежных ученых по использованию испаренного метанола в двигателях показал, что, во-первых основная часть исследований проводилась на двигателях с искровым зажиганием, а работа дизелей с добавкой испаренного метанола исследована недостаточно, во-вторых, необходима разработка компактной и надежной конструкции испарителя для систем питания дизеля метанолом.

При применении метанола в качестве топлива следует отметить, что объемная и массовая энергоемкость (теплота сгорания) метанола (удельная теплота сгорания = 22,7 МДж/кг) на 40—50 % меньше, чем бензина, однако при этом теплопроизводительность спиртовоздушных и бензиновых топливовоздушных смесей при их сгорании в двигателе различается незначительно по той причине, что высокое значение теплоты испарения метанола способствует улучшению наполнения цилиндров двигателя и снижению его теплонапряженности, что приводит к повышению полноты сгорания спиртовоздушной смеси. В результате этого рост мощности двигателя повышается на 10—15 %. Двигатели гоночных автомобилей работающих на метаноле с более высоким октановым числом чем бензин имеют степень сжатия, превышающую 15:1, в то время как в обычном ДВС с искровым зажиганием степень сжатия для неэтилированного бензина, как правило, не превышает 11,5:1. Метанол может использоваться как в классических двигателях внутреннего сгорания, так и в специальных топливных элементах для получения электричества.

УДК 621.4

Д.В. КОСОЛАПОВ, В.Л. ХИМИЧ, Л.А. ЗАХАРОВ, В.П. ШАДРИН

НЕУСТОЙЧИВЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬНОЙ ФОРСУНКИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАСПЫЛА ТОПЛИВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.И. Алексева

Повышение качества распыла топлива на сегодняшний день остается одним из основных направлений улучшения термодинамических показателей дизельных двигателей. Научные исследования, посвященные данной проблеме многочисленны и разнообразны. В то же время, малоисследованным остается вопрос влияния неустойчивого режима работы (дробящий впрыск) форсунки дизельного двигателя на характеристики впрыска топлива. Научные публикации по этой теме в основном ограничиваются констатацией факта уменьшения среднего диаметра капель распыливаемого топлива при неустойчивом режиме. При этом, задача достижения необходимых характеристик распыла с помощью подбора оптимальной степени неустойчивой работы форсунки поднимается реже, но в то же время имеет практически важное значение.

Основная задача данной работы – создание руководящей методики достижения необходимой «картины» устойчивости форсунки, соответствующей оптимальным показателям впрыска топлива. Этапы решения данной задачи можно обозначить следующим образом: 1) выбор критерия оценки устойчивости работы, выраженного в количественных показателях, 2) определение связи критериев устойчивости и характеристик впрыска, 3) разработка методики достижения наилучших показателей впрыска путем изменения степени устойчивости работы форсунки.

В работе было предложено два основных критерия оценки неустойчивости работы: 1) степень удаленности рабочей точки от границы устойчивости, 2) характеристики колебательного режима (частота, амплитуда и т.п.). В отличие от второго общеизвестного критерия, для выбора первого критерия в рамках данной работы был предложен способ количественной оценки степени устойчивости на основании общеизвестного критерия Раусса-Гурвица. Согласно критерию Раусса-Гурвица работа физической системы, устойчивость которой описывается дифференциальным уравнением 3-го порядка (1), является устойчивой, если выполняется условие (2).

$$(A_0D^3 + A_1D^2 + A_2D + A_3)x = 0 \quad (1)$$

$$A_0, A_1, A_2, A_3 > 0, A_1A_2 > A_0A_3 \quad (2)$$

$$D = A_0A_3 - A_1A_2 \quad (3)$$

Параметр D (3) был предложен в качестве критерия удаленности системы от границы устойчивости.

Предложенная методика оценки устойчивости работы дизельной форсунки таким образом позволяет создать систему ориентиров при решении задачи достижения оптимальных показателей впрыска при использовании эффекта дробящего впрыска.

УДК 621.43

А.А. КРАЙНОВ, Л.А. ЗАХАРОВ, В.П. ШАДРИН

**МЕТОД РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
АТМОСФЕРНОГО ПОРШНЕВОГО ДВС, РАБОТАЮЩЕГО ПО ЦИКЛУ
ТРИНКЛЕРА, С ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ СЖАТИЯ НА ДИЗЕЛЬНОМ
ТОПЛИВЕ С ПРИСАДКАМИ МЕТАНОЛА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.И. Алексеева

Поршневой двигатель внутреннего сгорания, работающий на нефтяном, растительном, газовом, генераторном и других видах топлива остается основным видом двигателя на водных, наземных воздушных транспортных средствах благодаря экономичности его рабочего цикла.

Наиболее актуальной проблемой современности является истощение ресурсов нефтяного происхождения, поэтому создание поршневого ДВС, в котором максимально возможное количество теплоты превращалось бы в полезную механическую работу при непременном условии повышения их жизненного цикла является перспективной областью исследования. В данной работе эта проблема решается путем частичной замены топлива нефтяного происхождения метанолом, а также за счет совершенствования рабочих процессов в цилиндре двигателя.

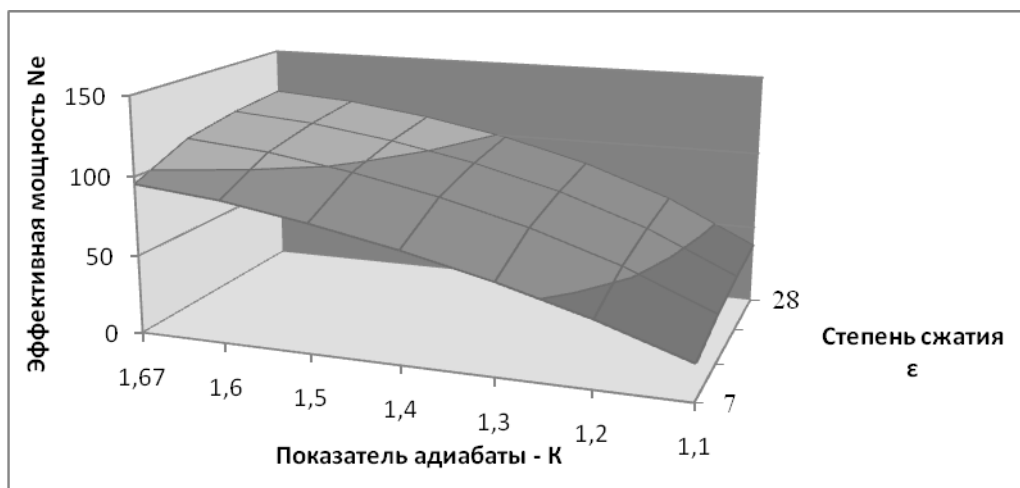


Рис. 1. График зависимости мощности двигателя 2ЧН 10,5/12 83кВт

Цель данного исследования - повышение энергопреобразования, а именно повышение топливной экономичности, увеличение жизненного цикла, снижение выбросов вредных веществ ДВС. Повышение КПД, путем повышения степени сжатия и применение разного рода окислителя. Повышение степени сжатия осуществлялась за счет увеличения полного объема цилиндра, при этом величина хода поршня (длина шатуна) остается неизменной, менялся рабочий объем цилиндра, объем пространства камеры сжатия оставался постоянным.

Для достижения поставленной цели построен теоретический мотор, состоящий из ЗТДС, включающей в себя геометрическую, физическую, термодинамическую модель.

В работе разработан метод оптимизации обратимых термодинамических циклов термодинамического поршневого ДВС в трехмерной постановке.

Были определены виды математических уравнений, позволивших точно отобразить численное значение эффективной мощности поршневого ДВС, работающего по данным теоретическим циклам. Построены математически - геометрические поверхности эффективной мощности.

УДК 621.43

А.Г.¹ КУЛАГИН, А.Н. ЛОПАТКИН¹, Л.А. ЗАХАРОВ¹, А.Н. ТАРАСОВ², И.Л. ЗАХАРОВ², Е.П. МУХИН¹

ВЫБОР СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОРШНЕВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ P-4, V_h=2,24 ДМ³

1 - Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева,

2 – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оптимизация вращательного движения рабочего тела в рабочей камере КШМ поршневого ДВС вместе с параметрами топливной струи существенно влияет на физические свойства горючей смеси. Как показывают опыты (рис. 1.), существует вполне определенная интенсивность вращения, при котором минимизируются как выбросы неполного сгорания (СО, СН, С), так и удельный расход топлива. Однако в этом случае наблюдается рост выброса оксидов азота. Отсюда в современных моделях дизельных ДВС интенсивность вращательного движения рабочего тела подбирается таким образом, чтобы добиваться максимального снижения выбросов оксидов азота, даже при некотором повышении содержания в отработавших газах СО и СН.

В докладе рассматривается, что рациональна организация вращательного движения рабочего тела в рабочей камере КШМ, имеющих четыре клапана в каждом цилиндре. В этом инженерном решении используются отдельные впускные каналы различной геометрической формы. Один канал заканчивается улиткообразной геометрией, обеспечивающей вращение потока и создающей в цилиндре вращательное движение рабочего тела вокруг продольной оси цилиндра. Второй канал выполняется прямым и инициирует вращательное движение рабочего тела вдоль продольной оси цилиндра.



УДК.621.43

М.А. ЛЕСИН, Е.В. КАБАНОВ, А.Н. ТАРАСОВ, И.Л. ЗАХАРОВ

МЕТОДЫ ВЫБОРА ОРГАНОВ ВПУСКА ПОДСИСТЕМЫ ГАЗООБМЕНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПОРШНЕВОМ ДВС РАБОЧИМ ОБЪЕМОМ 1,5 ДМ³

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Современный транспорт предъявляет все более жесткие требования к экономическим, токсическим и энергетическим показателям поршневого бензинового двигателя внутреннего сгорания (ДВС), но их улучшение встречает все новые и новые проблемы. Процесс сгорания уже с момента рождения двигателя стал предметом непрерывных исследований. Даже при тщательно отработанном процессе двигатель с искровым зажиганием на многих режимах полностью не использует энергетические ресурсы топлива и во многих случаях потери от процесса превращения топлива в конечные продукты реакции достигают 10...15%.

Возникают проблемы, связанные с необходимостью резко повысить эффективность процесса. Многие проблемы можно решить путем усовершенствования конструкций камеры сгорания и газовых каналов органов впуска и выпуска системы газообмена. Усиленно ведутся исследования в области снижения токсичности отработавших газов.

Несмотря на многочисленные работы многих школ высших учебных заведений (МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГТУ (МАМИ), МАДИ (ТУ), СПГТУ и др.), научно-исследовательских организаций (НАМИ, НАТИ, НИИУ Автопром, ЦНИДИ и др.), заводов (ОАО ГАЗ, ОАО УАЗ, ОАО ЗИЛ, ОАО ЗМЗ и др.), посвященных проблеме повышения топливной экономичности и, в том числе, экономичности на малых и средних нагрузках ДВС, уровень расхода топлива снижается крайне медленно. Многообразие факторов, влияющих на структурные составляющие топливной экономичности на частичных нагрузках, серьезно затрудняет как экспериментальные, так и (особенно) теоретические исследования этого показателя.

Обоснованы принципы и на их основе предложена концепция и разработана методика проектирования газовых каналов и камеры сгорания головки цилиндров поршневого бензинового ДВС. Разработана трехзонная математическая модель процессов смесеобразования и сгорания рабочего цикла поршневого бензинового ДВС, позволяющей на стадии проектирования получать вычислительным экспериментом оптимальные характеристики тепловыделения и прогнозировать уровни экономичности и токсичности ОГ по оксидам углерода, по оксидам азота и по углеводородам.

Для экспериментальных исследований выбран рядный четырехцилиндровый двигатель рабочим объемом 1,5 л в комплектации с системой газообмена транспортного средства. Исходя из поставленной задачи, выбраны методы и разработана методика проведения экспериментальных исследований рабочих процессов, включая безмоторные и моторные испытания. Последовательно использовались методы экспериментального определения характеристик рабочих процессов. С планированием эксперимента, определены условия испытаний, точность измерений и апробация трехзонной математической модели. Проведены экспериментальные исследования экономических, токсических и энергетических показателей базового двигателя P4 $V_h=1,5$ л с целью их улучшения технико-экономических показателей. Проведена разработка газовых каналов и камеры сгорания головки цилиндров двигателя P4 $V_h=1,5$ л и проведены сравнительные испытания на различных эксплуатационных режимах работы.

УДК 621.43

Н.Е. МОЗОЛИН, С.Н. ХРУНКОВ, Ю.Ф. ОРЛОВ

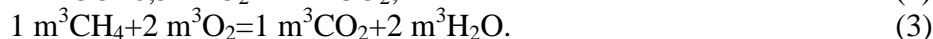
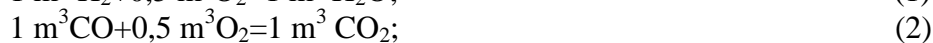
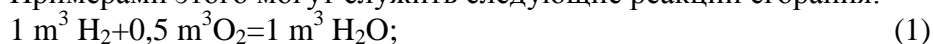
МЕТОД ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ ПОРШНЕВОГО ДВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В начале XXI века в России ежегодно потребляется около 100 млн. тонн моторных топлив, производимых из нефти. При этом водный, наземный и воздушный транспорт, а также когенерационные и стационарные установки с поршневыми ДВС являются одним из основных потребителей нефтепродуктов и останутся главными потребителями моторных топлив на период до 2050 года и более. При синтезе прогноза ожидается ежегодное увеличение потребления нефтепродуктов и нарастающий дефицит моторных топлив. Поэтому одним из основных путей совершенствования поршневых ДВС, их адаптация к работе на различных нетрадиционных топливах, к которым относят природные, искусственные и растительные углеводородные топлива. Однако сгорание

нетрадиционных топлив в поршневых ДВС требует значительного увеличения предварительного сжатия рабочего тела, высоких давлений при впрыскивании жидкостных топлив, эффективного смешения с окислителем, получения до 10 000 очагов воспламенения и быстрого эффективного сгорания с высокой экономичностью. Решение этой проблемы возможно путем выбора гибридного цикла. "Тринклер-Отто" работы поршневых и комбинированных ДВС. Другой проблемой является разработка "метода выбора критериев оценки энергоносителя для поршневого ДВС". В докладе рассмотрены критерии оценки энергоносителя, их физико-химические свойства и особенности их расчетов получения максимальной внутренней энергии рабочего тела. Например, химические реакции. Обратимся теперь к определению теоретически необходимого количества топлива, которое может сгореть в массе воздуха, заполнившего полный объем рабочей камеры к.ш.м. Для этого необходимо определить теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания одного кг топлива. Процесс сгорания углеводородного энергоносителя сводится к окислению его составных частей, и продуктами полного сгорания являются диоксид углерода(CO₂), водяной пар(H₂O) и чистый инертный азот N₂. При этом замечается, что объем газов, вступающих в реакцию, до и после сгорания, не остаются постоянными.

Примерами этого могут служить следующие реакции сгорания:



Приведены результаты расчета, анализ и синтез полученной внутренней энергии в рабочей камере КШМ ($Q_1 = \text{const}$) для углеводородных топлив она одинаковая, она может служить регулирующим и управляющим критерием оценки топливной экономичности ДВС.

УДК 612.43

М.А. МУРАВЬЕВ, Л.А. ЗАХАРОВ, А.Н. ТАРАСОВ,
И.Л. ЗАХАРОВ, А.В. ДЕГТЯРЕВ

РАЦИОНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАБОЧИМИ ПРОЦЕССАМИ ПОРШНЕВОГО ДВС ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ПОДСИСТЕМОЙ И ПОЛУЧЕНИЕ ЕГО ВЫСОКИХ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.А. Алексеева

Характерной особенностью использования электрического мотора работающего от аккумуляторных батарей и поршневого двигателя внутреннего сгорания обеспечивающего зарядку аккумуляторных батарей на гибридном транспортном средстве является чрезвычайно широкий скоростной и нагрузочный режим их работы. Чтобы обеспечить на этих режимах работы ДВС получение необходимой мощности при минимальном расходе топлива и допустимый выброс вредных и токсичных веществ, необходимо более точно воздействовать на всю совокупность регулировочных параметров.

В докладе рассматривается получение главных регулировочных параметров, которые обеспечивают высокие эффективные показатели. К ним относим: регулировка массового расхода окислителя (воздуха), массового расхода энергоносителя (топлива) и момента высокого энергопреобразования в рабочей камере цилиндра.

Приведена схема рационального программного и адаптивного управления рабочими процессами поршневого ДВС. Например, момента высокого энергопреобразования (угол момента опережения зажигания) обеспечивается за счет постоянного его

удержания на границе предела детонации, т.е. по адаптивному принципу. Такая система позволяет дополнительно повышать степень сжатия, как главный регулятор получения высоких эффективных показателей поршневого ДВС.

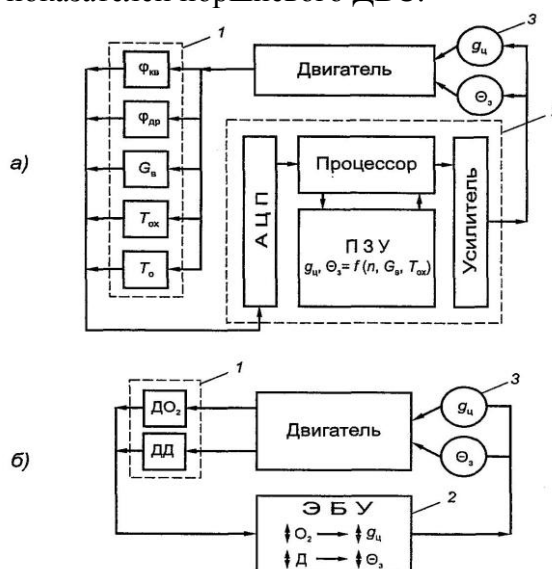


Рис. 1. Схемы систем оптимального управления двигателем:

а – программное управление; б – адаптивное управление; 1 – датчики; 2 – электронный блок управления; 3 – исполнительные устройства; $\varphi_{кв}$ – угол поворота коленчатого вала; $\varphi_{др}$ – угол открытия дроссельной заслонки; $G_в$ – расход воздуха; $T_{ож}$ – температура охлаждающей жидкости; $T_о$ – температура окружающей среды; $g_{ц}$ – цикловая подача топлива; $\Theta_з$ – угол опережения зажигания; ДД – датчик детонации; DO_2 – кислородный датчик; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ПЗУ – постоянное запоминающее устройство; ЭБУ – электронный блок управления

УДК 621.43

Э.Т. ОРУДЖОВ, А.В. СЕЗЕМИН

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРНОГО ПОРШНЕВОГО ДВС РАБОЧИМ ОБЪЕМОМ 85 Л

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Поршневой двигатель внутреннего сгорания, работающий на нефтяном, растительном, газовом, генераторном и других видах топлива остается основным видом двигателя на водных, наземных воздушных транспортных средствах благодаря экономичности его рабочего цикла. Наиболее актуальной проблемой современности является истощение ресурсов нефтяного происхождения, поэтому создание поршневого ДВС, в котором максимально возможное количество теплоты превращалось бы в полезную механическую работу при неперменном условии повышения их жизненного цикла является перспективной областью исследования. В данной работе эта проблема решается путем полной замены топлива нефтяного происхождения каменноугольной пылью, а также за счет совершенствования рабочих процессов в цилиндре двигателя.

Цель данного исследования - повышение энергопреобразования, а именно повышение топливной экономичности, увеличение жизненного цикла, снижение выбросов вредных веществ ДВС. Повышение КПД, путем повышения степени сжатия и применение разного рода окислителя. Повышение степени сжатия осуществлялась за счет

увеличения хода поршня (увеличение длины шатуна), при этом полный объем цилиндра оставался постоянным, менялся объем камеры сжатия и рабочий объем цилиндра.

Для достижения поставленной цели построен теоретический мотор, состоящий из ЗТДС, включающей в себя геометрическую, физическую, термодинамическую модель.

В работе разработан метод оптимизации обратимых термодинамических циклов термодинамического поршневого ДВС в трехмерной постановке.

Были определены виды математических уравнений, позволивших достаточно точно отобразить численное значение термодинамического КПД поршневого ДВС, работающего по данным теоретическим циклам. Построены математически - геометрические поверхности термодинамического КПД

УДК 621.43

А.Ю. РОДИОНЫЧЕВ, Л.А. ЗАХАРОВ, А.Н. ТАРАСОВ,
И.Л. ЗАХАРОВ, А.В. ДЕГТЯРЕВ

МЕТОД РАСЧЕТА РАБОЧЕГО ЦИКЛА ПОРШНЕВОГО ДВС, РАБОТАЮЩЕГО ПО ЦИКЛУ ТРИНКЛЕРА, С ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ СЖАТИЯ НА ПЫЛЕВИДНОМ УГОЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Наиболее острой проблемой современности является истощение ресурсов нефтяного происхождения, поэтому создание поршневого ДВС, в котором максимально возможное количество теплоты превращалось бы в полезную механическую работу при неизменном условии повышения их жизненного цикла, является перспективной областью исследования. В данной работе эта проблема решается путем полной замены топлива нефтяного происхождения угольной пылью, а также за счет совершенствования рабочих процессов в цилиндре двигателя.

Актуальность выполнения данной работы заключается в снижении расхода топлива нефтяного происхождения и экономии энергоресурсов, повышение КПД двигателя, работающего по циклу Тринклера. Данная работа основана на принципиально новом методе расчета поршневого ДВС, работающего на пылевидном угольном топливе.

Метод включает в себя:

1. Сформирован теоретический двигатель- закрытая термодинамическая система, включающая в себя геометрическую, физическую и термодинамическую модели.
2. Исследован цикл и определены все термодинамические показатели ПДВС. Исследования проводились при различных степенях сжатия, что достигалось за счет изменяемой длины шатуна, с применением разного рода окислителей.
3. Сформирован массив и построена математическая модель, представляющая из себя поверхность зависимости термодинамического КПД от степени сжатия и показателя адиабаты.
4. Проведена работа по изучению свойств угольной пыли как топлива для ДВС.

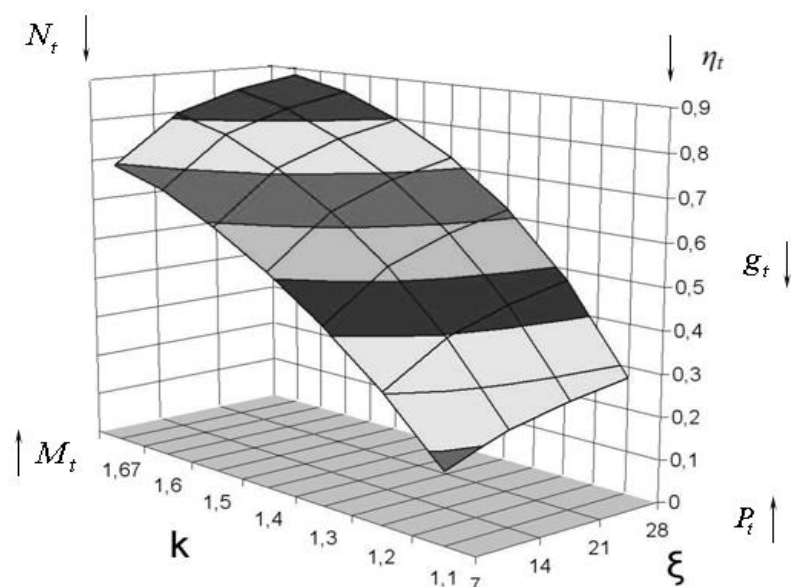


Рис.1. График зависимости:

$$\eta_t = f(\varepsilon; k); N_t = f(\varepsilon; k); M_t = f(\varepsilon; k); p_t = f(\varepsilon; k); g_t = f(\varepsilon; k)$$

УДК 623

Е.А. РОМАНОВА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК СИСТЕМЫ ВАЛЬТЕРА

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

До начала войны немецкий ученый профессор Вальтер исследовал возможность применения перекиси водорода в качестве носителя энергии. При разложении одного килограмма 80% й перекиси водорода выделяется 2,3 МДж теплоты. В 1938 г. в Киле заложили первую в мире опытную подводную лодку с энергетической установкой на перекиси водорода водоизмещением 80 т, получившую обозначение V-80 («U80»). Подводная энергетическая установка работала по «холодному» способу. Скорость, которая достигалась при этом, равнялась 28,1 узла. В 1941 г. началась разработка, а затем постройка подводной лодки V-300 с парогазовой турбиной, работавшей по "горячему" циклу, при котором в продукты разложения перекиси подавалось органическое топливо, которое затем сжигалось. В таком варианте мощность установки резко возросла и, кроме того, уменьшалась следность, так как продукт горения - углекислый газ - значительно лучше кислорода растворяется в воде.

До окончания второй мировой войны были спущены на воду несколько ПЛ с ЭУ Вальтера "U-792" проекта "Wa-201" (XVII Wa серии), "U-794" проекта "Wk-202" (XVII A серия). "U-793" и "U-795" "U-1405"- "U-1407" успели спустить на воду (все они были 2—5 мая затоплены экипажем). Силовые установки Вальтера с парогазовой турбиной использовались также для приведения в движение морских торпед. С 1939 г по 1945 г, фирма Вальтера выпустила несколько типов опытных или мелкосерийных торпед общего индекса G7ut на перекиси водорода.

После окончания войны англичанам удалось поднять одну ПЛ оснащенную турбиной Вальтера и при участии самого профессора Вальтера, который к тому времени уже работал на англичан, восстановить и модернизировать ее. Эта субмарина получила имя «Метеор» и до 1950 г. проходила различные испытания. Запасов перекиси водорода хватало на шесть часов такого хода. На каждые 10 т высококонцентрированной пе-

рекиси водорода расходовалось 1 т дизельного топлива. Одним из главных являлся огромный удельный расход раствора перекиси водорода, составляющий при работе установки на полной мощности 2400 г/(л.с.*ч). Не остались безразличными к подводным лодкам с энергетическими установками, использующими бортовой запас окислителя, и США. Построенной в 1951 г. установке присвоили шифр "Эллис".

После окончания Второй мировой войны специалисты Советского Союза также проявили заинтересованность в использовании достижений Германского подводного кораблестроения. Уже в 1946 г. ЦКБ - 18, проектировавшее отечественные ПЛ, по разрозненным материалам из конструкторского бюро "Глюкауф" выполнило проработки ПЛ серии XXVI (пр. 616). Работы имели цель проанализировать принятые технические решения и определить реальный уровень тактико-технических элементов Германской ПЛ. В 1947 г. Советское Правительство приняло решение о создании на территории Германии в г. Бланкенбурге специального конструкторского Бюро по воссозданию энергетической установки системы Вальтера. Параллельно в Ленинграде ЦКБ-18 приступило к начальным проработкам отечественной ПЛ пр. 617 с парогазовой турбинной установкой, частично собранной из германских механизмов. Созданная ПЛ "С-99" проекта 617 была единственной отечественной субмариной с парогазотурбинной установкой, работавшей в подводном положении. В состав флота ПЛ "С-99" вошла в мае 1956 г. Параллельно с разработкой проекта 617 велись работы по более совершенным проектам лодок с ПГТУ: 617М, 635, 643, 647. Из них только проект 643 был доведен до конца, и даже получил положительную реакцию от ВМФ, однако в производство проект не был отдан, в связи с началом активного строительства атомных ПЛ первого поколения проекта 627.

УДК 623

И.Д. РОМАНОВ, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ, Е.А. РОМАНОВА

ОДНОКОМПОНЕНТНОЕ ТОПЛИВО ОТТО II И ЕГО АНАЛОГИ

НГТУ, НИЛ Высокотемпературных технологий

Торпеда Mark-48 (Mk-48), разработанная по программе RETORC-2 (1962-1971), принята на вооружение ВМФ США в 1972 году. В настоящее время выпускается и проходят модернизацию ранее выпущенные торпеды по программе MK 48 ADCAP Mod 7 (CBASS). Конструкция простая и надежная, торпеда использует активную и пассивную систему самонаведения, оборудована системой многократной атаки, которая применяется при потере цели, торпеда самостоятельно осуществляет поиск, захват и атаку цели, оборудована шланговой системой телеуправления, мощной и энергоемкой энергоустановкой с аксиально-поршневым двигателем, работающим на унитарном (однокомпонентном) топливе «Отто II», удельная энергия 1533,6 МДж/м³

Топливо Отто II – яркая красноватая-оранжевая масляная жидкость с сильным запахом, которую американский флот использует как топливо для торпед.

Отто II - смесь трех синтетических веществ:

- Propylene glycol dinitrate - бесцветная жидкость с неприятным ароматом, является горбчим веществом.
- 2-nitrodiphenylamine - оранжевое тело, для контроля горения гликоли пропилена
- Dibutyl sebacate (дибутилсебацинат) - пластификатор поливинилхлорида и его сополимеров

Топливо представляет собой невзрывоопасную и нечувствительную к ударам жидкость, удельная масса которой несколько больше, чем у воды. Примененная на тор-

пеле открытая выхлопная система обеспечивает растворение в воде значительной части выхлопных газов, что позволяет ей оставлять на поверхности малозаметный след.

Появление торпеды Мк-48, ее высокие боевые качества заставили командование ВМФ и руководство Министерства судостроительной промышленности СССР начать разработку универсальной торпеды «Тапир» со скоростью свыше 70 уз. на дальность более 20 км и глубине хода до 1000 м. Рекордные транспортные характеристики «Тапира» достигались применением паровой турбины замкнутого цикла, высоких параметров пара и гидрореагирующего топлива.

В настоящее время в ВМФ РФ жидкое однокомпонентное топливо применяется в торпедо УГСТ. Энергосиловая установка торпеды построена также на основе аксиально-поршневого двигателя. Особенностью двигателя является наличие вращающейся камеры сгорания, топливо в которую подается высоконапорным плунжерным насосом.

УДК 681.518.5

А.Г. ЭЗЕКОВ, И.С. ЗОТОВ, Д.А. СМЕРНОВ

КОНЦЕПЦИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СУДОВЫХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК

Россия, Нижний Новгород, ОАО «ОКБМ Африкантов»

Реакторные установки (РУ) являются сложным технологическим комплексом, состоящим из большого количества взаимно связанных механизмов и систем. Задачи технического диагностирования оборудования реакторных установок, связанные с сохранением заданных режимов эксплуатации, предотвращением аварийных ситуаций (АС) и недопущением перехода АС в аварии, решаются методами, характерными для технических устройств и механизмов общего назначения.

В настоящее время для РУ строящихся объектов системы технического диагностирования (СТД) реализованы на базе экспертной диагностической модели (ЭДМ), построенной с использованием экспертных знаний и проектных данных по характеристикам и режимам изделия. Такие модели позволяют с достаточной точностью определить причинно-следственную связь между возмущающим фактором и его влиянием на состояние РУ для большинства типичных ситуаций. Ситуации могут быть как уже встречавшимися при эксплуатации РУ (или его аналогов), так и предполагаемыми, выводимыми на уровне качественного анализа функциональных зависимостей параметров состояния РУ от возмущающих факторов. Стоит отметить, что ЭДМ имеет ряд недостатков, таких как:

- недостаточная оперативность постановки диагноза из-за необходимости ожидания появления всех диагностических признаков;
- трудности с прогнозированием последствий (рекомендации по управлению даются только для восстановления работоспособности оборудования или РУ в целом);
- ограниченность диагностируемых аномалий, определяемая объемом знаний эксперта.

Для повышения точности и оперативности диагностирования технического состояния РУ объектов, обеспечения автоматизации выработки рекомендаций по принятию решений об эксплуатационных ограничениях установки необходимо развитие диагностических моделей (включая всережимные динамические модели РУ), построение алгоритмов автоматизированной настройки моделей по исправному состоянию объекта и алгоритмов диагностирования. Большой опыт работы в данной тематике и современное состояние вычислительных средств позволяют предположить, что развитие систем

технического диагностирования будет происходить с использованием аналитических моделей диагностирования (АДМ).

Аналитические диагностические модели строятся исходя из общих теоретических предпосылок, описывающих состояние объекта диагностирования (ОД) и его элементов с учетом воздействия возмущающих факторов. Таким образом, АДМ позволяют описать текущее состояние ОД и идентифицировать физическую причину возникновения аномалии. АДМ допускают возможность прогнозирования развития аномалии во времени, используя математическую модель объекта диагностирования, что позволяет поставить диагноз на ранней стадии развития аномалии, до того, как она затронет все взаимосвязанные параметры состояния ОД. АДМ одинаково хорошо работают как в статических, так и в динамических режимах.

В работе рассмотрена концепция СТД на базе АДМ, преимущества таких систем над СТД, реализованными на базе ЭДМ, а также наиболее актуальные направления развития СТД на базе АДМ.

УДК 621.43

Д.А. СУХАНКИНА¹, А.Ю. ИЛЮХОВА¹, Л.А. ЗАХАРОВ², И.В. КУРИЛОВ²

НЕФТЬ – БЛАГО ИЛИ ЗЛО СОВРЕМЕННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ?

1 – МОУ СОШ №126,

2 – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сырая нефть впервые была добыта в значительных количествах в 1880 г. С тех пор ее добыча росла экспоненциально и сейчас превышает $3,2 \cdot 10^{12}$ л ежегодно (в мире). Очищенные нефтяные продукты постоянно расходуются на удовлетворение более 60% мировых энергетических потребностей. В связи с этим практически невозможно применять продукты в таких количествах без некоторых потерь. Загрязнение моря и атмосферы, как сырой нефтью, так и продуктами ее переработки сейчас является предметом серьезного беспокойства. Но с другой стороны, нефть необходима во многих сферах жизни – из нее производят топливо, полимеры и резины, смазочные масла, чистящие средства, а также косметику и лекарства. Нефть играет важную роль в экономике многих государств. Нефтяная промышленность – это одна из самых важных отраслей промышленности многих государств. В связи с этим, для ответа на поставленный нами вопрос мы сделали следующее:

- ✓ Дали характеристику нефти, выяснив ее происхождение, способы добычи и месторождения.
- ✓ Изучили экологический ущерб, нанесенный нефтяной промышленностью.
- ✓ Проанализировали политические вопросы, связанные с добычей нефти.
- ✓ Исследовали продукты, производимые из нефти.

Нефть – горючая маслянистая жидкость со специфическим запахом. В химическом отношении это смесь углеводородов.

Воздействие нефтяной промышленности на окружающую среду колоссально. Большую опасность таит в себе использование нефти и газа в качестве топлива. При сгорании этих продуктов в атмосферу выделяются в больших количествах углекислый газ, различные сернистые соединения, оксид азота и т.д. От сжигания всех видов топлива, в том числе и каменного угля, за последние полвека содержание диоксида углерода в атмосфере увеличилось почти на 288 млрд.т, а израсходовано, по подсчетам академика Ф.Ф. Давитая, более 300 млрд.т кислорода. Таким образом, с момента первых костров первобытного человека атмосфера потеряла около 0,02 % кислорода, а приобрела до 12 % углекислого газа. В настоящее время ежегодно человечество сжигает 7

млрд.т топлива, на что потребляется более 10 млрд.т кислорода, а прибавка диоксида углерода в атмосфере доходит до 14 млрд.т. Безрассудно загрязняет человек и водные бассейны планеты. Ежегодно в Мировой океан по тем или иным причинам сбрасывается от 2 до 10 млн.т нефти.

С другой стороны, нефть признается «кровью жизни» и в настоящее время. Она по-прежнему определяет политику государств, особенно тех, которые природа обделила нефтяными месторождениями. Большая часть добываемой в мире нефти используется для производства различных видов топлива. Нефтяное топливо обладает высокой теплотворной способностью, сгорает без остатка, его удобно хранить и перевозить, токсичность самого нефтяного топлива и его продуктов сгорания относительно низка. Вторым по важности направлением использования нефтяного сырья является производство различных полимеров и резины. В процессе переработки нефти образуются тяжелые остатки, которые идут на производство строительных материалов. Также, нефть – богатейшее сырье для изготовления бытовых средств, без которых мы просто не можем обойтись в повседневной жизни.

УДК 627.748:621.879.45

И.С. СУХАРЕВ

К ВОПРОСУ АЭРИРВАНИЯ САПРОПЕЛЯ ПРИ ЕГО ДОБЫЧЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ПЛАВУЧИМИ ЗЕМСНАРЯДАМИ

ФБОУ ВПО Волжская государственная академия водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия

Энергетическая эффективность землесосных снарядов при подводной разработке грунтов напрямую зависит от концентрации засасываемой водогрунтовой смеси: чем больше насыщение – тем выше энергоэффективность, т.е. меньше затраты энергии на 1 м³ добытого грунта. Добыча сапропеля естественной влажности, без разбавления его водой является наиболее энергоэффективной. Для увеличения производительности грунтонасосной установки необходимо снижать потери на трение при перекачивании сапропеля по напорному трубопроводу. Этого можно достичь, разжижая сапропель газом, например, воздухом. При этом увеличивается текучесть грунта без увеличения его влажности. Благодаря пластической вязкости и наличию предельного напряжения сдвига, пузырьки воздуха удерживаются в массе сапропеля равномерно по всему объему, псевдосжижая его. Снижаются потери на трение в местных сопротивлениях при течении сапропеля по напорному трубопроводу, что увеличивает производительность грунтонасосной установки.

Практическая целесообразность применения аэратора пульпы при добыче сапропеля доказана многолетним использованием подобного устройства на установках для добычи сапропеля проекта 6000, изготовленных на ССРЗ "Память Парижской Коммуны" и ОАО "Завод "Теплоход"" в соответствии с патентом на изобретение №1613616.

Течение двухфазной структуры сапропеля и воздуха остается малоизученным, несмотря на доказанную практическую эффективность. Отсутствуют экспериментальные данные по характеристикам течения данной смеси и влиянию их на гидравлическое сопротивление трубопровода. В результате анализа существующих экспериментальных данных по изучению гидравлических сопротивлений подобных двухфазных течений было установлено, что значительное (до 5 раз) снижение гидравлического сопротивления трубопровода достигается при малых расходах газовой фазы ($Q = 0,05 \text{ м}^3/\text{ч}$), ламинарном течении жидкой фазы и пузырьковом характере течения смеси. При

достижении пробкового и снарядного режима гидравлические сопротивления начинают возрастать. Эффект снижения сопротивления трения возрастает с увеличением вязкости жидкой фазы и диаметра трубопровода. Движение газожидкостной смеси является сложным процессом, зависящим от большого числа параметров. Анализ различных экспериментальных данных показал, что гидравлические сопротивления трения трубопроводов при транспорте газожидкостных смесей в значительной степени зависят от характера ее движения. Структуры двухфазного потока разнообразны, и в большинстве случаев закономерности их образования определяются только опытным путем.

Научные исследования подтверждают эффективность аэрации, как важнейшего способа увеличения производительности насосной установки. Разработка методик определения реологических параметров сапропеля, в зависимости от насыщения воздухом, расчета гидравлических потерь при его гидротранспорте, разработка конструкции аэратора и метода его расчета, определение наиболее эффективного способа подачи воздуха является важнейшей задачей по снижению удельных энергетических затрат.

УДК 621.43

С.А. ТРОИЦКИЙ, Л.А. ЗАХАРОВ, А.Н. ТАРАСОВ, А.В. ДЕГТЯРЕВ

МЕТОД ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ПОРШНЕВЫХ ДВС ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В СОСТАВЕ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный водный транспорт перевозит едва ли не большую часть всех грузов на планете - особенно если принять во внимание перевозки нефти и других видов жидкого топлива. В пределах одного континента и по стоимости транспортировки, и по эффективности с танкерным флотом могут конкурировать трубопроводы, но через океан трубопровод не протянешь.

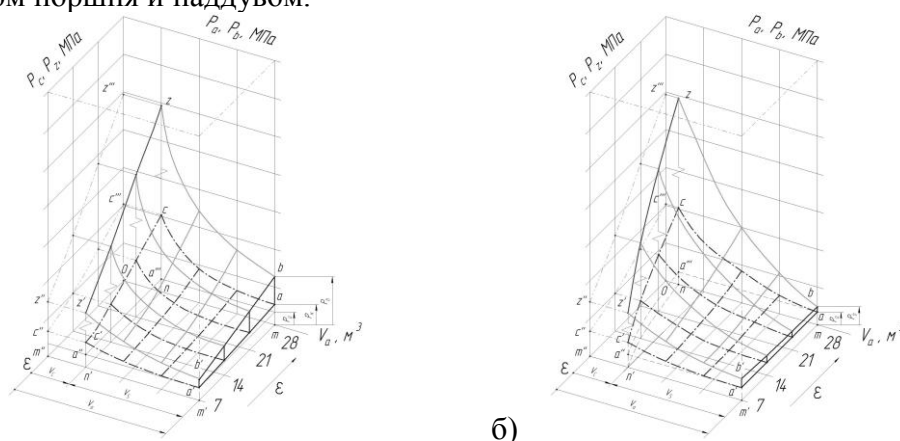
Параллельно встает вопрос об увеличении экономичности и эффективности эксплуатации двигателей в составе судна. От выбранного режима работы зависят экономичность, надежность, ресурс и безаварийная работа двигателя. Именно качественное использование дизелей является одним из первых звеньев в цепи факторов, обеспечивающих минимальные затраты на обслуживание, ремонт и потери ходового времени. Важным направлением для целей повышения эффективности судового двигателя внутреннего сгорания является снижение эксплуатационных расходов при сохранении стандарта безопасности. Достигнуть этого можно только при выборе оптимального режима работы и совершенствовании конструкции двигателя.

Целью данной работы являлся анализ и выбор наиболее современных критериев оценки, по большей части, мощности и топливной экономичности для эффективного режима эксплуатации в составе судна.

Анализ включал в себя:

- 1) Сформирован теоретический двигатель - закрытая термодинамическая система, включающая в себя геометрическую, физическую и термодинамическую модели.
- 2) Исследован цикл и определены все термодинамические показатели ПДВС. Исследования проводились при различных степенях сжатия, что достигалось при помощи наддува, который был теоретически заменен на дополнительные цилиндры, в которых и происходило предварительное сжатие.
- 3) Сформирован массив и построена математическая модель, представляющая из себя поверхность зависимости термодинамического КПД от степени сжатия и показателя адиабаты.

4) Построены поверхности в PV -координатах, для удобства сравнения и нахождения оптимальных пропорций изменения степени сжатия. А именно соотношение между переменным ходом поршня и наддувом.



а) б)
Рис. 1. Теоретический цикл двигателя Отто в V, p -диаграммах:
 а) атмосферный двигатель; б) комбинированный двигатель

УДК 629.122/125:539.4

Н.В. ЧУХИНА, В.М. ВОЛКОВ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ И РЕСУРСА ЛОНЖЕРОНА КРЫЛА ЭКРАНОПЛАНА НА ОСНОВЕ ДВУХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

ФГБОУ ВПО Нижегородский государственный технический университет
 имени Р.Е. Алексеева

В докладе на основе принципа безопасного ресурса получены результаты анализа надежности и ресурса лонжеронов (узлов соединения крыльев и корпуса экраноплана), выполненных из алюминиевых сплавов АМг-61 или Д16Т.

Использована теория расчета надежности и усталостного ресурса В.М. Волкова в рамках многоциклового усталости тонкостенных конструкций, позволяющая учесть стохастичность эксплуатационных нагрузок, прочности и концентрации напряжений в узлах. При этом использована экспериментальная кривая усталости А. Велера для образцов из искомым материалов конструкции.

Сделаны также расчеты безотказности коробчатого лонжерона экраноплана от действия экстремальных случайных нагрузок. Для коэффициента вариации $v_{\sigma} = 0,1, v_{\sigma} = 0.1$ вероятность отказа составляет 2%, что вполне приемлемо для подобных аппаратов.

Построены зависимости надежности от времени до образования усталостной трещины (ресурса) с учетом коэффициентов вариации эксплуатационных нагрузок, усталостной прочности материала, среднего напряжения и концентрации напряжений в конструктивном узле; проведены исследования этих зависимостей.

При этом приняты законы распределения вероятностей стохастических величин в виде зависимостей Вейбулла и Гаусса. Вычислены значения гамма-процентных ресурсов t_{γ} опасной зоны лонжерона при действии указанных выше факторов для $\gamma = 80, 90, 93, 95\%$.

Показано, что ресурс в 22 года, определенный по критерию Пальмгрена-Майнера, имеет вероятность $\gamma = 80\%$, что неприемлемо для таких скоростных аппаратов. Для

$\gamma = 95\%$ получены значения t_γ без учета и с учетом стохастичности среднего напряжения, концентрации напряжений и усталостной прочности алюминиевых сплавов АМг-61 и Д16Т.

Исследования показывают, что сплав Д16Т дает более высокий ресурс при одинаковой надежности. Это позволяет при заданном ресурсе спроектировать более легкий лонжерон из сплава Д16Т или обеспечить более высокую надежность искомого узла. Преимуществом сплава АМг-61 является возможность изготовления лонжерона путем электросварки.

Выполнен расчет надежности узла соединения крыла с корпусом для группы экранопланов и рассмотрены вопросы влияния ресурса на экономичность эксплуатации этих аппаратов. Обеспечение высоких значений t_γ при $\gamma = [R]$, где $[R]$ – допускаемая надежность, позволяет повысить безопасность, экономичность (уменьшить число ремонтов), экологичность и рентабельность (сделать больше рейсов и прибыль) данного типа экранопланов.

УДК 621.43

Г.Г. ШАГИН, Л.А. ЗАХАРОВ, А.Н. ТАРАСОВ, И.Л. ЗАХАРОВ

РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ЦИКЛА ПОРШНЕВОГО АТМОСФЕРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Экономичность работы двигателя внутреннего сгорания характеризуется эффективным КПД, который представляет собой отношение полезной работы к количеству тепла, выделяемого при полном сгорании топлива, затраченного на получение этой работы. Максимальный эффективный КПД наиболее совершенных двигателей внутреннего сгорания около 50%.

Основным преимуществом двигателя внутреннего сгорания, перед двигателями гидравлическими и электрическими является независимость от постоянных источников энергии (водных ресурсов, электростанций и т. п.), в связи с чем установки, оборудованные двигателем внутреннего сгорания, могут свободно перемещаться и располагаться в любом месте. Это обусловило широкое применение двигателей внутреннего сгорания на транспортных средствах. Совершенствование двигателей внутреннего сгорания идет по пути повышения их мощности, надежности и долговечности, уменьшения массы и габаритов, создания новых конструкций. Можно наметить также такие тенденции в развитии двигателей внутреннего сгорания, как постепенное замещение карбюраторных двигателей внутреннего сгорания дизелями на автомобильном транспорте, применение многотопливных двигателей, увеличение частоты вращения и др.

Появление современных тенденций неизбежно влечет за собой широкое развитие методик расчета рабочего цикла поршневого атмосферного двигателя внутреннего сгорания. Целью работы являлось глубокий анализ рабочего цикла поршневого атмосферного ДВС, а так же расчет этого цикла с применением современных средств моделирования.

Расчет состоял из:

1. Сформирован теоретический двигатель- закрытая термодинамическая система, включающая в себя геометрическую, физическую и термодинамическую модели.

2. Исследован цикл и определены все термодинамические показатели ПДВС. Исследования проводились при различных степенях сжатия, что обеспечивалось переменным ходом поршня.

3. Сформирован массив и построена математическая модель, представляющая из себя поверхность зависимости термодинамического КПД от степени сжатия.
4. Приведены результаты расчета, анализа и синтеза рабочего цикла и сравнения его термодинамических и математических моделей.

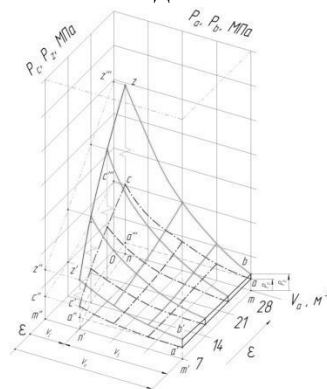


Рис.1. Рабочий цикл атмосферного поршневого ДВС в PV-координатах

УДК 620.174

В.Е. ДЕСЯТНИКОВ, А.Ю. СИДОРОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТВС

ОАО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И.Африкантова»

В 2012 году в ОАО «ОКБМ Африкантов» были проведены экспериментальные исследования изгибной жесткости шестигранного чехла двух макетов ТВС РУ БН. Испытания проводились на специально разработанном для этих целей стенде, который обеспечивал основные конструктивные особенности ячейки активной зоны. Испытания проводились при горизонтальном расположении макетов ТВС.

Макеты ТВС обеспечивали основные конструктивные параметры элементов ТВС: размер «под ключ» шестигранного чехла, толщину стенки, количество твэл в сборке, геометрические размеры твэл и их дистанционирование (для каждого макета внутреннее наполнение было своим).

Целью испытаний являлось определения изгибной жесткости шестигранного чехла макетов и исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) в упругой области. Испытания макетов ТВС проводились по двум вариантам: 1) двух опорный изгиб; 2) консольный изгиб. В процессе испытаний контролировалась нагрузка и перемещение шестигранного чехла макетов. Усилия измерялись с помощью датчиков силы S2 и U3 и статодинамического информационно-измерительного комплекса MGSplus. Величины прогибов (перемещений) макетов измерялись с помощью датчика перемещений WA. Исследование НДС проводили методом тензометрии.

В результате проведенных исследований было получено:

1) При двух опорном изгибе максимальные деформации при поперечной силе 8060 Н составили 1018 мкм/м. Максимальные перемещения шестигранного чехла в контрольной точке при поперечной силе 8060 Н составили 14,5 мм.

2) При консольном изгибе максимальные деформации при поперечной силе 1145 Н составили 747 мкм/м. Максимальные перемещения шестигранного чехла в контрольной точке при поперечной силе 1145 Н составили 64,68 мм.

На рисунке приведены результаты испытаний для двух ТВС при консольном изгибе. Полученные данные свидетельствуют о том, что жесткость шестигранных чехлов не зависит от наполнения самого макета.

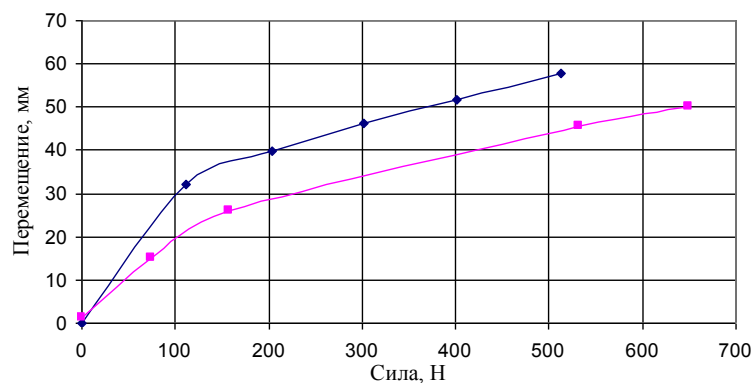


Рисунок – Зависимость прикладываемой к макету силы от перемещения для ТВС1 и ТВС2

Различие для двух макетов при небольших усилиях говорит том, что нулевая точка отсчета взята разная, то есть на начальном этапе нагружения выбирался зазор между хвостовиком и опорным «стаканом» стенда, имитировавшем постановку ТВС в реакторе и только потом начинал деформироваться шестигранный чехол.

Испытания макетов ТВС подтвердили работоспособность конструктивных материалов и конструктивных решений, принятых в технических проектах. Изменения конструкции сборок не требуется.

УДК 621

Д.С. ТАЛИСОВ, М.Ю. ГАНТМАН, Е.И. ШМЕЛЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ LMS ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ РАСЧЕТНЫХ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫХ МОДЕЛЕЙ КОНСТРУКЦИЙ ЯРУ

ОАО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И.Африкантова»

В настоящее время в качестве инструмента для анализа прочности, долговечности и виброакустических характеристик конструкций широко используется численное конечно-элементное моделирование. Точность результатов вычислений определяется, главным образом, адекватностью (подобием) разработанной конечно-элементной модели. Как следствие, на этапе вычислений часто встает вопрос о достоверности результатов. Традиционным путем решение данной проблемы является верификация расчетной модели по результатам экспериментальных исследований на реальных изделиях.

В ОАО «ОКБМ Африкантов» с 2012 года ведется верификация конечно-элементных расчетных моделей с помощью инновационного программно-аппаратного комплекса компании LMS International. Данный комплекс обеспечивает получение достоверных экспериментальных модальных данных по результатам виброакустических испытаний изделий, а так же позволяет выполнить многокритериальные сравнения поведения экспериментальной и расчетной моделей. В результате применения данного комплекса гарантировано повышается точность численного моделирования.

Проведенные виброакустические исследования на отдельной конструкции подтвердили высокую эффективность предлагаемого компанией LMS инженерного решения для верификации расчетных конечно-элементных моделей.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННЫХ МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

ОАО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И.Африкантова»

Существующие на сегодняшний день методики оценки выработанного и прогноза остаточного ресурса элементов и систем энергетического оборудования [1] основаны на использовании результатов расчёта напряженно-деформированного состояния в условно упругой постановке и законе линейного суммирования повреждений. Данный подход не учитывает реальную историю термомеханического нагружения оборудования и не обеспечивает достаточную точность расчётов долговечности конструкций, что приводит к неконсервативным оценкам выработанного и остаточного ресурса.

Современные методы механики деформируемого твёрдого тела, механики повреждённой среды и разработанные на их основе математические модели позволяют адекватно исследовать сложные процессы неизотермического упругопластического деформирования и накопления усталостных повреждений в конструкционных материалах элементов и систем энергетического оборудования.

Модель поврежденной среды, состоит из трех взаимосвязанных составных частей [2, 3]:

- а) соотношений, определяющих упругопластическое поведение материала;
- б) уравнений, описывающих кинетику накопления повреждений;
- в) силового критерия прочности поврежденного материала.

В данной работе приведен комплексный инженерный подход по определению ресурса конструкций работающих при неизотермическом нестационарном термосиловом нагружении, характеризующегося реализацией доминирующего деградационного механизма – малоциклового усталости. Основой рассматриваемого подхода является совместное интегрирование эволюционных уравнений термопластичности и накопления повреждений [2, 3], а также экспериментальные методы определения материальных параметров данных соотношений [4, 5].

Путем сопоставления результатов натурального и численного экспериментов оценена адекватность предложенного варианта уравнений механики поврежденной среды и специальных базовых экспериментов для оценки усталостной долговечности при малоцикловом нагружении. Предложенная модель упругопластического деформирования с приемлемой точностью (не более 10%) описывает кинетику напряженно-деформированного состояния в процессе малоциклового нагружения. Использование уравнений механики поврежденной среды и фактических значений материальных параметров конструкционных материалов позволяет с большой степенью точности прогнозировать долговечность при простых и блочных режимах нагружения (расхождение между экспериментальными данными и данными полученных численным моделированием не превышает 15 %).

Список литературы

1. Нормы расчёта на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПН АЭ Г-7-002-86) / Госатом надзор СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 525 с.
2. Волков, И.А. Уравнения состояния вязкоупругопластических сред с повреждениями / И.А. Волков, Ю.Г. Коротких – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 424 с.

3. Митенков, Ф.М. Методология, методы и средства управления ресурсом ядерных энергетических установок / Ф.М. Митенков, Ю.Г. Коротких, В.Б. Кайдалов, С.Н. Пичков – М.: Машиностроение, 2006. – 596 с.

4. Волков, И.А. Принципы и методы определения скалярных материальных параметров теории пластического течения с кинематическим и изотропным упрочнением. / И.А. Волков, Ю.Г. Коротких, Д.Н. Шишулин // Вычислительная механика сплошных сред. – 2010. Т. 3, №3. С. 46–57.

5. Шишулин Д.Н. Экспериментально-теоретические исследования процессов упругопластического деформирования конструкционных сталей. / VI межотраслевой семинар «Прочность и надежность оборудования», Звенигород, 2009.

УДК 65+67:621.001

В.А. ШЕВЯКОВ, Я.В. ЯМАНОВА

ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ» ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ: ВЗГЛЯД СТУДЕНТА

Павловский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Дисциплина «Сопrotивление материалов» нацелена на подготовку бакалавров к производственной деятельности в области освоения общих методов расчета элементов конструкций на механическую прочность, жесткость и устойчивость.

Дисциплина относится к специальным дисциплинам профессионального цикла. Она основывается на знаниях, полученных на ранее освоенных дисциплинах, таких как математика, теоретическая механика, физика. Студенты уже имеют представления о том, как вычислять неопределенные и определенные интегралы, находить производные, а также освоили закон Гука при растяжении и сдвиге, понятия о работе, мощности и энергии, закон сохранения энергии, законы Ньютона, условия и уравнения равновесия твердых тел, познакомились с видами механических связей и опор.

Дисциплину «Сопrotивление материалов» студенты-бакалавры изучают в течение одного семестра. Студентами выполняются контрольные работы, в решении которых они применяют знания, полученные на лекциях. Таким образом, каждый сам делает для себя оценочный вывод, показывающий уровень освоения темы, заданной в контрольной работе.

В процессе изучения данной дисциплины студенты должны освоить:

- методы построения эпюр внутренних силовых факторов для различных видов нагрузки;

- методы определения опасных зон с точки зрения прочности;

- методики определения перемещений различных точек конструкции;

- методы расчета на жесткость и устойчивость.

Кроме того, студент должен уметь:

- определить виды сопротивления и внутренние силовые факторы, напряжения, деформации и перемещения;

- оценить напряженное состояние в опасной точке и выбрать метод оценки прочности;

- определить более экономичное сечение;

- подобрать материал, обеспечивающий прочность и надежность работы конструкции, ее минимальную стоимость и вес;

- оценить и проанализировать результаты, полученные путем инженерных расчетов.

Освоение дисциплины «Сопротивление материалов» необходимо для всех без исключения технических дисциплин (а особенно таких, как "Детали машин", "Основы резания материалов"), т.к. для их изучения необходимы базовые знания в области инженерных расчетов различных элементов конструкций на механическую прочность, жесткость и устойчивость.

В программе бакалавров объем изучаемого материала по сопромату существенно сократили: специалисты изучали его два семестра. Эту науку будущим бакалаврам весьма сложно усвоить за один семестр, следовательно, возникают проблемы с последующей сдачей расчетно-графических работ и экзамена. Следовательно, нужно с первого дня не пропускать занятия, своевременно выполнять дома практические задания, консультироваться у преподавателя.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.74

С.В. АНОХИЦ, Л.П. КАЗАНСКИЙ

СОВРЕМЕННОЕ КОКИЛЬНОЕ ЛИТЬЕ В УСЛОВИЯХ ОАО «ГАЗ»

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный
технический университет им. Р. Е. Алексеева»

Подбор и подготовка составов зачастую производится оператором кокильной машины и его выбор основан на практическом опыте, а не технических и научных разработках.

Главным отличием металлических форм от любых других является - отсутствие газопроницаемости, благодаря чему газы не могут свободно выходить за пределы формы.

Металл, обладающий повышенным поверхностным натяжением, вначале контактирует исключительно с «пиками» слоя краски и только через короткий промежуток времени, начинает проникать в воздушные «карманы». При этом воздух выходит по каналам, образовавшимся в газопроницаемом слое краски. В результате данного процесса тепловые потери расплава снижаются до минимума и металл остается жидким достаточно долго до полного заполнения формы.

Так же кокильные покрытия необходимы для того чтобы выполнять следующие функции:

- управление теплопроводностью;
- управление качеством поверхности отливок.
- увеличение срока службы кокиля.

На сегодняшний день в корпусе цветного литья (КЦЛ) ОАО "ГАЗ" применяются краски на основе асбеста и мраморной крошки.

Назначение краски на основе мрамора - это окраска формообразующих поверхностей. Основное назначение краски на основе асбеста - это окраска питающих каналов и прибылей.

В качестве альтернативных покрытий соответственно были предложены, краски Deltacast CG - 555 и Dycote 7029 "Foseco".

Эксплуатационные качества определялись по следующим показателям:

1. Легкость нанесения покрытия на кокиль;
2. Легкость съема отливки с кокиля и качество поверхности отливок;
3. Возможность управления скоростью охлаждения отливки;
4. Эрозия покрытия.

Результаты испытаний:

- предоставленные на испытания покрытия отлично наносятся, не отслаиваются от стенок формы, ложатся ровным слоем
- Оба покрытия обеспечивают съем без задигов и налипания металла к кокилю. Стойкость использованных ранее красок 0,5-1 смены, альтернативных порядка 5-7 смен.

- краски Deltacast CG-555 и Dycote 7029 "Foseco" позволяют управлять скоростью охлаждения отливки в целом или ее отдельных частей.

- испытываемые краски обладают большим пределом прочности покрытия в тонком слое, а следовательно более высокой эрозионной стойкостью

Заключение по испытанию.

Применение покрытий Deltacast CG - 555 и Dycote 7029 "Foseco" в качестве альтернативных красок позволило снизить брак на испытываемых отливках.

Целью работы является подбор или разработка аналогичных составов, не уступающих по качеству данным иностранным покрытиям, но и превосходящих их по технико-экономическим показателям.

УДК669

Р.В. БАЛАНДИН, И.О. ЛЕУШИН
**УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЛИТЬЯ ПОДАВЛЕНИЕМ ЛАТУНИ ЛЦ40СД
В УСЛОВИЯХ ОАО «ГАЗ»**

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный
технический университет им. Р. Е. Алексеева»

В настоящее время латунь ЛЦ40Сд применяется в металлургическом производстве ОАО «ГАЗ» для изготовления отливок способом литья под высоким давлением.

Плавка ведется в канальных индукционных печах марок: ТЧР-7; УИПЛК-2 емкостью 1 тонна посредством переплава чушек готового сплава.

Сплав ЛЦ40Сд применяется для литья под давлением арматуры (втулки, тройники, переходники), сепараторов подшипников, работающих в пресной воде или на воздухе.

На отливках, изготавливаемых методом литья под давлением из выплавленного сплава ЛЦ40Сд на машинах марки ТСТ-250 с холодной горизонтальной камерой прессования, выявляется повсеместная газовая пористость, причем брак превышает 8%.

В условиях ограниченных возможностей конструктивных изменений пресс-форм литья под давлением для повышения эффективности их вентиляционных систем в качестве основной задачи данного исследования ставилась разработка рациональной технической схемы дегазации металлического расплава, применимой в условиях действующего производства и не требующей существенных затрат со стороны предприятия.

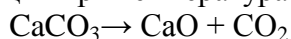
На первом этапе специалистами завода были проведены испытания по дегазации расплава с использованием таблетки-дегазера «LOGAS 50» фирмы FOSECO. С помощью колокольчика в заливочное окно медленно погрузили в расплав материал для дегазации «LOGAS 50» (предварительно 2 таблетки сломали вручную перед погрузкой в колокольчик).

После подготовки макрошлифа и травления брака выявлено не было. Замечаний ко всей партии из 200 штук нет. Брак снизился до 0,5%.

На втором этапе автором данной статьи в составе группы исследователей Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е.Алексеева проводился поиск альтернативного варианта дегазации, обусловленный высокой стоимостью материала производства фирмы FOSECO, а также необходимостью импортозамещения.

Было предложено использовать таблетку-дегазер на основе мраморной крошки CaCO_3 без каких-либо изменений базовой технологии плавки латуни.

Основная идея заключалась в использовании реакции разложения карбоната кальция при температурах выше 900°C



При протекании реакции в условиях контакта таблетки из карбоната кальция с металлическим расплавом выделяется углекислый газ, который выходит на поверхность

ванны расплава, увлекая за собой газы, находящиеся в расплаве, и создавая тем самым эффект дегазирующей продувки.

Таблетки изготавливались из мраморной крошки с размером фракции не более 0,1 мм с небольшими добавками 5%-го водного раствора поливинилового спирта и воды для обеспечения формуемости материала. Масса одной таблетки составила 80 грамм при высоте цилиндрической таблетки 5 см и диаметре основания 3 см.

Была изготовлена экспериментальная партия таблеток, которая использовалась для производственных испытаний.

Необходимое для обработки расплава количество таблеток определялось расчетным путем. Таблетки погружались в печь с помощью колокольчика при температуре 950 °С. Время дегазации составляло 4 минуты.

После проведения дегазации латуни были отлиты контрольные образцы, которые исследовались на предмет выявления газовой пористости (рис.).

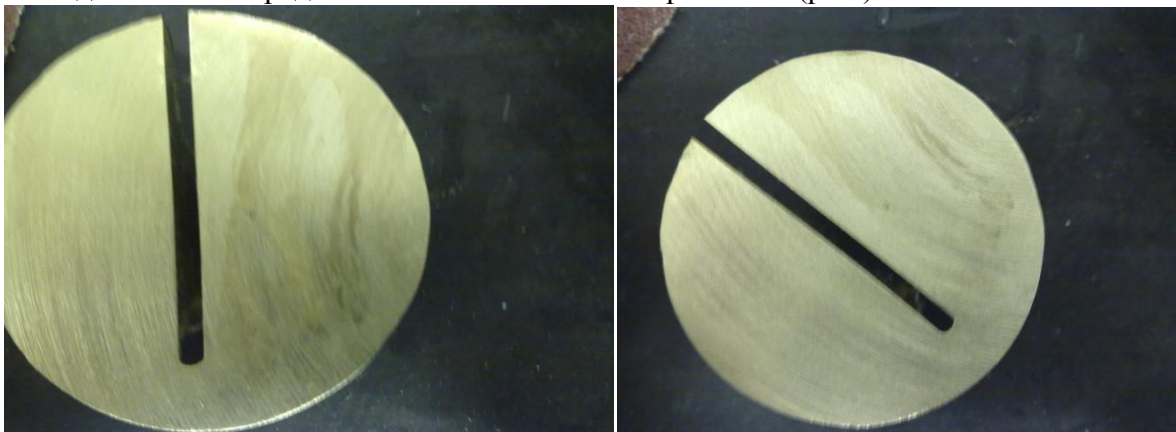


Рис. Фото контрольных макрошлифов (применялось травление 10 %-ным спиртовым раствором HNO_3)

В результате в металле образцов газовая пористость не обнаружена, что позволило сделать вывод об эффективности применения предложенного альтернативного варианта дегазации расплава.

Принято решение о внедрении разработки в условиях предприятия. В настоящее время проходит процедура ее патентования.

УДК 621.315.592.4:004.382.7-049.65

О.В. БОЙПРАВ, Т.В. БОРБОТЬКО, М.Р. НЕАМАХ, А.А. КАЗЕКА

РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДОСОДЕРЖАЩИХ ПОРОШКОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Наряду с преимуществами, которые на сегодняшний день представляет использование средств вычислительной техники (в частности, персональных компьютеров (ПК)) в автоматизированных системах, существует один явный недостаток, заключающийся в том, что их работа сопровождается побочными электромагнитными излучениями (ПЭМИ). Информационные сигналы между узлами ПК передаются в виде последовательностей прямоугольных видеоимпульсов малой длительности. В связи с этим ПЭМИ ПК регистрируются в диапазоне до единиц ГГц. Их уровень может превышать показатели, предусмотренные для этого диапазона нормами электромагнитной совместимости радиоэлектронного оборудования.

В настоящей работе для снижения уровней ПЭМИ ПК предложено использовать радиопоглощающие материалы (РПМ), одна сторона которых имеет геометрические неоднородности поверхности пирамидальной формы, другая – плоскую поверхность. В процессе формирования таких РПМ емкость прямоугольной формы, выполненная из радиопрозрачного материала и содержащая вкладыш, изготовленный из прессованной целлюлозы, имеющей углубления в виде усеченных пирамид, заполнялась смесью водного раствора портландцемента и порошка шлама очистки ваграночных газов (ШОВГ), представляющего собой соединения оксидов кремния, железа, магния, натрия и т. д. Для формирования РПМ первого типа использовался ШОВГ с размером фракций 5 мкм, РПМ второго и третьего типов – 20 мкм и 30 мкм соответственно.

Исследование эффективности экранирования ПЭМИ ПК сформированными РПМ заключалось в выполнении следующих измерений:

- 1) измерение уровня электромагнитного фона в помещении, где размещался ПК;
- 2) измерение уровня ПЭМИ ПК;
- 3) измерение уровня ПЭМИ ПК, экранированного РПМ одного из описанных типов.

Измерительная антенна соединялась с анализатором спектра, управление которым осуществлялось с ПК оператора. Для регистрации принимаемых антенной сигналов и вычисления среднего значения энергии их спектра использовалось специальное программное обеспечение.

Установлено, что среднее значение энергии спектра электромагнитного фона в помещении, где проводились измерения, составляло $3,5 \cdot 10^{-10}$ В²/Гц, ПЭМИ ПК, использованного в процессе измерений – $4,04 \cdot 10^{-10}$ В²/Гц. Экранирование системного блока ПК РПМ первого типа позволило снизить значение энергии спектра ПЭМИ до $3,55 \cdot 10^{-10}$ В²/Гц, второго и третьего типов – до $2,2 \cdot 10^{-10}$ В²/Гц и $3,28 \cdot 10^{-10}$ В²/Гц соответственно в указанном диапазоне частот. Значения представлены для диапазона частот 400–1700 МГц.

Таким образом, предложенные РПМ обеспечивают снижение ПЭМИ ПК до уровня электромагнитного фона помещения. Это обусловлено тем, что использованный в процессе формирования РПМ ШОВГ характеризуется ферромагнитными свойствами и, как следствие, обеспечивает ослабление излучения за счет магнитных потерь.

УДК 621.743

А.А. БОЛЬШАКОВ, И.О. ЛЕУШИН, В.А. РЕШЕТОВ

ПРИМЕНЕНИЕ RP-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ ОСНАТКИ В МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИТЬЯ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева, УНЦ РЭЛМТ

В современном литейном производстве актуальной остается проблема обеспечения достаточного эксплуатационного ресурса литейной оснастки.

В ходе формовки поверхностный слой материала стержневого ящика или модели, контактирующий с зёрнами огнеупорного наполнителя формовочной или стержневой смеси, подвергается как постепенному абразивному износу, так и ударным механическим нагрузкам, а также может вступать в химическое взаимодействие с активными компонентами смеси или технологического покрытия рабочей полости и атмосферной влагой.

При этом в качестве основного материала литейной оснастки для единичного и мелкосерийного производства литья в России по-прежнему используется нетехнологичный материал – древесина, характеризующийся низкими механическими свойствами, склонностью к набуханию и короблению.

Производство деревянной модельной оснастки требует серьезных временных и трудовых затрат, привлечения к этой работе квалифицированных конструкторов, технологов и модельщиков.

В то же время современные технологии быстрого прототипирования (RP-технологии), на наш взгляд, вполне могут выступить в качестве альтернативы существующему положению дел. Их основной замысел состоит в быстром построении точных копий изделия по его компьютерной 3D-модели.

Для построения компьютерной 3D-модели детали стержневого ящика использовалась программная среда NX Unigraphics. Исходя из того, что габариты стержневого ящика превышали область построения принтера, было решено разделить 3D-модель на несколько частей. В результате было получено 12 моделей формата .stl.

Далее на установке 3D Touch 3000 фирмы Bits from Bytes реализовывалась FDM-технология быстрого прототипирования для получения деталей изделия из материала ABS. Выбор данного материала обуславливался его свойствами: повышенная ударопрочность и эластичность, долговечность, стойкость к щелочам и кислотам, влагостойкость, низкая стоимость.

После этого проводилась сборка составных частей. Для лучшей стыковки торцы все составных частей обрабатывались шкуркой. Склейка проводилась на особопрочный клей «Момент», обеспечивающий надежность соединения. Стыки на рабочей поверхности ящика были зашпаклеваны.

Испытания экспериментального стержневого ящика в условиях действующего производства показали превышение его эксплуатационного ресурса над деревянным более чем на 100%.

УДК 621.789

В.Э. БОРОЗИНЕЦ, С.В. КОСТРОМИН

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ У10А И 9ХС ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Обработка металлов давлением широко применяется в машиностроении для получения заготовок и изделий. Это в свою очередь приводит к тому, что одной из актуальных задач является повышение стойкости матриц и пуансонов.

В настоящее время значительнее распространение получила обработка с помощью высококонцентрированных потоков энергии.

Одним из распространенных источников высококонцентрированных потоков энергии является лазер. Лазерная закалка является перспективным методом повышения стойкости рабочих частей штампов холодного деформирования. Лазерная закалка, особенно актуальна при обработке изделий, для которых требуется износостойкостью и сопротивлением усталости, так же она возможна в тех случаях, когда из – за сложности конфигурации детали или значительного коробления при нагреве до закалочных температур. Вследствие того, что лазерный нагрев и охлаждения очень высоки, существует возможность получения изделий обладающих более высоким уровнем свойств [1].

Объектами исследования выступали углеродистая сталь У10А и легированная сталь 9ХС. Выбор материала объясняется тем, что данные стали нашли значительное применение для изготовления матриц и пуансонов.

Исследуемые стали изучались после разных видов объемной термической обработки: отжиг на зернистый перлит, а так же закалку и низкий отпуск.

Лазерное упрочнение проводилось с помощью непрерывного лазерного излучения. Мощность излучения лазера составляла 1,1 кВт, диаметр пятна - 3 мм. Скорость обработки составляла 5, 10, 20 мм/с.

Установлено, что вид предварительной термической обработки и скорость последующей лазерной закалки оказывают влияние на твердость и глубину упрочненного слоя.

Обработка со скоростью 5 мм/с привела к оплавлению поверхности. Микротвердость на границе зоны оплавления и зоны термического влияния стали У10А и зоны оплавления стали 9ХС составляет 11477 МПа.

У стали У10А с исходной структурой зернистого перлита. микротвердость зоны оплавления ниже, чем верхней части зоны термического влияния.

При закалке из твердой фазы в стали 9ХС важным условием для достижения максимальной твердости необходимо не допустить значительного растворения карбидов, вызывающее увеличение количества остаточного аустенита.

Легирование сильными карбидообразователем, хромом, стали 9ХС становится причиной увеличения устойчивости карбидов и феррито-цементитной смеси, что вызывает рост глубины упрочненного слоя.[1]

Список литературы

1. Григорьев С.Н. Технология обработки концентрированными потоками энергии: Учеб.пособие / С. Н. Григорьев, Е. В. Смоленцев, М. А. Волосова. - Старый Оскол : ООО "ТНТ", 2010. - 279 с.

УДК 669.021

М.А. ГРЯЗНОВА, Т.М. КОЛОСОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ ХРОМИСТОЙ СТАЛИ 20Х13

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Использование высоколегированных сталей в различных отраслях промышленности является весьма актуальным. Сопротивление нержавеющей стали коррозии, простое техническое обслуживание и ремонт, относительная экономия, и блестящий вид делает это идеальным материалом для промышленного применения.

В данной работе исследуется влияние различной температуры отпуска на твердость коррозионно-стойкой хромистой стали 20Х13. Использовались образцы с сечением: 14×12 мм, длина образцов 0,1м. Закалку ($t = 1020 \pm 10$ °С) и отпуск ($t = 200 \div 700$ °С, с интервалом 100 °С) проводили в электрической муфельной печи. Травление образцов проводили в реактиве Марбл (20г.-CuSO₄; 100см³-HCl; 100см³-этиловый спирт). Твердость измерялась твердомером ТБ 5004-01 по методу Роквелла. Рентгеноструктурный анализ образцов проводился на установке Дрон-2.

После закалки образцы охлаждали в масле. Затем проводили отпуск при различной температуре с охлаждением в масле и измерение твердости при комнатной температуре по шкале HRC.

В результате исследования было выявлено:

- С увеличением температуры отпуска твердость стали 20Х13 снижается.
- При температуре отпуска выше 500 °С происходит значительное разупрочнение и снижение коррозионной стойкости.
- Коррозионная стойкость стали 20Х13 после высокого отпуска понижается по мере увеличения содержания углерода, входящего в состав карбида Сг₂₃С₆. Одновременно наблюдается повышение пластичности и ударной вязкости.

Рентгеноструктурные исследования показали:

- при отпуске стали 200 °С остаточный аустенит превращается в отпущенный мартенсит
- при дальнейшем повышении температуры 450°С в закаленной стали образуется структура -*троостита*.
- при повышении температуры отпуска выше 500 °С происходит распад мартенсита и образование сорбита

Таким образом установлено, что оптимальная температура отпуска, обеспечивающая максимальную необходимый комплекс свойств стали 20Х13, 670—700 °С.

УДК 658

М.А. ГРЯЗЕВА, Е.Г. МОИСЕЕВА

СТРУКТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ

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

Оценка финансовой устойчивости является самостоятельным направлением анализа финансового состояния хозяйствующего субъекта с достаточно разветвленной структурой. В докладе предлагается использовать семь групп показателей для анализа финансовой устойчивости в разрезе ее основных составляющих: производственной, технической, социальной, стратегической и экономической.

Для оценки производственной составляющей целесообразно использовать показатели имущественного положения и деловой активности предприятия.

Показатели, входящие в группу оценки имущественного положения, служат для характеристики производственного потенциала организации и эффективности использования основных средств. Среди них: коэффициент соотношения основных и оборотных активов; доля основных средств в активах; коэффициент износа основных средств; коэффициент выбытия основных средств. Показатели для оценки деловой активности отражают эффективность использования организацией своих совокупных активов или какого-либо их вида и включают: коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности; коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности; фондоотдачу; коэффициент оборачиваемости активов.

Для оценки технической устойчивости предлагается использовать показатели, характеризующие техническую способность организации к осуществлению производственной деятельности, а именно: коэффициент использования производственной мощности; коэффициент использования производственной площади; уровень механизации и автоматизации производственных процессов.

Для оценки социальной устойчивости необходимо использовать показатели, которые позволяют сопоставить экономические характеристики деятельности предприятия с численностью трудовых ресурсов, задействованных в производственном процессе, а именно: зарплатоотдача; интенсивность труда; рентабельность персонала.

Анализ стратегической составляющей финансовой устойчивости необходимо проводить с использованием показателей денежного потока, позволяющих руководству, собственникам и инвесторам оценить текущую деятельность организации и перспективы ее дальнейшего функционирования в будущем. В эту группу входят: коэффициент погашения дебиторской задолженности; рентабельность на основе денежного потока; коэффициент чистого денежного потока по текущим операциям.

Наконец, оценку экономической составляющей целесообразно проводить по критериям структуры капитала и рентабельности. Показатели, оценивающие структуру капитала, характеризуют способность предприятия оплачивать в предусмотренные сроки свои обязательства. Среди них: коэффициент автономии; коэффициент долгосрочных пассивов; коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами; коэффициент маневренности; индекс постоянного актива. Показатели рентабельности отражают финансовое положение предприятия, эффективность управления хозяйственной деятельностью, имеющимися активами, капиталом и включают рентабельность продаж; рентабельность собственного капитала; рентабельность активов; рентабельность инвестиций.

Данная система показателей позволяет сформировать объективные данные об уровне финансовой устойчивости промышленных предприятий, его динамике. Их можно интегрировать в единый комплексный критерий, который позволит оценить состояние сложной экономической системы как единого целого, выявить общее направление и темпы ее развития и устойчивости функционирования.

УДК 537.856

М.А.ГРЯЗНОВА, Н.А.ГРЯЗНОВА

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТНОЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА СТАЛЕЙ 9ХФ, 8Х6НФТ, 6ХС, ШХ15

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Одним из наиболее широко применяемых в промышленности видом электрофизической обработки стали является скоростная электротермическая обработка.

Скоростная электротермическая обработка (СЭТО) относится к электрофизическим методам упрочнения металлических материалов. Главным достоинством электронагрева является технологическая простота, высокие скорости процесса.

В данной работе исследуются свойства сталей 9ХФ, 8Х6НФТ, 6ХС и ШХ15 прошедших электротермическую обработку. Использовались образцы с сечением: 9ХФ (7×3 мм), 8Х6НФТ (8×2 мм), 6ХС (4×6 мм), ШХ15 (5×5 мм), длина образцов 0,1м. В ходе исследования проводили электрозакалку и электроотпуск (предварительно перед электроотпуском образцы закачивали в печи) на установке конструкции НГТУ. В эксперименте применяли электроконтактный нагрев током высокой плотности $10^8 - 10^9$ А/м² в импульсном режиме: длительность импульса 0,02 с, длительность паузы 0,02 с, частота импульсов 25 Гц. Для проведения электрического тока использовали медные электроды, покрытые гальваническим никелем 9-12 мкм. Температуру в эксперименте определить не удалось из-за кратковременности процесса. Ориентировочно температуру нагрева определяли по закону Джоуля Ленца. Рентгеноструктурный анализ образцов проводился на установке Дрон-2.

Исследовали влияние технологических параметров СЭТО на твердость и удельное электросопротивление сталей 9ХФ, 8Х6НФТ, 6ХС и ШХ15. После СЭТО образцы охлаждали в трех средах: вода, масло, воздух. Затем проводили измерение твердости при комнатной температуре по шкале НРС и удельного электрического сопротивления.

В результате исследования было выявлено, что увеличение времени электрозакалки повышает значение твердости и значение удельного электрического сопротивления обрабатываемой стали. Рост удельного электрического сопротивления объясняется сокращением карбидной фазы. Достигается мелкое зерно стали.

Увеличение времени СЭТО отпуска приводит к снижению значения твердости и удельного электрического сопротивления. Это объясняется обеднением углеродом мартенсита, образованием карбидов и структур отпущенной закаленной стали.

Рентгеноструктурные исследования выявили, что СЭТО с охлаждением в масле приводит к изменениям, таким как и в случае печной закалки, однако эти превращения наблюдаются за секунды проводимой операции СЭТО.

Металлографические исследования показали, что при СЭТО происходит измельчение зерна, которое улучшает комплекс физико-механических свойств, что обеспечивает высокую твердость в сочетании с высоким значением сопротивления разрушению стали.

Можно сделать вывод, что для обработки деталей целесообразно применять СЭТО вместо печного нагрева для соответствующих изделий, т.к. он является экономически выгодным, экологичным и позволяет проводить операции объемного упрочнения сталей за короткое время (за секунды).

УДК 669.021

Н.А.ГРЯЗНОВА, Т.М. КОЛОСОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МАРТЕНСИТО-ФЕРРИТНОЙ СТАЛИ 14X17H2

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Легированные стали широко используются в различных отраслях промышленности. Среди них особый интерес представляют стали мартенсито-ферритного класса.

Объектом исследования является нержавеющей сталь 14X17H2. В комплекс исследования входило определение механических характеристик и металлографические исследования. Использовались прямоугольные образцы с площадью 12x12 мм и высотой 10 мм. В ходе исследования проводили отжиг ($t = 780 \pm 10$ °C), закалку ($t = 1000 \pm 10$ °C) и отпуск ($t = 300 \div 500$ °C, с интервалом 50 °C) в электрической муфельной печи. Измерение твердости проводится твердомером ТБ 5004-01 по методу Бринелля шариком $D = 10$ мм с нагрузкой 3000 кгс. Рентгеноструктурный анализ образцов проводился на установке Дрон-2. Прибор для измерения ударной вязкости - маятниковый копр ДМИ-15 модель МК-30.

Исследовали влияние температуры и продолжительности отпуска на твердость, микротвердость и ударную вязкость стали 14X17H. После отпуска образцы охлаждали на воздухе.

В результате исследования выяснилось что наибольшая твердость 400-410 НВ наблюдается при 300 градусах. Далее повышение температуры отпуска приводит к снижению твердости стали. Такое явление связано распадом мартенсита.

Эксперимент показал, длительная выдержка в течение 10—200 час. при температуре 520° С не сказывается на величине ударной вязкости. При температуре 450° С уже 10-часовая выдержка приводит к резкому падению ударной вязкости по сравнению с выдержкой в 2,5 часа с 1.94 до 0.73 МДж/м, при этом твердость практически остается неизменной.

Рентгеноструктурные исследования выявили, что после закалки в структуре стали 14X17H2 кроме мартенсита и δ -феррита может быть остаточный аустенит.

Измерение микротвердости показало, что по мере повышения температуры отпуска, микротвердость как основной структуры, так и δ -феррита уменьшается.

Можно сделать вывод, что сталь 14X17H2 рационально использовать для деталей, подвергающиеся действию слабоагрессивных сред. Термическая обработка, обеспечивающая наиболее оптимальные механические свойства и наибольшую коррозионную стойкость, является закалка при температуре $t = 975 \div 1020$ °C и высокий отпуск при температуре $t = 300 \div 600$ °C.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЗОНЫ СВАРНОГО ШВА ПЛАКИРОВАННЫХ ТРУБ

Выксунский филиал НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Плакированные трубы применяются в газо- и нефтепроводах, для оборудования нефтехимического машиностроения и тепловых сетей. Условия эксплуатации плакированных труб предполагают воздействие агрессивной внешней среды, поэтому основным требованием, предъявляемым к ним, является высокая коррозионная стойкость.

Материалом для изготовления плакированных труб является рулонная горячекатаная сталь. Основной слой металла плакированной трубы состоит из конструкционной низкоуглеродистой (Ст10, Ст20) или низколегированной стали (08ГБЮ, 09ГБЮ). Плакирующий слой выполняется из коррозионностойкой легированной стали с высоким содержанием хрома (08Х13, 08Х14Ф, 08Х18Н10).

Плакированные трубы изготавливаются с помощью сварки токами высокой частоты. В процессе сварки структура металла в зоне термического влияния изменяется, и плакирующий слой теряет антикоррозионные свойства. Кроме того, металл сварного шва также является уязвимым к воздействию агрессивной среды. Таким образом, в зоне сварного шва необходимая коррозионная стойкость плакированной трубы не обеспечивается, поэтому необходимы меры по дополнительной защите от коррозии данного участка изделия.

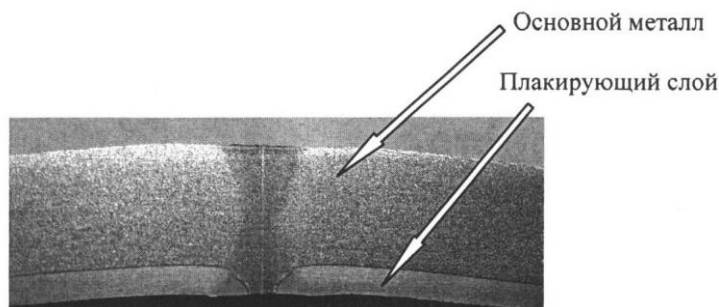


Рисунок 1 – Структура сварного соединения при сварке двухслойной плакированной трубы

В целях обеспечения коррозионной стойкости зоны сварного шва возможно применение следующих методов. Во-первых, возможно осуществление наплавки нержавеющей стали на поверхность сварного шва. Процесс наплавки может производиться как традиционным электродуговым способом, так и с применением технологии лазерной наплавки, имеющей ряд преимуществ, а именно возможность обработки крайне малых участков поверхности и минимальную зону термического влияния.

Другим способом повышения коррозионной стойкости зоны сварного шва будет являться поверхностное легирование свариваемых кромок трубы. Содержание хрома в кромках трубы должно при этом обеспечивать достаточную коррозионную стойкость зоны термического влияния после сварки трубы. Для осуществления данной операции целесообразно использовать технологию лазерного легирования ввиду локальности обрабатываемого участка и высокой производительности процесса.

Таким образом, использование лазерных технологий для обеспечения коррозионной стойкости зоны сварного шва плакированной трубы является наиболее перспективным.

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ВАЛКОВ ТРУБОПРОКАТНЫХ СТАНОВ

1. Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева
2. ОАО «Выксунский металлургический завод»

На ОАО «ВМЗ» проводится модернизация трубоэлектросварочных цехов с заменой станков в ТЭСЦ-2 и ТЭСЦ-3. Суммарный парк валкового инструмента в трех цехах ТЭСЦ-2, ТЭСЦ-3 и ТЭСЦ-5 после модернизации составит около 8000 валков. Особо важными факторами для получения правильной геометрии готовой трубы в ТЭСЦ-3 и ТЭСЦ-5 являются точность и качество изготовления горизонтальных валков калибровочных клетей.

Проведение анализа условий работы валков (Разработка трехмерной математической модели работы стана холодной прокатки). Математическую модель создавали на основе программного продукта QFORM-3D, основанного на совместном решении уравнений теории пластичности и реологических зависимостей свойств материала от параметров деформации методом конечных элементов. Позволило определить участки поверхности валков испытывающие максимальные нагрузки в процессе работы.

Полученные результаты компьютерного моделирования подтверждаются проведенными лабораторными исследованиями.

Проведя анализ причин выхода валков из сталей X12МФ, X12М, SKD11 (проведены исследования 39 валков) из строя выявлены причины их разрушения.

Основными причинами разрушения валков наличие в структуре крупного зерна, карбидной сетки и литейных дефектов (пор, неметаллических включений)

Таким образом, проведенные исследования подтверждают актуальность выбранной темы: «Разработка лазерных технологий для восстановления и упрочнения рабочих поверхностей валков и других элементов оснастки на ОАО «ВМЗ» в качестве основной идеи диссертации.

Для реализации поставленной цели в диссертационной работе планируется решить следующие задачи:

1. Научное обоснование выбора марок материалов для изготовления валков с учетом назначения и конкретных условий эксплуатации.
2. Разработка технологии объемной термической обработки валков из сталей оптимальных составов для обеспечения повышенного ресурса их эксплуатации.
3. Разработка технологии дополнительного термоупрочнения особо нагруженных рабочих поверхностей валков с использованием лазерной обработки. Разработка предложений по проектированию технологической оснастки и выбору лазерного технологического оборудования.
4. Разработка технологии лазерно - порошковой наплавки для восстановления изношенных поверхностей валков (до 5-и кратного восстановления поверхностей). Разработка предложений по проектированию технологической оснастки и выбору лазерного оборудования.

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время цветные сплавы (алюминиевые, медные, никелевые) широко используются в различных отраслях промышленности. Требования к технологическим свойствам этих сплавов (износостойкости, термостабильности, прочности, коррозионной стойкости и др.) постоянно растут. Одним из методов повышения таких свойств является лазерное упрочнение материала.

Термоупрочнение является одним из способов повышения термической стабильности мелкозернистых сплавов. Это связано с выделением частиц второй фазы по границам зерен и достигается отжигом. Однако в процессе отжига происходит рост зерна, что существенно снижает прочностные характеристики сплава.

Целью работы является исследование влияния лазерного излучения на структуру мелкозернистых алюминиевых сплавов 1420 и 1421.

При проведении работы образцы мелкозернистого алюминиевого сплава 1420, полученного методом равноканального углового прессования, подвергались облучению короткими импульсами ИАГ-лазера. Металлографические исследования зоны термического влияния показали заметные изменения структуры поверхностного слоя материала, выраженные в образовании более рельефных границ зерен по сравнению с исходным материалом.

Кроме того, обнаружено, что в мелкозернистых образцах произошло уменьшение межплоскостного расстояния. Пресыщение примесными атомами границ зерен приводит к выпадению частиц второй фазы. При охлаждении зоны термического влияния в силу различия коэффициентов термического расширения частиц и матрицы вблизи частиц создаются высокие локальные напряжения, способные вызвать зарождение микротрещин.

Путем облучения сплава короткими лазерными импульсами можно достичь выделения частиц второй фазы по границам зерен без существенного увеличения размера зерна и увеличить термическую стабильность мелкозернистой структуры сплава. Подобные результаты достигаются при определенном сочетании параметров микроструктуры сплава с энергетическими и временными характеристиками лазерного излучения.

В условиях импульсного лазерного нагрева температуры плавления и испарения алюминиевого сплава 1421 достигаются гораздо быстрее в ультрамелкозернистом сплаве, чем в сплаве с крупнокристаллической структурой. Причиной наблюдаемого эффекта может быть различие фазового состава крупно- и мелкозернистых образцов. В процессе равноканального углового прессования происходит не только измельчение зеренной структуры материала и формирование неравновесных большеугловых границ, содержащих высокую плотность дефектов, но и существенное изменение фазового состава материала. Значительная часть растворенных элементов, таких как Mg, Li, переходит из объема зерен в границы. Обогащение границ растворенными приводит к изменению локального химического состава границ зерен.

При воздействии лазерного излучения на ультрамелкозернистый алюминиевый сплав 1421 процессы плавления и испарения в нем начинаются быстрее, чем в таком же сплаве с крупнокристаллической структурой. Причиной наблюдаемого эффекта могут быть меньшая теплопроводность УМЗ структуры по сравнению с крупнокристаллической и более интенсивный рост окисной пленки на поверхности УМЗ материала, более эффективно поглощающей лазерное излучение.

**НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ
ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Актуальной проблемой промышленных предприятий на сегодняшний день является решение вопроса утилизации и переработки отходов собственного производства. Другой проблемой, представляющей интерес уже для литейного производства, является расширение сырьевой базы за счет использования недорогих и эффективных материалов.

В данной работе перспективным материалом для использования в литейном производстве рассматривались отходы завода «Капролактам» (г. Дзержинск) в виде шлама, образующегося при производстве поливинилхлорида (ПВХ). Этот материал помимо основы (кварцевый песок и вода) содержит в своем составе нетоксичные малоопасные смеси растворимых и нерастворимых солей и гидроксидов: NaCl, NaSO₄, Ca(OH)₂, NaOH, CaSO₄·2H₂O.

Целью работы явился поиск основных направлений использования шламовых отходов ПВХ в литейном производстве с разработкой технологии их применения.

При анализе химического состава шлама ПВХ и его свойств был сделан вывод о возможности его использования в литейном производстве, в первую очередь, как формовочного материала, зерновой основой которого является кварцевый песок, а связующее действие оказывают растворенный NaCl и CaSO₄. Предположительно упрочнение шлама при нагреве происходит по механизму обезвоживания по аналогии с цементными формовочными смесями. Практическая сторона работы со шламом ПВХ по данному направлению включала: разработку и реализацию подготовительных операций для придания ему технологичности, как формовочному материалу; разработку опытных составов формовочных смесей, их испытание и опробование в лабораторных условиях и в действующем производстве. Результатом работы в этом направлении явились составы формовочных и стержневых смесей для черного и цветного литья, показавшие, кроме всего прочего, хорошую выбиваемость при гидравлической выбивке из-за наличия в составе шламов ПВХ солей.

Вторым направлением, рассматриваемым в ходе выполнения данной работы было использование шламовых отходов ПВХ в литейном производстве в качестве футеровочного материала для обмазки ковшей и воротниковой зоны плавильных индукционно-тигельных печей.

В пользу данного направления выступали факты: кварцевый песок является основным компонентом кислой футеровки; механизм и кинетика нарастания прочности шлама ПВХ при его нагреве дает предпосылки ожидать достаточную поверхностную прочность; влажность шлама 30 – 40% в состоянии поставки делает его удобным для нанесения внутреннюю поверхность ковша или воротник печи. Практическим подтверждением данного направления в лабораторных условиях стало использование шламовых отходов ПВХ в качестве обмазки ковша для разлива алюминиевых сплавов. После тепловой сушки был образован опытный футерованный слой, который в прогретом состоянии при контакте с алюминиевым расплавом выявил эффект несмачиваемости. При разливе же холодным ковшом настывали легко удалялись без повреждения обмазки. Также было отмечено, что обмазка ковша на основе шламов ПВХ характеризуется объемной прочностью, выдерживая механические воздействия свойственные операциям разлива металла.

Таким образом, выбранные направления применения шламов ПВХ являются перспективными и подлежат дальнейшему исследованию.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОРИЗОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ
НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ВЯЖУЩЕГО**

Белгородский государственный университет им. В.Г. Шухова

В условиях развития индивидуального строительства все большим спросом пользуются ячеистые материалы, к которым относится пенобетон. Нами предлагается технология получения поризованных изделий на основе наноструктурированного вяжущего (НВ) негидратационного типа твердения с улучшенными характеристиками.

При получении пенобетона важным является подбор типа и концентрации пенообразователя с учетом особенностей взаимодействия с вяжущим. В настоящее время существует большое количество различных пенообразующих добавок, сочетающих в себе как преимущества, так и недостатки. Для снижения отрицательного воздействия пенообразователя на прочностные характеристики ячеистых бетонов, в рамках данной работы был разработан комплексный пенообразователь, полученный при смешении в различном соотношении протеинового пенообразователя и синтетического. Варьирование компонентов зависит от требуемых характеристик ячеистых бетонов. Пена, полученная при активации водного раствора комплексного пенообразователя более устойчива во времени и подвержена незначительной осадке. Применение пены с высокой стойкостью обеспечивает перемешивание пены и вяжущего компонента без значительной усадки пеномассы.

Для снижения усадочных деформаций и образования микро- и макротрещин в момент интенсивной потери влажности пенобетоном на основе НВ в систему вводят фибру в качестве микроармирующих добавок. Нами использовались два вида фиброволокна – полипропиленовые и базальтовые. Причиной снижения усадки за счет армирования пенобетона фиброволокнами служит то, что гибкие волокна, длина которых во много раз превышает размеры их поперечного сечения и частиц вяжущего, способных искривляться под действием поверхностных сил. На поверхности волокон формируется структура бетонной смеси, способность которой к накоплению дефектов в виде трещин ограничивается геометрическими параметрами и количеством фибры [1].

Изучение микроструктурных особенностей подтверждает выдвинутую гипотезу о положительном влиянии микроармирования на процессы структурообразования поризованных композитов с применением НВ. Микроструктура данных материалов имеет ярко выраженную ячеистую структуру со сферическими, гладкими порами. Фиброволокно игольчатого строения выступает в качестве армирующего компонента и позволяет стабилизировать ячеистую структуру, препятствует слиянию пор в горизонтальном направлении, образованию трещин. Это в целом способствует интенсификации процесса структурообразования пенобетона, время набора распалубочной прочности значительно сокращается, снижается дефектность поровой структуры, сохраняется четкость геометрических размеров изделий.

Важным аспектом при производстве эффективных ячеистых бетонов является качественная сырьевая смесь. Для этого на первом этапе нужно получить пену высокой кратности и стойкости, что достигается использованием комплексного пенообразователя. А на следующей стадии – сохранение стойкости пеномассы при формовании за счет ввода микроармирующих волокон.

Список литературы

- 1) Моргун, Л.В. Влияние дисперсного армирования на агрегативную устойчивость пенобетонных смесей / Л. В. Моргун, В.Н. Моргун // Строительные материалы, 2003, №1. – С.33–35.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации: государственный контракт № 16.740.11.0770, соглашение № 14.В37.21.0930; в рамках гос. задания № 3.4601.2011; в рамках программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова.

УДК 620.192.6

В.В. КИСЕЛЕВ, А.А. ХЛЫБОВ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Нижегородский государственный педагогический университет имени К. Минина

В настоящее время более 70% оборудования, применяемого в промышленности, выработало назначенный срок эксплуатации. В связи с этим, в различных отраслях промышленности, разработаны различные методики по продлению срока эксплуатации технических устройств. Новый срок эксплуатации технического устройства (ТУ) назначается на основании положительного заключения экспертизы промышленной безопасности. В рамках экспертизы промышленной безопасности проводится техническое диагностирование ТУ, задачей которого является контроль технического состояния, поиск мест и определение причин неисправности, прогнозирование технического состояния. Сосуды, работающие под давлением, так же относятся к ТУ.

Определение возможности дальнейшей эксплуатации сосудов, работающих под давлением (СРД), проводится в соответствии с РД 03-421-01. Работы по техническому диагностированию сосудов носят комплексный характер и в общем случае включают в себя анализ технической документации, наружный и внутренний осмотр, визуально-измерительный контроль сосуда, неразрушающий контроль качества сварных соединений, толщинометрию, определение химического состава, металлографические исследования, оценку механических свойств основного металла и сварных соединений, гидравлические (пневматические) испытания, причем определение химического состава, металлографические исследования, оценка механических свойств основного металла и сварных соединений носят характер дополнительных исследований, необходимость которых определяется по результатам основного диагностирования.

За шесть лет было проведено техническое диагностирование более 500 СРД газотранспортных предприятий. На 95% обследованных СРД имели место недопустимые дефекты в виде трещин. Большинство из них были поверхностными и устранялись контролируемой шлифовкой. Но порядка 10% СРД, после проведения контролируемой шлифовки имели остаточную толщину стенки не удовлетворяющую условиям прочности, т.е. фактическая остаточная толщина стенки была меньше минимально допустимой по прочностному расчету.

Металлографические исследования, не говоря уже о вырезке образцов для проведения механических испытаний, все это достаточно дорогостоящие и трудоемкие процедуры, также как контроль напряженно-деформированного состояния (НДС) металла СРД, определение зон концентрации напряжений (ЗКН), оценка остаточных напряжений.

Особую роль в задачах оценки степени деградации материала играет диагностика, использующая методы неразрушающего контроля. Среди известных методов контроля следует отметить: рентгеновская дифрактометрия; метод магнитной памяти металла; магнитоферрозондовый метод; резистивный электроконтактный метод. Но эти методы имеют ряд ограничений и не позволяют в полном объеме решать поставленные задачи.

Из методов неразрушающего контроля следует выделить акустические методы, обладающие высокой чувствительностью, универсальностью, экономичностью. Это объясняется тем, что упругие волны реагируют на все происходящие в контролируемой среде процессы, выполняют функции универсального датчика, поставляющего сведения о контролируемой среде. Это вполне естественно, так как параметры упругих волн зависят от плотности, модулей упругости, размера и геометрии структурных неоднородностей и других характеристик исследуемой среды.

УДК 691.54

Н.И. КОЖУХОВА, В.А. КАЛАШНИКОВА, Е.Н. БОНДАРЕВА

ГЕОПОЛИМЕРНЫЕ ВЯЖУЩИЕ И МАТЕРИАЛЫ, ПОЛУЧАЕМЫЕ НА ИХ ОСНОВЕ

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Судя по количеству ежегодно публикуемых научно-исследовательских работ, посвященных геополимерам, в настоящее время к этим вяжущим проявляется достаточно оживленный интерес. Геополимеры представляют собой отдельный класс бесцементных материалов, которые по своим характеристикам сравнимы с традиционными цементными вяжущими во всем спектре их практического применения.

Следует отметить тот факт, что данные вяжущие обладают некоторыми преимуществами в сравнении с традиционными аналогами, а именно, возможностью сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу в процессе производства вяжущего благодаря особенностям технологии получения геополимеров.

В зависимости от сырьевых компонентов и условий получения можно разрабатывать геополимерные материалы с различными свойствами и характеристиками, такими как высокие прочностные показатели, незначительные усадочные деформации при сушке, короткие и продолжительные сроки твердения, стойкость в кислых средах, огнестойкость, низкий коэффициент теплопроводности и т.д.

Не смотря на широкое разнообразие положительных характеристик, вся совокупность этих свойств не присуща каждому составу геополимера. Не совсем верно считать, что геополимерные материалы являются универсальными и могут использоваться для решения любых проблем промышленной или гражданской направленности. Более правильно указать, что в зависимости от поставленной задачи можно разработать необходимый состав геополимера с определенными свойствами путем варьирования компонентов сырьевой смеси, параметров технологического процесса и т.д. Таким образом, можно разрабатывать материалы с определенными физико-механическими характеристиками, технико-экономическими показателями, удовлетворяющими требования конкретно поставленной задачи.

Геополимеры потенциально имеют широкую область технологического использования. Они могут применяться для производства фибр или эластомеров; они также могут использоваться совместно с органическими полимерами для создания поверхностных покрытий, таких как краски, и антиотражающие глазури.

Потенциальное использование данных материалов, изучаемое в настоящее время – это иммобилизация токсичных металлов.

По мнению некоторых ученых, геополимеры могут стать альтернативой портланд-цемента, после того как будут преодолены трудности технического характера, связанные их производством. Эти предположения в определенной мере могут быть оправданы, если создание геополимеров рассматривать прежде всего как эффективный в экономическом и экологическом отношении способ утилизации минеральных отходов и побочных продук-

тов промышленности, таких как золошлаковые отходы ТЭС, золы рисовой шелухи, микрокремнезем и т.д.

Работа выполняется при финансовой поддержке рамках Гранта Президента РФ МК–6170.2013.8

УДК 620.179.16

М.О. КУВШИНОВ, А.А. ХЛЫБОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕННОСТИ СТАЛИ 15Х2МФА ПОДВЕРГАЮЩЕЙСЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМУ РАДИАЦИОННОМУ ОХРУПЧИВАНИЮ (НТРО)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе рассматривается возможность применения упругих волн для определения изменения физико-механических характеристик стали 15Х2МФА в условиях НТРО. Экспериментальные исследования проводились с использованием акустической системы «АСТРОН». Проведенные исследования показали, что скорость упругих волн зависит от состояния материала. Реализуемый комплекс исследований позволит разработать оперативную экспресс диагностику конструкций из стали 15Х2МФА в режиме мониторинга, что в конечном итоге повысит надежность определения текущего состояния материала корпусов типа ВВЭР.

Корпус ВВЭР — наиболее важный элемент третьего барьера безопасности реакторной установки, ресурс которого определяет предельный срок эксплуатации АЭС с таким реактором. Нейтронное облучение и высокая температура приводят к значительному изменению микроструктуры и механических свойств материалов корпусов реакторов из низколегированной конструкционной стали 15Х2МФА. Снижение пластичности и сдвиг температуры перехода от вязкого разрушения к хрупкому в область эксплуатационной температуры повышают вероятность хрупкого разрушения.

Сказанное выше показывает актуальность работы и практическую значимость проблемы радиационного охрупчивания сталей, применяемых в ядерной энергетике в качестве материала корпусов ВВЭР и необходимости изучения природы и механизмов радиационного охрупчивания.

Важность решения этой задачи на сегодняшний день возрастает, поскольку многие организации, эксплуатирующие АЭС с ВВЭР, ставят вопрос об обосновании эксплуатации на период существенно выходящий за рамки проектного. Поэтому вопрос непрерывного контроля величины накопления повреждения металлом оборудования и трубопроводов РУ по реальному нагружению и реальному состоянию металла с оценкой остаточного ресурса в процессе эксплуатации АЭС становится основным элементом управления ресурсными характеристиками, является актуальным и требует дальнейшего развития.

Анализ проведенных исследований НТРО стали 15Х2МФА позволяет сделать заключение, что охрупчивание связано с накоплением радиационных дефектов как таковых и с микроструктурными изменениями, стимулируемыми облучением. Также можно сделать вывод, что одним из наиболее опасных повреждений является потеря пластичности и повышение склонности металла к хрупкому разрушению и что ультразвуковой метод позволяет определить наличие радиационного охрупчивания, не разрушая деталь.

Установлено влияние деградации (моделирование низкотемпературного радиационного охрупчивания) конструкционных металлических материалов на параметры упругих волн. Полученные корреляционные соотношения могут быть использованы для создания методик количественной оценки поврежденности, механических характеристик металлов.

ВОДОВОЗДУШНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ**НГТУ**

Охлаждение при термической обработке может осуществляться в печах, на воздухе, в маслах, расплавах, растворах. Также в качестве охлаждающих сред используют водовоздушные смеси. Водовоздушные смеси применяют для охлаждения различных изделий. Водовоздушное охлаждение осуществляется частицами воды, которые распыляются воздухом. Распыление воды происходит в основном в результате соударения двух потоков (водяного и воздушного).

Высокая эффективность метода водовоздушного охлаждения объясняется тем, что благодаря большой кинетической энергии с металлом одновременно контактирует множество капель распыленной воды. При одном и том же расходе воды площадь теплообмена между охладителем и заготовкой увеличивается, поскольку вода мелко распылена и число мелких капель очень велико. При этом капли достаточно равномерно распределяются по поверхности заготовки.

Охлаждающая способность водовоздушной смеси зависит главным образом от соотношения давления воды и воздуха. Однако известно, что расход пропорционален корню квадратному от давления, поэтому при изменении давления изменяется и расход.

В зависимости от соотношения давления воды и воздуха могут быть два состава предельных смесей. Первый состав: расход воды такой, при котором, давление воздуха не распыливает воду до частиц размером меньше критической величины. В этом случае частицы воды не успевают полностью испариться, отвод пара затруднен и вследствие этого охлаждающая способность в смеси снижается. Второй состав: расход воды незначителен, и давление воздуха настолько увеличивает кинетическую энергию частиц воды, что приводит к сокращению времени контакта частиц воды с раскаленной поверхностью, поэтому охлаждающая способность водовоздушной смеси также снижается. Таким образом, правильным подбором соотношения давления воды и воздуха можно обеспечить рациональный расход воды.

Охлаждающая способность водовоздушной смеси может быть значительно выше охлаждающей способности воды и равной охлаждающей способности масла и воздуха. В процессе охлаждения изменением давления воды, воздуха или того и другого вместе можно регулировать скорости охлаждения при любых температурах. При водовоздушном охлаждении в начале, когда нужно миновать зону наименьшей устойчивости аустенита, скорости охлаждения близки к скоростям охлаждения в воде. При 600, 400 и 300°C с повышением давления воздуха от 2 до 4 атмосфер скорость охлаждения резко уменьшается и становится равной скорости охлаждения в масле. Режим охлаждения можно изменять при любых температурах.

**БРИКЕТИРОВАНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ
ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

На литейно–металлургических предприятиях при работе плавильных печей образуется большое количество шламов, которые представляют собой мелкодисперсную гигроскопичную пульпу и являются продуктами улавливания газоочисток.

Утилизация и переработка металлургических шламов необходима как с позиции охраны окружающей среды, так и с точки зрения экономической выгоды, поскольку металлургические шламы по своей сути богатое железосодержащее сырье с относительно невысокой стоимостью.

Электросталеплавильный шлам приблизительно имеет следующий химический состав (содержание в виде элемента, % масс): 30,5-32,7% железа; 0,017-0,02% никель; 9,5-10,0% цинк; 6,0-6,6% кальций; 1,0-1,1 магний; 0,10-0,16 медь; 0,08-0,11 хром; 0,25-0,30% алюминий; 3,0-3,5% кремний и др.

Использование вторичного железосодержащего сырья в качестве шихтового материала стало возможным благодаря технологии брикетирования. На ОАО «Литейно-механический завод» была изготовлена опытно-промышленная партия брикетов.

Состав брикетов чугунная стружка и шлам системы газоочистки. Брикеты отвечают необходимым для промышленного использования требованиям по прочности, а именно выдерживают на раздавливание 5,0 Мпа, и при двукратном сбрасывании с высоты 1-1,5 метра на металлическую или бетонную плиту количество образующейся при разрушении мелочи не превышало 5%.

В условиях ОАО «Литейно-механический завод» на индукционной тигельной печи проведена экспериментальная плавка серого чугуна на твердой шихте с добавлением комбинированных брикетов.

Данные по экспериментальным данным следующие:

Состав шихты: чугунный лом 3 категории – 48,5%, графитный бой – 1,5%, свои отходы – 30%, брикет – 20%, ферросилиций ФС45 – 0,47%, ферромарганец ФМн70 – 0,29%.

Химический состав чугуна

Содержание химических элементов, %					
	C	Si	Mn	S	Cr
Расчетный	3,762	1,95	0,7	0,11	0,122
Фактический	3,56	2,55	0,61	0,11	0,06

Время плавки-1 час 20 минут. Шлакообразование-минимальное (снимали один раз). Температура заливки 1370 – 1320°C. Механические свойства образцов: образец №1-1040кГс, образец №2-1150 кГс.

Полученные данные свидетельствуют о пригодности комбинированных брикетов в качестве шихтового материала при выплавке чугуна.

Таким образом, отработка технологии приготовления комбинированных брикетов и технологии плавки с их использованием определяет успех реализации рециклинга металлургических шламов в литейном производстве и удешевлению конечного продукта.

УДК 621.789

Д.Ю. МАГИН, С.В. КОСТРОМИН

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННОЙ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ОБЪЕМНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ЛАЗЕРНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Ресурс работы многих высоконагруженных деталей машин в значительной степени определяется усталостной прочностью, а также способностью сопряженных пар трения сопротивляться изнашиванию. Достижения современной науки и техники позволяют решать эти проблемы путем создания материалов с заданными структурой и свойствами за счет новых эффективных способов упрочнения. На сегодняшний день распространенным способом упрочнения высоконагруженных деталей машин (зубчатые колеса и др.) является цементация, нитроцементация, азотирование. Зубчатые колеса изготавливают из легированных цементуемых сталей с твердостью поверхностного слоя до 58 HRC. Перспективным методом повышения стойкости высоконагруженных деталей машин является лазерная закалка.

В настоящей работе изучалось влияние различных режимов лазерной обработки на структуру и свойства стали 20ХЗНЗМФБА. Выбор материала был обусловлен тем, что в настоящее время разработаны и внедрены в промышленность технические условия ТУ 0958-011-08627614-95 «Поковки, прокат крупного сечения; блюмы (болванки обжатые), заготовки квадратные из высокопрочной стали марки 20ХЗНЗМФБ для тяжелонагруженных, улучшаемых, азотируемых, цементуемых деталей, производящихся на ОАО «НМЗ». В условиях Нижегородского машиностроительного завода эта сталь используется для производства зубчатых колес, применяемых в угольных комбайнах.

В качестве образцов для исследования были использованы заготовки из стали 20ХЗНЗМФБА после объемной термической обработки - нормализации с высоким отпуском. Микроструктура стали - сорбит отпуска с небольшим количеством дисперсных карбидов.

Лазерное упрочнение проводилось на установке «Латус-31». Мощность излучения лазера составляла 1100 Вт, диаметр пятна – 3 мм. Варьируемый параметр в исследовании – скорость обработки. Она составила 7, 14,21, 28 мм/с.

Установлено, что лазерная закалка приводит к образованию упрочненного слоя, микротвердость которого превышает микротвердость стали 20ХЗНЗМФБА после объемной термообработки (3761 МПа) и достигает 7333 МПа. Структура зон лазерного воздействия представляет собой мартенсит. При одинаковой мощности глубина зоны лазерного воздействия тем больше, чем меньше скорость обработки. Глубина упрочненного слоя достигает 0,38 мм при $v=7$ мм/с и 0,26 мм при $v=28$ мм/с.

Наибольший эффект упрочнения был достигнут после лазерной закалки образцов с предварительной стандартной термообработкой при мощности 1100 Вт и скорости перемещения луча 7 мм/с.

В результате исследований была разработана технология термической обработки высоконагруженных зубчатых колес из стали 20ХЗНЗМФБА, которая состоит из стандартной для этого материала нормализации с высоким отпуском и лазерного упрочнения по рекомендованным режимам. Лазерная закалка позволяет также в значительной степени сократить продолжительность термической обработки за счет отказа от химико-термической обработки.

УДК 539.4

А.С. МИХАЙЛОВ², В.Н. ЧУВИЛЬДЕЕВ¹, А.М. БАХМЕТЬЕВ², Н.Г. САНДЛЕР²,
А.В. НОХРИН¹, П.В. ТРЯЕВ², А.В. ЕРШОВА², Ю.Г. ЛОПАТИН¹, Н.А. КОЗЛОВА¹,
А.В. ПИСКУНОВ¹, Н.В. МЕЛЕХИН¹, М.К. ЧЕГУРОВ¹

**НАНО- И МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ТИТАНОВЫЕ СПЛАВЫ
С ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТЬЮ И КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ
ДЛЯ АТОМНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

- (1) Научно-исследовательский физико-технический институт Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского,
г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23/3
- (2) ОАО «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения имени
И.И. Африкантова», г. Нижний Новгород, Бурнаковский проезд, 15

Целью работы является получение нано- и микрокристаллических (НМК) титановых сплавов с одновременно повышенной прочностью и коррозионной стойкостью путем использования метода равноканального углового прессования (РКУП).

В качестве объекта исследования выступали сплавы ПТ-3В (Ti-4.7Al-1.9V) и ПТ-7М (Ti-2.5Al-2.5Zr), НМК структура в которых была сформирована методом РКУП при температуре деформации 400-460°C.

Автоклавные испытания проводились в смеси кристаллических солей NaCl и KBr, взятых в соотношении 300:1, в среде атмосферного воздуха при температуре 250°C в течение 500 ч. Для исследования структуры сплавов использовались методы металлографии и электронной микроскопии. Для исследования прочности НМК сплавов использовалась методика релаксационных испытаний микрообразцов на сжатие.

Показано, что РКУП позволяет в Ti-сплавах сформировать однородную НМК структуру с размером зерна менее 0.5 мкм. Установлено, что прочность НМК сплавов в 1.5-2.5 раза превосходит прочность крупнозернистых титановых сплавов.

Проведены исследования стойкости НМК титановых сплавов к горячесолевым коррозии. Показано, что коррозионная стойкость высокопрочных НМК титановых сплавов в 4-6 раз превышает коррозионную стойкость обычных промышленных сплавов ПТ-3В и ПТ-7М.

Показано, что коррозионная стойкость Ti-сплавов определяется вкладом границ зерен, связанным, в первую очередь, с уровнем концентрации в них «вредных» примесей. Установлено, что при измельчении зерен можно добиться снижения локальной концентрации примесей на границах зерен в несколько раз и для этого необходимо при РКУП обеспечить условия диффузионного перераспределения примесей – их ухода со «старых» (исходных) границ на «новые» - сформировавшиеся при РКУП.

Авторы выражают благодарность Копылову В.И. за проведение работ по изготовлению образцов для испытаний.

УДК 621

Д.С. МОКЕРОВ, А.А. ХЛЫБОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ВРЕМЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН

Нижегородский государственный педагогический университет

Определение фактического технического состояния материала ответственных деталей подвижного состава железнодорожного транспорта - одна из самых насущных проблем, от решения которой напрямую зависит безопасность эксплуатации любого оборудования, технического устройства или конструкции. Одним из таких узлов конструкции железнодорожного подвижного состава, непосредственно влияющих на безопасность движения, требующих повышенного внимания являются тормозные диски.

Современный и экономически обоснованный подход к проблеме выявления реального технического состояния материала состоит в том, чтобы на базе современных технических средств создать технологии, позволяющие контролировать преддефектное со-

стояние материала - состояние, когда в материале не существуют еще развитых, несовместимых с эксплуатацией дефектов, но уже идет процесс зарождения и развитие дефектов. Такие технологии поиска и обнаружения преддефектного состояния материала могут быть построены на основе методов неразрушающего контроля

Характеристики упругих волн, распространяющихся вдоль и поперек тормозного диска, отличаются друг от друга. В качестве характеристики, позволяющей судить о различии свойств материала, может служить анизотропия .

В металле длительно работающих тормозных дисков вагонов произошли существенные изменения механических свойств, в частности об этом свидетельствует изменение твердости материала:

Изменения микроструктуры, накопление структурной поврежденности, в процессе эксплуатации приводят к изменению акустических характеристик, в частности к изменению времени распространения поверхностных волн.

Полученные данные показывают, что по результатам акустических измерений можно разработать методику оценки состояния материала тормозных дисков скоростных пассажирских вагонов железнодорожного транспорта.

Безопасность тормозных дисков может быть повышена за счет своевременной оценки состояния материала дисков.

УДК 691

В.В. НЕЛЮБОВА, Н.В. ПАВЛЕНКО, И.С. ПОТОПАХИНА,
А.Р. СУВОРОВА, Ю.Г. САМОЙЛОВА

СПЕЦИФИКА НАБОРА ПРОЧНОСТИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ВЯЖУЩЕГО РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА¹

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

При огромной распространенности цемента как высокоэффективного вяжущего гидратационного твердения следует признать, что его производство связано с техногенным прессингом на экосферу в мировом масштабе. Для снижения отрицательного влияния на окружающую среду предпринимаются определенные действия с целью сокращения использования портландцемента при производстве. В частности, активно проводится разработка вяжущих материалов, альтернативных портландцементу, основанная на принципиально других механизмах твердения, например, наноструктурированных вяжущих (НВ). Однако, кинетика твердения данных вяжущих изучена не полностью.

В связи с этим целью настоящей работы является изучение кинетики твердения наноструктурированного вяжущего во времени. Для исследований использовались НВ на основе кварцевого песка и гранита. Физико-механические характеристики вяжущих приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики наноструктурированных вяжущих различного состава

	Влажность, %	Средняя плотность, кг/м ³	Остаток на сите, %
НВ кварцевое	23,63	1927,5	0,18
НВ гранитное	22,53	1925,4	0,16

Для изучения прочностных характеристик вяжущих формовались образцы-балки размером 4*4*16 см. Далее образцы испытывались на сжатие и изгиб. Результаты испытаний представлены в таблице 2 и на рисунке 1.

Таблица 2 – Сравнительные показатели прочности вяжущих

Предел прочности, МПа	НВ на кварцевом песке	НВ на граните
-----------------------	-----------------------	---------------

Прочность на 3 сутки		
При изгибе	0,13	0,07
При сжатии	1,31	1,09
Прочность на 7 сутки		
При изгибе	1,01	0,49
При сжатии	1,77	1,21
Прочность на 28 сутки		
При изгибе	1,72	1,26
При сжатии	1,85	1,44

Как видно из рисунка, кинетика набора прочности наноструктурированных вяжущих аналогична портландцементном. Так, основные прочностные показатели кварцевого НВ формируются в период с 3 по 7 сутки. Однако, твердение вяжущих не заканчивается и продолжается в течение последующего времени, вплоть до 28 суток. Тогда как прочностные свойства НВ алюмосиликатного состава равномерно повышаются в течение 28 суток.

Анализ результатов исследований позволяет предположить, что по истечении 28 суток образцы вяжущего продолжают набирать прочность, однако, с меньшей скоростью. В связи с этим кинетика набора прочности наноструктурированных вяжущих в длительные сроки станет одной из главных задач дальнейших исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке: Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.1218, программа стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова; РФФИ договор 12-08-97603/12.

УДК 621

Е.Ю. ПИЧУГИНА, Е.А ЧЕРНЫШОВ

ВАКУУМИРОВАНИЕ СРЕДНЕЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В технологическом процессе производства стали до сих пор остается нерешенной задачей получение металла с весьма низким содержанием газов – кислорода, водорода и азота, повышенное содержание которых весьма отрицательно сказывается на физико-механических свойствах стали и сплавов.

Невозможность управления процессом дегазации металла в процессе плавки существующими методами приводит к тому, что содержание газов в стали до сих пор остается не лимитированным, а, следовательно, не контролируемым.

Выплавка стали в специальных вакуумных печах ввиду высокой стоимости оборудования пока не может служить основой для массового производства высококачественной стали.

В связи с этим все более широкое распространение получает внепечная вакуумная обработка жидкой стали. В настоящее время нет другого такого универсального и производительного метода борьбы с вредными газами и примесями в стали, как внепечное вакуумирование.

Существует целый ряд способов внепечной вакуумной обработки стали, который можно разделить на три основные группы:

- вакуумирование стали в ковше;
- вакуумирование стали в специальных камерах;
- вакуумирование стали в струе.

Целью работы является исследование качества среднелегированной стали после вакуумирования в струе, которое осуществлялся на промышленной установке в условиях предприятия ОАО «Завод «Красное Сормово».

Выплавку специальной среднелегированной стали проводили в электродуговой печи (ДСП - 5) с основной футеровкой в соответствии с требованиями технологических инструкций. Струя жидкого металла подвергалась вакуумной обработке в специальном вакуумном ковше.

Конечное раскисление металла в печи проводили силикокальцием и ферроцерием. Вакуумированный металл заливали в формы, предназначенные для производства промышленного литья. Перемещение вакуум-ковша производили специальной траверсой с закрытыми защелками крюков. После выбивки форм отливки подвергали термической обработке в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Для определения продолжительности процесса вакуумирования произведен расчет скорости истечения металла W в промежуточной емкости в вакуум-ковше в зависимости от размера промежуточного отверстия.

$$W = \mu_k * F_{от} * \gamma * \sqrt{2gH_m}, \text{ кг/с}$$

где μ_k – коэффициент расхода при истечении металла из отверстия промежуточной емкости

$F_{от}$ – площадь сечения отверстия стакана в промежуточной емкости, см^2

γ – плотность жидкого металла, кг/см^3

g – ускорение свободного падения, см/с^2

H_m – высота столба металла в промежуточной емкости, см

Наиболее приемлемым способом является способ внепечной вакуумной обработки металла в струе при выпуске из печи, так как он обладает всеми достоинствами струйной дегазации, малой потерей тепла и не требует дополнительных производственных площадей и обеспечивает необходимое качество металла.

УДК 691

И.И. ПОДГОРНЫЙ, Н.И. АЛТЫННИК, М.И. АЛТУНИНА, В.В. НЕЛЮБОВА

АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМ ВЯЖУЩИМ¹

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Исследование и введение в производство новых видов легких бетонов – перспективное направление развития строительной индустрии России [1]. Их использование является одним из решений проблемы удорожания энергоносителей при производстве заполнителей, способствует снижению трудо- и энергозатрат при производстве строительных работ, сокращению эксплуатационных расходов и повышению уровня комфортности проживания.

Одним из основных представителей ячеистых бетонов является газобетон автоклавного твердения. В последние годы внутреннее производство газобетона росло высокими темпами [2]. Если в 2010 году по сравнению с 2009 рост товарного выпуска увеличился на 21,3%, то в 2011 году по сравнению с 2010 годом темп прироста достиг отметки в 28,7%. Однако, необходимо отметить, что несмотря на все достоинства автоклавного газобетона, он, тем не менее, характеризуется определенными недостатками: высокие энергозатраты производства, дорогостоящие сырьевые компоненты. Для решения указанных проблем предлагается использование наноструктурированного вяжущего силикатного состава.

Наноструктурированное вяжущее (НВ) получают мокрым постадийным измельчением кремнеземсодержащего сырья. Для изучения влияния НВ на свойства газобетона были заформованы образцы газосиликата с различными концентрациями наноструктурированного вяжущего: 0–15 % соответственно. Вяжущим для частичной замены на наноструктурированное вяжущее стал цемент. Для каждой партии образцов были изучены основные физико-механические характеристики (табл. 1).

Таблица. 1 – Физико – механические характеристики газобетона

№ состава	Количество НМ, %	Плотность, кг/м ³	Средняя плотность, кг/м ³	Средняя прочность на сжатие, МПа
1	0	540	541	3,5
2	5	545	547	4,1
3	10	550	554	4,1
4	15	560	566	3,8

Анализ полученных результатов позволил сделать заключение о том, что прочностные характеристики наноструктурированного автоклавного газобетона плотностью 400 – 600 кг/м³ выше, чем у промышленных аналогов. Достигается это за счет высокой активности кремнеземистой составляющей в наноструктурированном вяжущем, который вступает в реакцию с известью и способствует дополнительному образованию гидросиликатов кальция.

Таким образом, преимущества создаваемого материала решают ряд актуальных на сегодняшний день задач. Следовательно, развитие научных разработок в этой области является перспективным направлением в строительной отрасли.

Работа выполнена при финансовой поддержке: Министерства образования и науки Российской Федерации, государственный контракт 16.740.11.0770, соглашение 14.В37.21.0930, государственное задание 3.4601.2011.

Список литературы

1. Рыбьев И. А. Строительное материаловедение: учеб. пособие для строит. спец. вузов. – М.: Высш. школа, 2002. – 701 с.
2. Микульский В.Г. [и др.] Строительные материалы (Материаловедение. Строительные материалы): учеб. издание. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 536 с.

УДК 614.842

Д.Л. ПОДОБЕД, С.Н. БОБРЫШЕВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РЕСПУБЛИКИ В КАЧЕСТВЕ АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Государственное учреждение образования «Гомельский инженерный институт» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Гомель

Динамичное развитие современной энергетики, машиностроения, химической промышленности требует модернизации и разработки новых средств, материалов, методов обеспечения безопасной жизнедеятельности человека. Совершенствование существующих и создание принципиально новых технологий и средств предупреждения чрезвычайных ситуаций невозможно представить без привлечения потенциала как фундаментальной, так и прикладной науки отечественного и мирового уровня. Приоритетное направление в настоящее время получают методы нанотехнологий, которые по наиболее смелым прогнозам позволяют создавать любые материалы и изделия. Достижения в области нанотехнологий закономерно востребованы и при разработке современных средств предупреждения чрезвычайных ситуаций. Так эффективность антипиренов в значительной мере зависит от

размера и удельной поверхности частиц. Использование наноматериалов с развитой удельной поверхностью, на порядок превышающей удельную поверхность материалов традиционной крупности, обеспечивающей резкое повышение их химической и адсорбционной активности, является положительным фактором для повышения эффективности этих материалов. В связи с этим в поверхностном слое частиц дисперсных материалов минеральной природы возможна прививка функциональных фрагментов, ингибирующих реакции горения, избирательно поглощающие токсичные вещества, ингредиенты горючего в газовой и конденсированной фазе. Перспективно применение таких материалов в составе антипиренов.

На территории Республики Беларусь существуют перспективные месторождения уникальных полезных ископаемых - глин бентонитового класса. Использование их в качестве минеральной матрицы позволяет решить комплекс задач, включающих эффективность, экономичность, экологическую безопасность материалов и средств для предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Используя метод механо-химического диспергирования, совмещенный с модифицированием, комбинируя функциональные модификаторы, можно получать на основе бентонитовых глин материалы для различных технологий ликвидации чрезвычайных ситуаций. А введение в полимерную матрицу модифицированной органическими соединениями нанодисперсной глины способствует повышению их огнестойкости. В тоже время, такие антипирены вносят в повышение термостойкости полимерного материала характеристический вклад, обусловленный склонностью органического модификатора глины к коксообразованию при пиролизе. В связи с этим подбор органических модификаторов глины должен осуществляться также с учетом как можно большего коксового числа.

Результаты экспериментальных работ показали снижение температуры воспламеняемости и тепловыделения при горении полимеров с добавками 2-5% разработанного антипирена.

УДК 620

В.С. СМИРНОВ, А.А. ХЛЫБОВ

РАЗВИТИЕ МЕТОДА АКУСТОУПРУГОСТИ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Нижегородский государственный педагогический университет

Остаточными напряжениями называются напряжения, существующие в деталях при отсутствии внешних воздействий.

Остаточные напряжения классифицируют по протяженности силового поля. Такая классификация была сформулирована впервые Н. Н. Давиденковым:

- напряжения I рода,
- напряжения II рода,
- напряжения III рода.

Образование остаточных напряжений при различных технологических процессах происходит различным образом. В основе их возникновения обычно лежат необратимые объемные изменения в материале.

Остаточные напряжения возникают после термической обработки. Две основные причины вызывают их появление: термические напряжения при неоднородном температурном поле и структурные превращения. Обе эти причины главным образом связаны со скоростью охлаждения в процессе термической обработки. Из различных видов термической обработки наибольшие остаточные напряжения получаются при закалке.

Образование остаточных напряжений обусловлено главным образом скоростью охлаждения, кроме того, на образование остаточных напряжений влияет химический состав металла, условия закалки, начальная температур и скорость охлаждения, а также исходное состояние поверхностного слоя.

Термическая обработка оказывает влияние на параметры упругих волн, характеристики упругих волн чувствительны к режиму термообработки. Скорость упругих волн для отожженного состояния выше, чем в закаленном состоянии.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что на изменения скорости распространения ультразвука оказывает влияние наличие остаточных напряжений, а также микроструктура стали, полученная при проведении различной термической обработки.

Полученные в данной работе результаты позволяют сформулировать основные подходы для создания инженерной методики неразрушающего спектрально-акустического контроля напряженного состояния изделий ножевой продукции.

УДК 621

А.С. СМЕРНОВ, К.А. МАСЛОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ СТЕРЖНЕЙ НА ЖИДКОСТЕКЛЬНОМ СВЯЗУЮЩЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Песчаные смеси на жидкостекльном связующем (ПСЖС) достаточно широко применяются при единичном и серийном изготовлении форм и стержней. Главной причиной этого является возможность упрочнения форм и стержней без теплового воздействия при высокой экологичности и низкой ресурсозатратности процесса.

При этом к существенным недостаткам ПСЖС традиционно относят неудовлетворительные выбиваемость и регенерируемость. В связи с этим вопрос об улучшении выбиваемости жидкостекльных смесей остается актуальным.

Основные варианты повышения выбиваемости ПСЖС базируются на регулировании физико-химического взаимодействия связующего с огнеупорным наполнителем с целью снижения прочности конгломерата, образующегося при заливке формы металлическим расплавом и затвердевании отливки. К ним относят ввод в ПСЖС технологических добавок-разупрочнителей.

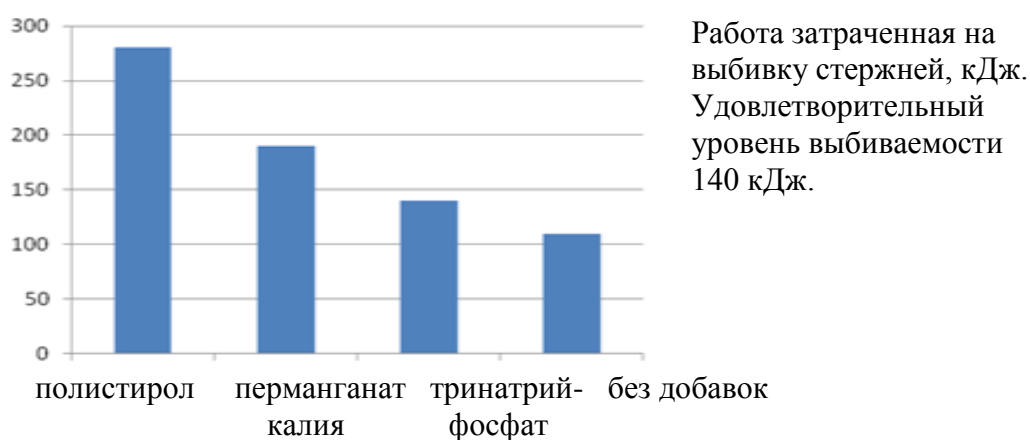


Рис.1 – Выбиваемость стержней в зависимости от технологических добавок.

На базовом предприятии ПСЖС применяется для изготовления стержней по CO_2 -процессу. При этом используется натриевое жидкое стекло с модулем $M=2,4$, а его содержание в ПСЖС составляет 3%. В процессе формообразования стержня в стержневом ящике смесь продувается в течение 5-10сек. Перед применением литейный стержень окрашивается противопопригарной краской ЛПЦ-10 на цирконовом наполнителе. Для решения поставленной задачи проводилось опробование различных добавок к ПСЖС при фиксированном содержании жидкого стекла в смеси (3%). В качестве добавок использовались сухой перманганат калия -1%, тринатрийфосфат -1% (50%-й водный раствор), полистирол – 2% (40%-й раствор в скипидаре).

Добавка к ПСЖС 40%-го раствора полистирола показала наилучшие результаты. Однако, существенным недостатком этого варианта является тот факт, что продукты горения полистирола токсичны.

Добавка в состав смеси 1% перманганата калия обеспечила повышение выбиваемости за счет разупрочнения тела стержня из-за термодеструкции и выделения свободного кислорода при контакте с металлическим расплавом.

Добавка в смесь 1% тринатрийфосфата, также показала хорошие результаты. Тринатрийфосфат за счет равномерного распределения по всему объему стержня приводит к разупрочнению смеси после смачивания его водой.

УДК 691

В.В. НЕЛЮБОВА, Т.П. СТРЕЛЬЦОВА, Ю.Г. САМОЙЛОВА, Е.Ю. ИНДИНА

МЕЛКОДИСПЕРСНАЯ ФРАКЦИЯ РУДЫ – ПИГМЕНТНОЕ СЫРЬЕ¹

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

В настоящее время любое производство окрашенных изделий в большей мере базируется на природных пигментах. При современных масштабах производства строительной продукции различного назначения наблюдается нехватка высококачественных пигментов. Одним из решений данной проблемы может быть использование отходов горнодобывающих предприятий, что значительно сокращает капитальные вложения на создание сырьевой базы минеральных пигментов.

Для получения пигментов в работе использована мелкодисперсная фракция железной руды производства ООО «Металл - групп» (Яковлевский рудник).

Целью настоящей работы стало изучение основных характеристик мелкодисперсной фракции руды на предмет их использования в качестве пигментов при производстве строительных материалов.

На первом этапе изучались основные эксплуатационные характеристики мелкодисперсная фракция руды с целью обоснования их использования в качестве окрашивающего компонента в различных системах. Все испытания проводились согласно ГОСТ при использовании стандартных методик.

В процессе изучения основных характеристик материалов производилось сравнение полученных данных по отдельным показателям.

По результатам исследований установлено, что все компоненты обладают необходимой стойкостью в щелочной среде, что позволяет рекомендовать их для использования в цементных материалах.

Следующим этапом стало изучение термостойкости мелкодисперсной фракции руды, представленных для изучения.

Анализ полученных результатов позволил разработать возможные области применения модифицированной мелкодисперсной фракции руды в качестве окрашивающих компонентов.

Таблица 1 – Рациональные области использования мелкодисперсной фракции руды

Материалы различного способа твердения	Автоклавного твердения	Кирпич силикатный лицевой
		Кирпич силикатный офактуренный
	Естественного твердения	Камни стеновые лицевые
		Тротуарная плитка
Сухие строительные смеси		

Следует отметить, что указанные области использования мелкодисперсной фракции руды являются теоретическими. Для подтверждения возможности практического использования предлагаемых компонентов необходимо провести исследования по влиянию окрашивающих компонентов на физико-механические свойства, а также архитектурную выразительность строительных материалов естественного и автоклавного твердения.

Работа выполнена при финансовой поддержке: Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.1218, программа стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова; РФФИ, договор 12-08-97603/12.

УДК 691

К.П. СУЛИМ, Е.В. ФОМИНА

ВЛИЯНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СВОЙСТВА СИЛИКАТНЫХ СМЕСЕЙ

Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова

При изготовлении ячеистых композитов важным является вопрос получения изделий более низкой плотности при достаточной прочности. Одним из возможных способов решения данной задачи является разработка принципов проектирования ячеистых изделий гидротермального твердения, основанных на формировании матрицы композита на микроуровне. В данной работе проведен анализ возможности применения пектин-целлюлозной добавки в ячеистобетонных смесях, которая представляет собой сухие волокна, получаемые из сельскохозяйственных культур, и является отходом пищевой промышленности. Данная добавка состоит из 85% целлюлозных волокон и 15% пектина. Нитевидные наноразмерные монокристаллы, которыми представлена целлюлоза, обладают высокой химической активностью, прочностью, бездефектностью и отрицательным зарядом, что позволяет модифицировать волокна, придавая материалу улучшенные свойства. При повышенной концентрации частицы наноцеллюлозы связываются в прочные трехмерные сетки, которые возможно применить в качестве армирующего микронаполнителя. Целлюлозные волокна нерастворимы в воде и в органических растворителях, однако в щелочной среде повышается их адгезия [1]. При помощи рентгенофазового анализа было установлено, что степень кристалличности изучаемой целлюлозы составляет 75%, остальная фаза представлена аморфной составляющей. Таким образом, полимерные цепи целлюлозы сложены из кристаллических упорядоченных и менее упорядоченных нанофибриллярных составляющих.

Определяющим фактором выбора пектин-целлюлозной добавки явилась щелочность силикатной смеси, обусловленная наличием в ее составе извести и портландцемента. Это позволит активировать взаимодействие компонентов газобетона и исследуемого материала.

В результате исследований было выявлено, что введение добавки в количестве 1% от массы сухого вещества вяжущего влияет на реологические свойства, вызывая разжижающий эффект. Распływ конуса смеси вяжущего увеличивается от 8–10 до 12–14 см, что позволяет снизить на 15–20% В/Т отношение, прогнозируя повышение плотности и прочности цементирующей связки межпоровых перегородок, уменьшение энергозатрат при тепло-влажностной обработке, интенсификацию твердения вяжущего, уменьшение послеавтоклавной влажности, формирование качественной пористой структуры и повышение физико-технических свойств материала. Морфологическая особенность целлюлозного волокна будет способствовать созданию дополнительного упрочняющего каркаса ячеистого массива, то есть микроармировать межпоровые перегородки даже самых мелких пор, размеры которых лежат в интервале нанометров, прочность которых определяет прочность всего материала и уменьшать риск деформирования структуры при возможной пластической усадке.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-6170.2013.8

Список литературы

1. Роговин З.А. Химия целлюлозы. М.: Химия. 1972 – 520 с.

УДК 691

А.В. СУМИН, А.Б. БУХАЛО, В.В. НЕЛЮБОВА

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПЕНОГАЗОБЕТОНА

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

В настоящее время актуальна разработка новых энергосберегающих строительных систем для малоэтажного жилищного строительства с применением конструкций из ячеистого бетона, обладающего уникальным сочетанием физико-технических свойств и позволяющего исключить основные недостатки пенобетонов и автоклавных газобетонов.

Обозначенным требованиям в полной мере отвечает пеногазобетон. В настоящее время рядом авторов проведен комплекс исследований по разработке технологических принципов производства пеногазобетона, изучены эксплуатационные характеристики материала, а так же разработана технологическая схема производства.

Важное значение в технологии получения пеногазобетона имеет газообразователь. Один из самых распространенных газообразующих компонентов является алюминиевая пудра. Однако, она характеризуется рядом недостатков, в числе которых гидрофобность, низкая эффективность при создании оптимальной поровой структуры. В связи с этим растет доля альтернативных газообразователей.

Изучению свойств существующих и новых газообразователей посвящен ряд публикаций. Однако, стоит отметить, что исследования, описанные в статьях, касаются технологии производства газобетона различного твердения. Вопросы, связанные с поризацией пеногазобетона все еще остаются открытыми. Кроме того, известно, что использование нанодисперсных добавок в композитах может обеспечить максимальную эффективность производства материала с повышением эксплуатационными характеристиками.

Целью настоящей работы стало изучение и оценка эффективности использования различных газообразователей для получения ячеистого бетона с высокой степенью поризации.

Для исследований использовались традиционные газообразователи: алюминиевая пудра ПАП-1 (ООО «СУАЛ-ПМ-Краснотурьинск») и алюминиевая паста Газобетолит (ООО «НСК-ТЕК»), а так же нанодисперсный алюминий НДГ. В работе были изучены основные характеристики исследуемых газообразователей. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики газообразователей

Тип газообразователя	ПАП-1	НДГ	Газобетолайт
Активность алюминия, мас. %	98,6	99,6	89
Диапазон частиц	10-60	1-44	5-60
Преобладающий (90 %) размер частиц, мкм менее	49,1	40,45	58
Средний размер, мкм	28,9	16,2	25,4
Количество выделяемого газа	300	430	680

Таким образом, полученные результаты исследования, позволяют говорить что, нанодисперсный алюминий характеризуется рядом преимуществ по сравнению с классическим газообразователем. Все это в конечном итоге будет способствовать формированию равномерной пористости композита, и, как следствие, создаст предпосылки для производства качественных высокоэффективных ячеистых материалов.

УДК 620.22

Е.П. ТУРУТИНА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ФУТЕРОВКИ ИНДУКЦИОННОЙ ТИГЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

Факультет материаловедения и высокотемпературных технологий

В настоящее время в литейном цехе №8 ОАО «ГАЗ» для плавки серого чугуна используются 6 индукционных тигельных печей емкостью 25 т с кислой футеровкой. Опыт эксплуатации этих печей показал высокую стойкость и надежность футеровки, контроль которой осуществлялся, в основном, визуальным осмотром. Учитывая, что кислая футеровка обладает полиморфными превращениями в процессе нагрева и расплавления шихты, образуются трещины в подовой части тигля, что в ряде случаев приводит к утечке расплава и созданию аварийной ситуации. Известно несколько методов контроля футеровки:

- контроль состояния футеровки индукционной плавильной печи, заключающийся в задании, сравнении и измерении уровня характеристического параметра, который формирует сигнал отключения ИТП от сети питания. При превышении значения измеренного характеристического параметра используется собственная частота контура, образованного индукционной плавильной печью и компенсирующей ее реактивную мощность конденсаторной батареей.
- устройство автоматической защиты индуктора от прогорания в индукционной тигельной печи, содержащее индуктор, конденсаторную батарею, генератор, цепь возбуждения генератора, цепь защиты индуктора, представляющая собой цепь защиты индуктора. Такая цепь содержит реле напряжения, реле тока, реле отключения генератора, которые настроены с возможностью отключения генератора в момент касания расплава витков индуктора.
- контроль состояния футеровки с использованием сигнализатора с чувствительным элементом, который вынесен впереди индуктора.

Однако приведенные выше способы не дают представления об уменьшении толщины футеровки, и сигнализация происходит при непосредственной утечке расплава.

Литературный обзор показал, что в настоящее время для контроля состояния футеровки применяются следующие способы:

- оптическая система защиты обмотки индуктора, представляющая собой систему измерения и контроля температуры. В ней используется оптико-волоконный дат-

чик, измерительные характеристики которого обеспечивают свободный от помех контроль состояния тигля в индукционных плавильных печах.

– контроль состояния футеровки с использованием тепловизора.

Указанные способы отличаются наглядностью, не требуют специального монтажа (тепловизор) и простотой управления. Визуализация температурных профилей футеровки позволяет в режиме реального времени отслеживать изменения размеров огнеупорного тигля печи в течение всего процесса, что позволяет предотвратить аварийную ситуацию. В настоящее время проведен технический и экономический анализ использования этих способов контроля футеровки для применения в промышленных условиях.

УДК 669.14.018

М.В. ФОМИНА, С.В. КОСТРОМИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ СТАЛИ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На безопасность многих ответственных объектов в атомной, авиационной, судостроительной, нефтегазовой и других отраслях промышленности оказывает влияние эффект истощения ресурса конструктивных элементов оборудования в результате старения конструкционных материалов.

Охрупчивание стали может происходить при длительном пребывании в области рабочей температуры, а также при воздействии циклических нагрузок, что приводит к появлению дополнительных напряжений в материале конструкций. После пяти лет эксплуатации при температуре 200-300⁰С материал охрупчивается.

Для диагностики преддефектного состояния материала, с привлечением методов неразрушающего безобразцового контроля, например, на основе информационно-вычислительного комплекса (ИВК) «АСТРОН» необходимо наличие соответствующих регрессионных связей между физико-механическими и акустическими характеристиками материала. Полученные зависимости используются для контроля физико-механических свойств материала по его акустическим характеристикам, измеренным в процессе функционирования.

В работе рассматривается влияние различных режимов лазерного упрочнения на механические и акустические характеристики стали аустенитного класса.

На образцах проводились измерения микротвердости, ударной вязкости, акустические исследования до и после лазерного упрочнения и подбор термической обработки для повышения прочностных характеристик.

В качестве термообработки была выбрана объемная закалка и поверхностное лазерное упрочнение со скоростями 15, 20 и 25 мм/с при мощности 1100 Вт.

Локальная поверхностная обработка увеличивает износостойкость стали, о чем свидетельствуют данные микротвердости. Наибольшее значение микротвердости 2970 МПа при режиме лазерного упрочнения 1100Вт и 15 м/с. При этом обеспечивается необходимый комплекс свойств: в сердцевине сохраняются оптимальные значения ударной вязкости 310 кДж/см², а в поверхностном слое показатели твердости повышаются по сравнению с исходным состоянием.

Наименьшая задержка поверхностной акустической волны 21 мкс также наблюдается при скорости обработки лазером 15 мм/с. Средняя скорость поверхностной волны при этом режиме 5535 м/с. С увеличением скорости лазерной обработки увеличивается задержка поверхностной акустической волны и уменьшение значений микротвердости.

Корреляционные связи между акустическими и механическими параметрами свидетельствуют о том, что можно построить между ними регрессионные зависимости, которые могут быть использованы для восстановления значений одной характеристики по экспериментально определенной другой. Эксперимент можно проводить прямо на исследуемом элементе конструкции в процессе эксплуатации, не разрушая его, без изготовления образцов.

Для создания полной картины поведения закаленного слоя при повышенных температурах необходимы дальнейшие исследования, заключающиеся в подборе режимов объемной термической обработки, имитирующей эксплуатационные условия.

УДК 669-1

Г.Н. ГАВРИЛОВ, А.Б. КАЛИНИН, А.С. ЧЕБУРКОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАЛКОВ ТРУБОЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫХ СТАНОВ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Трубы малого диаметра предназначены для изготовления газо- и нефтепроводов, трубопроводов и др. конструкций, в том числе конструкций ответственного назначения. Одним из способов изготовления труб малого диаметром является изготовление труб в трубоэлектросварочных агрегатах. Основными стадиями изготовления труб малого диаметра в линии трубоэлектросварочных станов являются: правка рулонной стали; подгибка кромок трубной заготовки; формовка, высокочастотная сварка и калибровка трубы; объемная термообработка.

От конструкции технологического инструмента и его механических свойств зависит эффективность работы трубоэлектросварочного агрегата. Валковый инструмент является наиболее распространенным инструментом, применяемым в трубоэлектросварочных агрегатах. Данный вид инструмента используется в формовочном, сварочном и калибровочном стане. Указанный технологический инструмент предназначен для производства круглых нефтегазопроводных и обсадных гладких труб диаметром 203-530 мм, а также профильных труб размером 160x160-200x200 мм с толщиной стенки от 4,0 до 12,7 мм из углеродистых и низколегированных марок сталей. Как показывает практика, валковый инструмент является одним из узких мест.

Преждевременный выход из строя и износ валкового инструмента обусловлен следующими причинами: низкой стойкостью материала валков, разнородностью металла, неоднородностью металла по сечению валков. Кроме этого, в металле валкового инструмента присутствуют поры – концентраторы напряжений, которые расположены по границам зерен. Это приводит к ослабеванию связей между зёрнами. Наличие данных дефектов и приводит к образованию микротрещин в процессе эксплуатации валков. При этом разрушение валков происходит в основном по шпоночному пазу. В связи с этим необходимо повышать стойкость шпоночного паза валков. Поэтому данная тема является актуальной.

Появление трещин на валках можно предотвратить дополнительной обработкой изделия, например, проведением после механической обработки дополнительного отпуска с использованием высокоэффективного лазерного воздействия. Проведение операции лазерного отпуска позволит повысить стойкость инструмента. Проведение операции лазерного отпуска является предпочтительнее по сравнению с проведением отпуска по традиционной технологии. Т.к. операция лазерного отпуска имеет ряд преимуществ, а именно: локальность воздействия и возможность обработки труднодоступных мест (возможно проведение локального лазерного отпуска шпоночного паза, а не всего валка); минималь-

ные деформации изделия (геометрическая точность валкового инструмента должна быть высока); высокая степень автоматизации и концентрации энергии.

Таким образом, высокую эффективность работы трубоэлектросварочных агрегатов можно достичь повышением стойкости валкового инструмента, используя лазерные технологии.

УДК 621.74

Д.Г. ЧИСТЯКОВ, И.О. ЛЕУШИН, В.А. РЕШЕТОВ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАМКАХ ЦИФРОВОГО ПРОТИПИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

НГТУ им.Р.Е.Алексеева, УНЦ РЭЛМТ

Понятие цифрового прототипа широко используется в рамках реализации принципов быстрого прототипирования, в том числе для объектов литейно-металлургического производства. Многократное ускорения процесса исследования функциональных свойств изучаемого объекта позволяет еще на стадии его разработки обеспечить максимальную реализацию заложенных в нем практических свойств.

В современных условиях развития высокотехнологических отраслей промышленности, к области которых относится и литейное производство, основной акцент делается на применении компьютерных технологий на всех стадиях производственного цикла.

Создание самого цифрового прототипа на современном этапе не является сложной, с точки зрения технического обеспечения, задачей. В УНЦ РЭЛМТ для этого используются два основных направления:

- САД-моделирование, использование систем автоматизированного проектирования, таких как Autodesk Inventor, позволяет получить готовый цифровой прототип с применением средств инженерной графики;

- 3D-сканирование, использование высокоточного лазерного сканера Roland дает возможность оцифровки уже существующего объекта.

Полученные любым из вышеприведенных способов цифровые объекты проходят дополнительную доработку, направленную на создание качественной математической модели, являющейся исходным материалом для исследования функциональных свойств прототипа.

Для непосредственного исследования самих математических моделей в рамках структуры УНЦ РЭЛМТ используется мощная программная среда моделирования литейно-металлургических процессов LVMFlow CS.

В качестве методики моделирования используется метод конечных элементов (МКЭ), который базируется на уравнениях тепломассопереноса в интегральном виде. Область, в которой решаются уравнения, разбивается на элементы, внутри которых строятся аппроксиманты функций на основе системы базисных функций, определенных на элементе.

Основным функциональным назначением данного программного комплекса является возможность получения распределения температурно-фазовых полей в отливке и технологической форме, количества незатвердевшей жидкой фазы, полей скоростей и давлений, места образования усадочных раковин и микропористости.

Проведенные исследования математической модели делают возможной адекватную доработку цифрового прототипа объекта, что позволяет сформировать качественное решение, реализуемое затем в реальном объекте.

Технологии цифрового моделирования, реализуемые в рамках УНЦ РЭЛМТ, используются как в научной, так и учебной сферах деятельности, что позволяет проводить подготовку кадров в области литейно-металлургических процессов на уровне достаточном для интеграции в программы создания полностью цифровых производств являющихся одним из приоритетных направлений развития промышленности России.

УДК 621.789

А.В. ЮДИНА, В.А. БРАТУХИН, Г.Н. ГАВРИЛОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ Р6М5 ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексеева

В работе рассматривается влияние режимов лазерной обработки на свойства быстрорежущих сталей, и обеспечение твердости и стойкости высадочных пуансонов.

Холодная высадка является одним из методов получения заготовок в машиностроительном и метизном производстве, поэтому повышение стойкости матриц и пуансонов является важнейшей производственной задачей.

Перспективным методом повышения стойкости рабочих частей высадочных пуансонов является лазерное облучение. Так как процесс лазерной обработки целесообразно осуществлять при максимально возможной температуре, вплоть до температуры плавления, существует возможность получения изделий с более высокими значениями свойств и с достаточно глубоким упрочненным слоем.

В настоящем исследовании изучалось влияние режимов лазерной обработки на исходную структуру свойства быстрорежущей стали. Выбор материала был обусловлен тем, что эта сталь наиболее часто используется для изготовления матриц и пуансонов в холодновысадочном производстве.

В качестве образцов для исследования были использованы заготовки из стали Р6М5 после предварительной термической обработки, заключающейся в закалке и трехкратном отпуске.

Лазерное упрочнение проводилось на установке «Латус-31». Обработка проводилась в непрерывном режиме с плотностью мощности $W=1,56 \cdot 10^4$ Вт/см² и скоростью $V=5,10,20$ мм/с, что позволило получить на поверхности слои с оплавлением, без оплавления и с меньшей мощностью. Для измерения использованы приборы твердости (по Роквеллу) и микротвердости (ПМТ-3). Анализ микроструктуры проводили на микроскопе KEYENCE VHX-1000 (Япония).

Выбранные режимы соответствовали области гарантированного лазерного упрочнения для исследованных сталей. Варьируемый параметр в исследовании – скорость перемещения образца.

Проведенные исследования показали, что в стали Р6М5 под действием лазерного излучения в зоне термического влияния произошли структурные изменения. Установлено, что скорость последующей лазерной обработки оказала влияние на микротвердость и глубину упрочненного слоя.

Микротвердость увеличивается примерно на 30% при выбранном режиме без оплавления: $P=1100$ Вт, $V=10$ мм/с, $d_p=3$ мм. Микротвердость в зоне оплавления составляет 13058-13748 МПа. Содержание остаточного аустенита снижается по глубине слоя до 10926 МПа, затем возрастает примерно на 5% - микротвердости основного металла (11452 МПа). В режиме с оплавлением поверхности: $P=1100$ Вт, $V=5$ мм/с, $d_p=3$ мм произошло увеличение микротвердости стали, в структуре которой сформированы мелкоигольчатый мартенсит, остаточный аустенит и карбиды разной степени дисперсности.

Таким образом, по результатам выполненной работы были установлены оптимальные режимы лазерного облучения. При этом выяснено, что проведенная лазерная обработка для стали Р6М5 эффективна, так как твердость в зоне лазерного воздействия изменилась в сторону повышения по сравнению с исходной структурой.

СЕКЦИЯ 7

ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВОК

Подсекция 7.1

Ядерная энергетика

УДК 621.039

В.С. АБРАЖЕЕВА, А.В. ДУНЦЕВ

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТРУБОПРОВОДОВ И ЕГО СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА АЭС

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

В настоящее время в нашей стране эксплуатируется большое количество потенциально опасных промышленных объектов, в том числе и в атомной энергетике. В большей части у них заканчивается срок эксплуатации объектов и требуется решение можно ли продлить срок эксплуатации этих объектов или нет.

Существующая система диагностики на этих предприятиях позволяет принять это решение. Для этого используются различные методики для оценки состояния объектов. Самым распространенным способом является ультразвуковая дефектоскопия. Метод, основанный на прохождении ультразвуковых колебаний через металл и отражаться от дефектов. Метод прост в исполнении, но требует большого опыта оператора, проводящего обследование объекта. Самым перспективным и развивающимся методом является метод акустической эмиссии, основанный на том, что возникший дефект по мере его роста может испускать колебания, которые, впоследствии, регистрирует специальная аппаратура. Он позволяет выявить дефекты на самых ранних стадиях возникновения.

Большую опасность для трубопроводов и сварных соединений представляют трещины, непровары и коррозия.

Большим прорывом в области дефектоскопии стал переход от ручного проведения обследования к автоматическому. Проблемой этого шага стало отсутствие программного обеспечения для обработки результатов, полученных при дефектоскопии.

В настоящее время в области дефектоскопии отсутствует законченный комплекс экспресс-диагностики технического состояния оборудования, включающий в себя средство диагностики и программное обеспечение, доступный интерфейс.

С этой целью автор разработал программное обеспечение, которое обрабатывает результаты обследования в реальном времени.

Для разработки программного обеспечения автором была выбрана программная

платформа Visual Basic, что позволяет операторам быстро разобраться с программой.

Программа работает в интерактивном режиме на основе результатов, полученных при диагностики трубопроводов. Имеется средство защиты, которое не позволяет производить работу неаттестованных лиц.

Программа предусматривает оценочный расчет трещин, вмятин (продольных, поперечных), утонения стенки, шлаковых включений, отклонения от соосности и других дефектов. Комплекс рассчитывает предельное значение для выявленного дефекта и сделать вывод: можно ли эксплуатировать трубопровод или нет. Так же присутствуют графические материалы, что облегчает работу операторам.

Предусмотрена связь с текстовым процессором Microsoft Word с целью автоматического заполнения шаблона технического акта, что сокращает время, потраченное на ручное заполнение этого же акта оператором.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для решения задачи отсутствия программного обеспечения для расчета предельных размеров выявленных дефектов целесообразно использовать данный программный комплекс.

УДК 621.039

А.А. АБРАМОВ, В.В. АНДРЕЕВ

ПОСТРОЕНИЕ ОБОБЩЕННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПРИВЕДЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ГЛАДКИХ ТРУБАХ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

В работе рассмотрена процедура преобразования экспериментальной информации о течении жидкости в каналах, выполняемая с целью получения обобщенных зависимостей для гидравлических характеристик технических систем широкого спектра. Целью данного исследования всегда была разработка метода прогноза, более точно отражающая особенности реальных систем основанных на течении жидкости в гладких трубах.

В исследовании предлагается процедура предобработки экспериментальных результатов по определению гидравлических характеристик исследуемых систем. Данная процедура заключается в последовательном выполнении следующих операций. Сначала полученную экспериментально зависимость сопротивления от числа Рейнольдса заменяют двумя прямыми, представляя результаты экспериментов в логарифмической системе координат. Правому (турбулентному) режиму течения жидкости будет соответствовать практически горизонтальный участок, а левому (ламинарному) режиму течения будет соответствовать круто наклоненный к оси чисел Рейнольдса участок кривой. Эти участки пересекаются в области, приблизительно соответствующей критическому числу Рейнольдса. Условно продолжив левый круто наклоненный участок кривой до пересечения с осями координат получим два значения – условный коэффициент гидравлического сопротивления и условное значение числа Рейнольдса. Нормируя на эти значения координаты точки перелома, получим два параметра – приведенный коэффициент сопротивления и приведенное значение числа Рейнольдса. В приведенной системе координат эти два числа дают точку, которую можно считать, в некотором смысле, образом исходной экспериментальной кривой.

Проводя аналогичные преобразования для других экспериментальных и расчетных зависимостей коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса и представляя их в той же приведенной системе координат, получим

прямолинейную зависимость приведенного гидравлического сопротивления от приведенного числа Рейнольдса.

В результате данного исследования получена новая зависимость, связывающая приведенные показатели гидравлических характеристик, имеющая универсальный характер и позволяющая объединять результаты экспериментальных исследований, полученных при исследовании течения жидкости в различных гладких каналах.

Совместное рассмотрение полученных результатов с результатами экспериментального определения зависимости приведенного сопротивления от приведенных значений числа Рейнольдса и сохранение высокого значения коэффициента корреляции в случае совместного рассмотрения всех этих данных (0,9438), при зависимости сопротивления от тангенса угла отклонения (новая координата, введенная в данном исследовании) (0,9952), и числа Рейнольдса от этого же параметра (0,9438), позволяют сделать вывод о высокой степени универсальности методики.

УДК 621

А.М. БАХМЕТЬЕВ, И.А. БЫЛОВ, Л.В. АБРАМОВ

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РИСКА НА ЭНЕРГОБЛОКЕ №3 БЕЛОЯРСКОЙ АЭС

Открытое акционерное общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения имени И.И. Африкантова»

Эксплуатирующей организацией ОАО «Концерн Росэнергоатом» поставлена задача по внедрению технологии мониторинга риска для осуществления непрерывной оценки и контроля изменения количественных показателей безопасности, которые могут происходить вследствие возникновения при эксплуатации энергоблока различных событий, приводящих к нарушению нормальной эксплуатации или к изменению конфигурации систем безопасности вследствие вывода в плановый или неплановый ремонт их компонентов. ОАО «ОКБМ Африкантов» совместно с филиалом ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция» разработана система мониторинга риска «РИМ», которая в настоящее время введена в опытную эксплуатацию на энергоблоке № 3 Белоярской АЭС. Для оценки текущих количественных показателей безопасности в системе мониторинга риска «РИМ» используется логико-вероятностная модель энергоблока № 3 Белоярской АЭС, доработанная с учетом требований мониторинга риска.

В докладе представлены цели создания, основные характеристики, этапы и результаты внедрения на энергоблоке № 3 Белоярской АЭС технологии мониторинга риска.

УДК 621.039

А.Е.БАРИНОВ, В.В. АНДРЕЕВ

УЧЕТ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ДЕЙСТВИЯМИ ПЕРСОНАЛА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВАБ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Одним из наиболее общепризнанных во всем мире подходов к обоснованию и повышению безопасности атомных станций (АС) является вероятностный анализ безопасности (ВАБ). Опыт ядерной энергетики и других сфер человеческой деятельности свидетельствует о том, что ошибки персонала вносят значительный вклад в вероятности возникновения аварийных ситуаций на промышленных объектах. Поэтому необходимым условием полноты ВАБ является учет человеческого фактора.

При проведении анализа надежности персонала необходимо учитывать различные типы зависимостей между операторами, операторами и условиями управления, включая различные обратные связи, которые формируют и изменяют поведение человека. Следовательно, если не учитывать оценку зависимостей, то это может привести к оптимистичной оценке вероятностей ошибок человека.

Зависимость может быть «внешней» (между людьми) и «внутренней» («внутри» человека). Зависимость между несколькими операторами может существовать, например, при проверках одним оператором работ, выполненных другими. Имеет место зависимость между несколькими задачами, выполняемыми одним оператором. Например, при нажатии двух соседних кнопок.

Степень зависимости между действиями человека или между событиями в системах и реакциями человека на них различаются – от полной независимости до полной зависимости. Для простоты анализа вводится ряд дискретных уровней зависимости: ZD (нулевой), LD (низкий), MD (средний), HD (высокий), CD (полный).

При определении уровня зависимости между работниками важно решить, будут ли и какие взаимодействия между ними. Одна из возможных ошибок это предположение того, что каждый оператор будет активно действовать при возникновении переходного процесса. Однако в действительности большую часть операций будет выполнять лишь один или два оператора.

Поскольку ошибки персонала вносят значительный вклад в вероятности возникновения аварийных ситуаций на промышленных объектах, необходимо их минимизировать. Для этого проводят мероприятия по исправлению допущенных ошибок. Существует несколько основных факторов восстановления: резервирование персонала, сигнализация, активная и пассивная инспекции и др.

Например, фактор резервирования персонала заключается в том, что один человек проверяет работу другого. Если при этом он обнаруживает и исправляет ошибку, допущенную первым работником, то, тем самым, проявляется фактор восстановления.

Вероятность несрабатывания факторов восстановления может оцениваться как вероятность человеческой ошибки для единичного действия или суммарную вероятность невыполнения некоторого сочетания восстановительных действий. В любом случае, вероятность невозможности восстановления должна быть объединена с вероятностью исходной ошибки.

Если оцененные вероятности человеческих ошибок незначительны по отношению к другим составляющим, то нет необходимости включения оценки восстановления. Поэтому обычно влияние факторов восстановления анализируется только для ошибок, которые вносят существенный вклад в анализ аварии системы.

УДК 621.039

А.Е.БАРИНОВ, В.В. АНДРЕЕВ

УЧЕТ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ДЕЙСТВИЯМИ ПЕРСОНАЛА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВАБ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Одним из наиболее общепризнанных во всем мире подходов к обоснованию и повышению безопасности атомных станций (АС) является вероятностный анализ безопасности (ВАБ). Опыт ядерной энергетики и других сфер человеческой деятельности свидетельствует о том, что ошибки персонала вносят значительный вклад в вероятности возникновения аварийных ситуаций на промышленных объектах. Поэтому необходимым условием полноты ВАБ является учет человеческого фактора.

При проведении анализа надежности персонала необходимо учитывать различные типы зависимостей между операторами, операторами и условиями управления, включая различные обратные связи, которые формируют и изменяют поведение человека. Следовательно, если не учитывать оценку зависимостей, то это может привести к оптимистичной оценке вероятностей ошибок человека.

Зависимость может быть «внешней» (между людьми) и «внутренней» («внутри» человека). Зависимость между несколькими операторами может существовать, например, при проверках одним оператором работ, выполненных другими. Имеет место зависимость между несколькими задачами, выполняемыми одним оператором. Например, при нажатии двух соседних кнопок.

Степень зависимости между действиями человека или между событиями в системах и реакциями человека на них различаются – от полной независимости до полной зависимости. Для простоты анализа вводится ряд дискретных уровней зависимости: ZD (нулевой), LD (низкий), MD (средний), HD (высокий), CD (полный).

При определении уровня зависимости между работниками важно решить, будут ли и какие взаимодействия между ними. Одна из возможных ошибок это предположение того, что каждый оператор будет активно действовать при возникновении переходного процесса. Однако в действительности большую часть операций будет выполнять лишь один или два оператора.

Поскольку ошибки персонала вносят значительный вклад в вероятности возникновения аварийных ситуаций на промышленных объектах, необходимо их минимизировать. Для этого проводят мероприятия по исправлению допущенных ошибок. Существует несколько основных факторов восстановления: резервирование персонала, сигнализация, активная и пассивная инспекции и др.

Например, фактор резервирования персонала заключается в том, что один человек проверяет работу другого. Если при этом он обнаруживает и исправляет ошибку, допущенную первым работником, то, тем самым, проявляется фактор восстановления.

Вероятность несрабатывания факторов восстановления может оцениваться как вероятность человеческой ошибки для единичного действия или суммарную вероятность невыполнения некоторого сочетания восстановительных действий. В любом случае, вероятность невозможности восстановления должна быть объединена с вероятностью исходной ошибки.

Если оцененные вероятности человеческих ошибок незначительны по отношению к другим составляющим, то нет необходимости включения оценки восстановления. Поэтому обычно влияние факторов восстановления анализируется только для ошибок, которые вносят существенный вклад в анализ аварии системы.

УДК 621.039

А.А. БУХАЛОВ, В.В. АНДРЕЕВ

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ОЦЕНКИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ТРЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

Нет необходимости в объяснении актуальности задачи определения коэффициента гидравлического сопротивления трения во всех диапазонах чисел Рейнольдса и относительных шероховатостей трубопроводов. Условия работы технических трубопроводов в значительной степени соответствуют переходной области. Потери давления по длине прямой трубы постоянного поперечного сечения вычисляются по формуле Дарси-Вайсбаха. Трубы и каналы могут быть как гладкими, так и шероховатыми. Шероховатость может быть как равномерной, так и неравномерной. Большинство технических труб характеризуются неравномерной шероховатостью. В зависимости от значений чисел Рейнольдса принято различать три характерных участка на зависимости коэффициента гидравлического сопротивления трения от числа Рейнольдса и относительной шероховатости. Это ламинарный режим, переходный режим и квадратичный режим, при котором зависимость становится практически горизонтальной.

Разработка метода ускоренного построения зависимости коэффициента гидравлического сопротивления трения от числа Рейнольдса требует проведения работ по верификации разработанных аналитических моделей. Поэтому представляется важным проведение экспериментальных работ на стенде, включающим в себя все основные виды местных сопротивлений при широком диапазоне режимных параметров, возникающих при эксплуатации теплоэнергетических установок.

Разработан лабораторный стенд, который содержит бак с водой с подсоединенными к нему трубопроводами и насосом. Циркуляционный тракт оснащен запорной арматурой, которая позволяет оперативно изменять расход и давление в основном контуре. Перепад давления, обусловленный диссипацией энергии, характеризует гидравлическое сопротивление трубы. Следовательно, в области стабилизировавшегося течения перепад давления непосредственно является мерой гидравлического сопротивления. Коэффициент гидравлического сопротивления в первую очередь является функцией критерия Рейнольдса. Фиксируя эти два параметра мы можем построить зависимость коэффициента гидравлического сопротивления трения от числа Рейнольдса. Полученные результаты необходимо сравнить с ранее полученными экспериментальными и расчетными данными других исследователей.

Преобразуя экспериментальные результаты по определенному алгоритму, который включает в себя первоначальную нормировку данных, а затем совместное рассмотрение результатов, полученных в ходе многочисленных испытаний, можно получить обобщенную зависимость, в состав которой входят результаты гидравлических испытаний, полученные при различных условиях. Универсальный характер данной зависимости позволяет рассматривать ее как обобщенную зависимость гидравлических характеристик и использовать ее для прогнозирования характерных участков гидравлической характеристики тракта, испытания которого требуется сократить на основе использования метода прогнозирования. При этом значительно снижает затраты на проведение многочисленных экспериментов.

Для получения более точного решения поставленной задачи необходимо рассматривать всевозможные воздействия на течение теплоносителя. Это позволит разработать приближенные модели для прогнозирования, а также выполнить работы по оценке адекватности компьютерных расчетов реальным течениям теплоносителя.

УДК 621.039.4

Л.В. БЫКОВ, Ю.И. АНОШКИН

**КОМБИНИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ГТУ-АЭС ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОВЫРОБАТКИ**

НА АЭС СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ НА БАЗЕ «ВВЭР»

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

На сегодняшний день на АЭС производство энергии осуществляется с КПД около 30%. Одним из главных факторов повышения КПД является температура острого пара на входе в турбину. На АЭС с ВВЭР она не превышает 275°C, в то время как на ТЭС достигнута температура 600-700°C, а в ГТУ – 1500°C. На АЭС эта температура ограничивается возможностями циркониевой оболочки твэл.

Если взять самые современные газотурбинные установки, то при максимальной температуре рабочего тела 1400-1500°C они имеют КПД брутто около 40% (без использования парового цикла), так как температура газов на выхлопе составляет 500-600°C. На сегодняшний день для повышения КПД используют симбиоз ГТУ и паровой турбины или пылеугольной ТЭС, в результате общий КПД увеличивается до 50%-55%. Сама собой напрашивается идея также соединить ГТУ и АЭС с ВВЭР и попытаться утилизировать тепло газов на выхлопе ГТУ с помощью котла-утилизатора в паровом цикле турбоустановки АЭС с ВВЭР-300 или другой РУ с ВВЭР, при этом суммарный КПД комбинированной установки повысится до недостижимой пока для АЭС величины – 40%-49%. Подобное соединение ГТУ с пылеугольной турбоустановкой приводит к повышению КПД комбинированной установки до 46-50%. Соотношение мощностей ГТУ и паровой турбины пылеугольной ТЭС – 0,25 для тепловой схемы ПГУ с полузависимой схемой работы. В этой схеме утилизированное тепло от ГТУ используется для подогрева питательной воды паровой турбоустановки.

Энергоблок АЭС имеет преимущество перед ПГУ, так как весь процесс испарения происходит в парогенераторе АЭС за счет теплоносителя первого контура, а тепло выхлопных газов ГТУ утизируется на перегрев острого пара, выработанного в ПГ АЭС, промежуточного перегрева пара и частичного подогрева питательной воды, при этом, процесс перегрева пара и подогрева питательной воды можно оптимизировать. Для идеально возможного повышения КПД паротурбинного цикла требуется максимально возможное повышение температуры пара при минимально возможном температурном напоре между газовым и паровым потоками, и минимально возможное снижение температуры выхлопных газов на выходе из котла-утилизатора, то есть на выхлопе в атмосферу. Этого можно добиться при равенстве произведений теплоемкости на расход в каждом потоке. Средняя теплоемкость газового потока в диапазоне температур 97-590°C составляет примерно 1,19 кДж/(кг·°C), а средняя теплоемкость пара в диапазоне 280-540 °C при 60 бар – 2,7 кДж/(кг·°C), теплоемкость питательной воды примерно 4,2 кДж/(кг·°C). Таким образом, оптимальное соотношение расходов выхлопных газов и пара должно быть: 2,3:1 для получения равномерного по всей длине теплообменника перепада температур между газовым и паровым потоками. Для питательной воды оптимальное соотношение будет 3,5:1. Так как максимальный вклад в увеличение КПД вносит перегрев пара, оптимальным для комбинированной установки в целом будет соотношение расходов газа и пара 2,3:1. Это означает, что оптимально подогревать в котле-утилизаторе только 66% от расхода питательной воды, а 34% расхода питательной воды необходимо подогревать в регенеративных подогревателях.

**ПРОБЛЕМА КОДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

К безопасности атомных энергетических объектов (АЭО) в настоящее время предъявляются очень высокие требования. Именно поэтому в процессе эксплуатации, строительства и проектирования АЭО прикладываются большие усилия для обеспечения соответствия их действующим в настоящее время жестким международным нормам.

В настоящее время строящиеся и проектируемые АЭС соответствуют международным требованиям полностью, но добиться этого удалось за счет усложнения структуры систем безопасности (СБ), путем реализации ряда технических решений и увеличения количества пассивных СБ. Для расчета вероятностных показателей безопасности (ВПБ) строится математическая модель безопасности АЭС. Но каждая модель отражает только некоторые стороны исследуемого объекта. Поэтому величина ВПБ может отклоняться от фактических значений либо в большую, либо в меньшую сторону. Получение более точных и реалистичных оценок ВПБ, а также исключение из расчетов излишнего консерватизма позволяет избежать лишних материальных затрат при проектировании, строительстве и эксплуатации энергетического объекта. Проверка соответствия предъявляемым критериям ВПБ производится в рамках выполнения вероятностного анализа безопасности (ВАБ).

Для оценки безопасности используются сложные математические вероятностные модели, разбитые на несколько этапов [1] - вербальная модель, графическая модель, логическая модель, вероятностная модель, расчет требуемых вероятностных показателей. Сложность моделей, необходимость выполнения многовариантных расчетов требует их автоматизации.

В настоящее время существует достаточно много кодов для выполнения ВАБ, основанных на структуре деревьев событий/деревьев отказов. Но, не смотря на большой выбор, можно выделить ряд объективных недостатков и ограничений этой технологии: невозможность использования множественных, логических противоположных составных критериев; ограниченность логической базы аналитических и графических средств, невозможность представления последовательностей событий в различных ветвях дерева отказов; ориентация кодов на использование приближенных методов расчета вероятностных показателей безопасности и др. Результаты расчетов с использованием различных кодов при отказе системы отличаются друг от друга из-за ряда определенных допущений.

В настоящее время нецелесообразно использование кодов, основанных на большом количестве допущений. Так как завышенная оценка показателей безопасности требует вложений очень больших материальных средств. А использование, в свою очередь, более точных методов моделирования и расчета позволило бы избежать этих затрат. Таким образом, необходимо совершенствование технологии дерева отказов и переход на новые технологии.

Список литературы

1. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. // СПб.: Политехника, 2000.

АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СПОСОБОВ ОТВОДА ТЕПЛА ОТ ЯЭУ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

В атомной промышленности получили большое распространение конденсаторы охлаждаемые водой. Но использовать воду не всегда возможно, особенно, это касается районов дальнего севера. Поэтому необходим поиск альтернативных способов отвода тепла от ЯЭУ. К данным альтернативам можно отнести:

- излучение
- в землю
- воздух

Отвод тепла с помощью излучения – эта технология пришла к нам из космической отрасли. Где основным методом отвода мощности, является лучистый теплоотвод с помощью радиаторов различного вида. Однако, величина необходимой площади поверхности радиатора связана с мощностью по закону Стефана–Больцмана (излучаемая мощность пропорциональна площади излучающей поверхности и четвертой степени ее температуры), что негативно сказывается на массогабаритных характеристиках метода. В настоящее время ведутся исследования по использованию лазеров. Однако, главным конструктивным недостатком всех существующих лазеров является низкий КПД (не превышает 1%).

Отвод тепла в землю – эта технология в последнее время интенсивно развивается. Так как она позволяет не только отводить тепло, но и получать его из недр Земли, где температура остается постоянной в течение года. Но использование этого метода для постоянного отвода тепла может привести к разогреву почвы и нарушению геологической обстановки в районе базирования АЭС, что неблагоприятно скажется на безопасности эксплуатации объекта (велика вероятность проседания грунта, образования оползней).

Из всего выше сказанного аппараты воздушного охлаждения (АВО) являются единственной реальной альтернативой. Их применение дает ряд эксплуатационных преимуществ:

- экономия охлаждающей воды и уменьшение количества сточных вод,
- сокращение затрат труда на чистку аппарата ввиду отсутствия накипи и солеотложения,
- уменьшение расходов на организацию оборотного водоснабжения технологических установок,
- возможность эксплуатации АВО с температурой окружающего воздуха от -55 до +50⁰С, т.е. возможно создать мобильную мини АЭС без ограничения районов ее использования.

Чаще всего в АВО в качестве поверхности теплообмена используют трубки с наружным оребрением, в результате чего существенно улучшается теплопередача [1]. Интенсификация теплообмена с помощью оребрения поверхности труб может быть достигнута только при условии хорошего подвода тепла от стенок труб к ребрам, что требует изготовление ребристых труб из материалов с высоким коэффициентом теплопроводности или изготовление ребристых труб из биметаллов, причем материал ребер должен обладать большим коэффициентом теплопроводности, чем материал трубы [1].

Список литературы

1. Гавра Г. Г., Михайлов П. М., Рис В. В. Тепловой и гидравлический расчет теплообменных аппаратов компрессорных установок. Учебное пособие.— Л., ЛПИ, 1982, 72 с.

УДК 621.039.6

А.Н. ГАНИЧЕВ, А.С. РОМАШЕВ
**СОЗДАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ТЕРМОЯДЕРНЫХ
ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ**

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева

В настоящее время принято решение, что в качестве основного конструкционного материала (КМ) несущих элементов blankets и вакуумной камеры международного термоядерного реактора (ИТЭР) будет использоваться нержавеющая сталь аустенитного класса SS316. Это решение обусловлено невысокими нейтронными (поток 0,78 МВт/м²) и тепловыми (0,1—0,3 МВт/м²) нагрузками в ИТЭР [1]. Однако для термоядерных реакторов следующих поколений понадобятся другие КМ, стойкие к воздействию нейтронов термоядерного синтеза и более высоким тепловым нагрузкам.

КМ этих реакторов должны обладать [1]:

- хорошими физическими (теплопроводность, температурное расширение) и механическими (пластичность и трещиностойкость) свойствами;
- достаточной пластичностью при температурах хрупкого разрушения ниже 250°C в конце жизненного цикла;
- минимальной чувствительностью к водородному и гелиевому охрупчиванию;
- хорошей совместимостью с жидким литием (коррозионная стойкость);
- низкой водородопроницаемостью;
- низкой остаточной наведенной активностью при нейтронном облучении;
- геометрической устойчивостью в условиях реакторного воздействия (малое распухание).

Для создания КМ, отвечающих всем этим требованиям, необходимо проведение множества исследований характеристик материалов при различных воздействиях и в первую очередь при их облучении нейтронами с энергией 14 МэВ. Сложность заключается в создании установок, моделирующих свойства КМ после их длительной эксплуатации в термоядерных реакторах. На данный момент предложено несколько проектов интенсивных источников нейтронов, наиболее известными из которых являются IFMIF, MC INS, GDT.

На сегодняшний день руководством термоядерных программ рассматривают IFMIF в качестве единственного источника нейтронов, хотя оно не исключает необходимость дальнейшей проработки, так как IFMIF характеризуется большим градиентом потока нейтронов, что позволяет проводить исследования лишь малогабаритных образцов.

Еще одним не маловажным вопросом является комплексное использование лития в термоядерном реакторе, а именно его использования в качестве материала, контактирующего с плазмой. Требуется экспериментальное исследование и поиск закономерностей взаимодействия плазмообразующих газов с литием в условиях токамака. Известно лишь, что литий активно поглощает изотопы водорода, кислород, СО, СО₂, пары воды и другие газы вакуумной среды. Инертные газы, в том числе и

гелий, в жидком литии растворяются слабо [1]. Поэтому в данном случае имеет смысл провести ряд экспериментальных исследований взаимодействия ионов водорода (его изотопов) и гелия различных энергий с литием во избежание аварии на термоядерных реакторах.

Список литературы

1. Юхимчук А.А. Актуальные задачи тематики «Взаимодействие изотопов водорода с конструкционными материалами» // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез. 2009. № 3. с. 49 - 55.

УДК 621.039

В.В. ГРЕБЕНЬКОВ, А.В. ВАРЕНЦОВ, А.А. ДОБРОВ
Д.В. ДОРОНКОВ, А.Н. ПРОНИН

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ПОТОКА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТВС РЕАКТОРА КЛТ-40С

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время ведется строительство первой плавучей атомной электростанции. Энергоисточником такого «плавучего энергоблока» является реакторная установка КЛТ-40С. Разработку этой реакторной установки осуществляет ОАО «ОКБМ Африкантов». Одной из особенностей реактора КЛТ-40С является кассетная активная зона, состоящая из чехловых тепловыделяющих сборок (ТВС), с пластинчатыми дистанционирующими решетками (ДР).

Для обоснования теплотехнической надежности активной зоны реактора КЛТ-40С необходимо определить влияние конструкции дистанционирующих решеток на гидродинамику потока теплоносителя. Решение указанных задач осуществляется путем моделирования процессов течения потока теплоносителя в пучках труб на аэродинамическом стенде.

Экспериментальная модель, представляет собой ТВС реактора КЛТ-40С, выполнена с коэффициентом геометрического подобия $K_r=5,9$, и состоит из: шестигранного чехла, семидесяти восьми цилиндрических твэлов-имитаторов, шести цилиндрических имитаторов стержней выгорающего поглотителя, трех поясов дистанционирующих решеток [1]. Пояс дистанционирующей решетки представляет собой трехуровневый набор пластин ДР, заключенных в общий бандаж.

Все исследования проводились на участке стабилизированного автомодельного течения теплоносителя, поэтому полученные результаты можно перенести на натурные условия течения теплоносителя в активных зонах.

Для обоснования представительности экспериментальных исследований было подтверждено, что в области автомодельного течения теплоносителя коэффициенты гидравлического сопротивления ДР экспериментальной модели соответствуют коэффициентам гидравлического сопротивления натуральных решеток и составляют $\xi_{\text{ДР}} = 0,29$.

На основе полученных данных строились графики распределения проекций составляющих абсолютной скорости и картограммы изотах относительных скоростей.

Комплексный анализ результатов исследований локальной гидродинамики потока теплоносителя в модели ТВС реактора КЛТ-40С представлен в докладе. Полученные результаты используются для оценки эффективности перемешивающих свойств дистанционирующих решеток и являются базой данных для верификации CFD-кодов и программ детального пояечного расчета активных зон с ТВС для реактора

КЛТ–40С с целью уменьшения консерватизма в расчетах теплотехнической надежности активных зон.

Список литературы

1. Варенцов А.В., Доронков Д.В., Купричева Е.С., Солнцев Д.Н., Сорокин В.Д. Экспериментальные исследования локального массообмена и эффективности перемешивания теплоносителя дистанционирующими решетками в ТВС реактора КЛТ-40С. // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева №3, 2010г., Нижний Новгород.

УДК 669.539

Е.В. ГРОШЕВ, Н.Р. МАХКАМОВА, В.В. АНДРЕЕВ

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИВЫХ УСТАЛОСТИ ДЛЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день неметаллические конструкционные материалы играют значительную роль в промышленности, строительстве, энергетике. Это обусловлено их высокими эксплуатационными характеристиками. В отличие от металлов, неметаллические конструкционные материалы дешевле в изготовлении и эксплуатации. Неметаллы нашли широкое применение в промышленности и народном хозяйстве. Они используются в качестве изоляционного материала, для защиты основного материала изделия, при изготовлении плавильных печей, в различных датчиках, в качестве замедлителя нейтронов в ядерных реакторах. Трудно представить себе деталь или конструкцию, которая не подвергалась бы циклическим нагрузкам. Переменными напряжениями, приводящими к изменению свойств материала, могут быть термоциклирование, смена высокого и низкого давления, эксплуатационные нагрузки различной частоты, осевые растяжения, сжатие и т.д. Для обеспечения безопасной эксплуатации неметаллических конструкционных материалов требуется знание показателей сопротивления усталости. При графическом представлении результатов исследования показателей сопротивления усталости удобней всего использовать логарифмические координаты. При таком отображении у ряда материалов на кривой усталости наблюдается характерная точка перелома – аналог физического предела выносливости для металлов. Основываясь на экспериментальных данных по левому, круто наклоненному к оси числа циклов нагружения, участку кривой усталости, а, точнее, зная тангенс угла наклона левой ветви, можно спрогнозировать положение точки перелома кривой усталости и положение правого, практически горизонтального участка кривой усталости. Это позволяет сократить затраты на проведение длительных экспериментальных работ. Показатели усталости могут изменяться в зависимости от различных условий и факторов. Факторы могут совместно оказывать влияние на показатели сопротивления усталости. Для эффективной оценки необходимо предусмотреть такой способ, который позволил бы учесть воздействие на все показатели сопротивления усталости. При обработке большого числа экспериментальных данных возможно получение обобщенной зависимости приведенных показателей сопротивления усталости неметаллических конструкционных материалов. Такая зависимость позволяет спрогнозировать поведения кривой в многоцикловой области не только для лабораторных образцов, но и для реальных деталей. Выполняя преобразование, включающее в себя предварительную предобработку показателей сопротивления усталости с целью получения приведенных

показателей сопротивления усталости и последующее их совместное рассмотрение в пространстве приведенных показателей сопротивления усталости, образованном координатными осями, на которых откладываются соответственно значения приведенной прочности, приведенной долговечности и угол наклона кривой усталости к оси числа циклов нагружения мы получим обобщенную зависимость приведенных показателей сопротивления усталости неметаллических конструкционных материалов.

Использование обобщенной зависимости для неметаллических конструкционных материалов позволяет значительно уменьшить количество испытаний образцов, тем самым сократить продолжительность и стоимость испытаний.

УДК 621.039

А.В. ДАНИЛОВ, А.В. АНДРЕЕВ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ ОТКАЗОВ ПО ОБЩЕЙ ПРИЧИНЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВАБ АЭС.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проведении вероятностного анализа безопасности атомной станции (ВАБ АС) рассматривают события и состояния, связанные с нарушением проектных пределов безопасности, т.е. исследуются условия, в которых «отсутствует успех» в выполнении функций безопасности.

Общими целями выполнения ВАБ являются:

- определение уровня безопасности с учетом критериев, установленных в нормативной документации;
- оценка сбалансированности проектных решений энергоблока по безопасности;
- выработка рекомендаций по совершенствованию технических и организационных мер по обеспечению безопасности, в том числе мер по управлению аварией.

Отказы по общей причине, которые в отечественной нормативной документации по ВАБ именуется отказами общего вида (ООВ) - это зависимые отказы группы из нескольких элементов, происходящие одновременно или в течение короткого промежутка времени (т.е. почти одновременно), вследствие действия одной общей причины. Наличие ООВ существенно снижает возможность повышения надежности системы за счет резервирования. При исследовании влияния ООП на надежность оборудования совместно решают следующие задачи: выбор оборудования подверженного ООП, выбор соответствующей модели ООП, определение параметров используемой модели (моделей), расчет вероятностей ООП и прочие.

Расчетные программы, используемые при выполнении вероятностных расчетов в рамках ВАБ, должны обеспечивать возможность использования как можно большего количества известных параметрических моделей ООП, так и корректный расчет вероятностей ООП. Однако не все из таких программ удовлетворяют этим требованиям. Некоторые из них требуют прямого отображения ООП на деревьях отказов, другие реализуют ограниченное количество параметрических моделей. Для последней группы программ характерно использование моделей ООП, ориентированных на высоконадежное оборудование, что вносит неизбежные ошибки в результаты расчетов вероятностей ООП. Устранение отказов по общим причинам, в общем случае, сводится к исключению возникновения различных зависимостей между однотипным оборудованием, каналами, системами. Основным и важнейшим способом борьбы системы с отказами по общей причине, возникающими ввиду негативного влияния окружающей среды, является разделение однотипных каналов и оборудования с расположением их в изолированных помещениях. Кроме этого необходимым средством защиты от влияния вред-

ных факторов окружающей среды, таких как давление, температура и прочее, наряду с ослаблением действия этих факторов, является установка специального оборудования с увеличенным запасом прочности.

Отказы по общей причине, появляющиеся из-за использования однотипных конструкций, технического обслуживания, проверок предотвращаются установкой систем и устройств разного принципа действия, организации срабатывания исполнительных устройств по параметрам разной физической природы, организацией независимых проверок систем, в том числе с привлечением различных исполнителей.

Список литературы

1. А.М.Бахметьев Основы безопасности ядерных энергетических установок: учеб. пособие / А.М.Бахметьев; под ред. С.М. Дмитриева; НГТУ. Нижний Новгород, 2006.-174 с.

УДК 621.039.4

Д.Р. ДУРНЕВ, Ю.И. АНОШКИН

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ПАРОГЕНЕРАТОРА ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ НА ЕГО ТЕПЛО-ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Составление рекомендаций по оптимизации геометрических характеристик парогенератора ядерной энергетической установки является главной целью исследования влияния геометрических характеристик трубной системы парогенератора ядерной энергетической установки на его тепло-гидравлические характеристики.

Исследования и, как их результат, рекомендации будут приводиться для парогенераторов с циркуляцией теплоносителя первого контура по межтрубному пространству, прямотрубного и змеевикового исполнений, в числе которых будут рассматриваться парогенераторы с трубами малого радиусагиба, которые имеют перед другими парогенераторами такое важное преимущество как меньшая масса и габариты при тех же тепло-физических показателях, что заслуживает особенного внимания так как это преимущество особенно актуально в современных ядерных энергетических установках. Целью данной работы является разработка методики, алгоритма и программы расчета парогенераторов различного типа, в которой определяются: необходимая площадь поверхности теплообмена парогенератора для получения пара заданных параметров, гидравлических потерь по первому контуру, а также определения геометрических характеристик поверхности теплообмена. При этом используется трехзонная модель парогенератора, где на испарительном участке при необходимости учитывается вклад участка ухудшенного теплообмена. Этот участок, где происходит резкое падение теплообмена между контурами и объясняется резким уменьшением плотности среды второго контура при испарении. Для каждого из выделенных участков определяется коэффициент теплопередачи по средним параметрам на участке, после чего вычисляется площадь теплопередающей поверхности. В случае циркуляции среды второго контура по змеевикам происходит интенсификация теплообмена. Также еще одной особенностью парогенератора змеевикового исполнения является то, что навивка змеевиков производится не в единую бухту, а каждый отдельно в виде спирали. Это позволяет добиться равной длины для всех парогенерирующих трубок, а также более полного использования объема парогенератора. Трубная система же в свою очередь разбита на независимые секции по второму контуру.

Применение современной вычислительной техники и баз данных (Water Steam Pro по свойствам воды и водяного пара, Water Steam Pro Gases Calculator и Gas Fluid по свойствам газов) позволяет существенно снизить трудоемкость расчета, автоматизировать ввод исходных данных и расчеты, а также позволяет производить расчет парогенератора в широких диапазонах температур для реакторов с разными типами теплоносителя 11 различных газов и вода, с промежуточной проверкой вычислений и H-S диаграммой.

УДК 621.039

М.И. ЗИНКЕВИЧ, А.И. АЛЕКСАНДРОВА, Г.М. ГЛЕБОВ, А.В. ДУНЦЕВ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СМЕШЕНИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С развитием компьютерных технологий стало возможным моделирование потоковых процессов в различных программных средах. Под потоковыми процессами понимаются процессы смешения изотермических и неизотермических потоков, стратификация, естественная конвекция и другие процессы в гидродинамике.

Вычислительная гидродинамика - подраздел механики сплошных сред, включающий совокупность физических, математических и численных методов, предназначенных для вычисления характеристик потоковых процессов.

С помощью программных средств, используемых вычислительной гидродинамикой (CFD-программы), возможно визуализировать потоковые процессы в оборудовании ЯЭУ.

Поведение потоковых процессов в реальном оборудовании настолько сложно, что в настоящее время дать строгое математическое описание их в большинстве случаев не представляется возможным. Для этого используются методы математического и физического моделирования.

Моделирование – это способ изучения объектов и систем управления, при котором эксперимент проводится на его модели, а результаты качественно или количественно переносятся на оригинал. Моделирование базируется на подобию объектов. Подобными называются объекты, параметры которых в любой момент времени и в любой точке пространства определяются в определенное число раз. Один из объектов называется оригиналом, а второй его моделью.

Модель - это схема какого либо явления или физического объекта, заменитель оригинала. Моделирование объектов и систем управления является опосредованным отражением объектов и систем управления производственных процессов на основе замены реальных объектов и систем управления какими то другими, которые связаны с реальными и позволяют более простыми методами исследовать некоторые свойства исходных объектов и систем управления, а потом переносить полученные итоги исследования на реальные объекты и систем управления.

К типовым прежде всего относятся модель идеального перемешивания и модель идеального вытеснения. Хотя указанные модели – теоретические и соответствуют идеальным потокам, однако в ряде случаев их можно использовать для характеристики реальных потоков. Кроме перечисленных, к типовым моделям гидродинамических потоков относятся диффузионная, ячеечная и комбинированные модели (потоки с застойной зоной, байпасированием и др.). Диффузионная и ячеечная модели характеризуют реальные потоки. Эти модели при предельных идеализированных условиях переходят в одну из теоретических моделей – идеального вытеснения или

идеального перемешивания. Комбинированные модели также представляют реальные потоки в сложных объектах и строятся сочетанием более простых моделей, соответствующих отдельным участкам сложного реального потока.

В работе рассмотрены различные гидродинамические модели и их математическое описание. Что является теоритической базой для проектирования исследовательского стенда.

УДК 621.039

М.И. ЗИНКЕВИЧ, В.А. МАЛЫШЕВ, Д.С. НЕЕВИН,
Е.А. ПОВЕЛИКИНА, Л.Б. СОКОЛОВА

СТЕНД ИССЛЕДОВАНИЯ СМЕШЕНИЯ ПОТОКОВ

ОАО «ОКБМ Африкантов»

Активно разрабатываемые в настоящее время в России и за рубежом программные средства, позволяющие описывать потоковые процессы, нуждаются в верификации. В виду высокой стоимости и сложности проведения натуральных экспериментов, большинство явлений, происходящих в оборудовании реакторных установок, с достаточной степенью представительности могут быть исследованы на моделях, работающих на воде, при давлениях близких атмосферному.

Существующая экспериментальная база, основанная на использовании традиционных систем измерения, практически неприменима для адаптации и верификации CFD-программ к описанию потоковых процессов. Экспериментальные исследования потоковых процессов, пригодные для верификации, стали возможными только в последнее время вследствие использования систем измерений, основанных на методе тепловизионной и лазерной съемки. Эти методы не являются универсальными и требуют проведения большого объема работ по освоению и адаптации к условиям конкретных экспериментов.

В рамках сотрудничества НГТУ им. Р.Е. Алексеева и "ОКБМ Африкантов" в настоящее время для экспериментальных исследований и верификации программных средств разрабатывается «Стенд исследования смешения потоков».

В отличие от своих аналогов (ROCOM, Vattenfall, Fortum PTS), разрабатываемый стенд предусматривает возможность исследования потоковых процессов в условиях максимально приближенных к условиям эксплуатации транспортных реакторных установок, а именно качки, крены, деференты.

На стенде предполагается реализация следующих экспериментальных режимов:

- смешение изотермических потоков, отличающихся концентрацией примеси;
- смешение неизотермических потоков для относительно невысоких параметров воды;
- смешение неизотермических потоков при приближенных к натурным параметрах теплоносителя.

Во всех экспериментальных режимах возможны различные варианты подвода исследуемых сред к модели. Входящие в состав стенда трубопроводы и арматура на участке подвода теплоносителя к модели обеспечивают подачу/отвод теплоносителя через горизонтальные патрубки в обечайке и через крышку модели, что позволяет имитировать различное оборудование реакторных установок. К системе подачи сред (образованную упомянутыми выше трубопроводами и арматурой), можно подключать модели габаритными размерами: от 500 до 1000 мм диаметром и от 1000 до 2000 мм высотой. Построение системы измерений, структура экспериментов и разнообразие моделей обеспечивает повышение представительности исследований и облегчает

дальнейшую трактовку полученных экспериментальных данных.

Стенд обеспечит получение представительных исходных данных для верификации и адаптации программ трехмерного теплогидравлического расчета (CFD-программы) к описанию неизоэнтальпических потоков. Использование указанных программ позволит на ~20-30% сократить сроки и стоимость НИОКР при проектировании и создании перспективных реакторных установок. Кроме того, использование CFD-программ является безальтернативным методом обоснования новых перспективных режимов работы транспортных реакторных установок в условиях изменения их пространственной ориентации. Создаваемый стенд обеспечит получение уникальных экспериментальных данных для верификации CFD-программ.

УДК. 621. 039.

А. Д. ЗУДИН, А.В. БЕЗНОСОВ, П.А. БОКОВ, М.В. КОСТИН, Е.А. САТУНИНА

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КИСЛОРОДА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОНТУРАХ С ТЖМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эксплуатация систем со свинцовым теплоносителем и сплавами на его основе при температурах более 400-450⁰С может осуществляться только при наличии защитных покрытий на поверхностях конструкционных материалов(сталей). Необходимым условием формирования и доформирования защитных покрытий на основе соединений компонентов сталей с кислородом является наличие в ТЖМТ примеси термодинамически активного кислорода на уровне, способном обеспечивать образование и сохранение соединений соответствующих оксидов на поверхности материалов.

Целью проводимых работ являлась разработка научно-технических рекомендаций по конструктивным решениям, местам установки в контуре и режимам использования более простых и эффективных, по сравнению с известными, устройствами регулирования окислительного потенциала в контурах тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. Для ввода и диспергации кислородосодержащих и водородосодержащих газовых смесей в потоке ТЖМТ было предложено использовать падающие из отверстий через газовый объем на свободную поверхность струи теплоносителя, захватывающие в объем жидкого металла в мелкодисперсной фазе (0,5 мм и менее) пузыри газовых смесей.

На первом этапе работ исследовались характеристики устройства для формирования струй теплоносителя, установленного на байпасе основного циркуляционного контура – газового массообменника. В ходе экспериментов были определены динамики уменьшения и увеличения количества содержания кислорода в контуре. Результаты исследования подтвердили принципиальную возможность регулирования окислительного потенциала кислорода в ТЖМТ предложенным методом.

На втором этапе работ планируется вводить кислородосодержащую и водородосодержащую газовые смеси в газовую полость жидкометаллического насоса. Таким образом, регулирование окислительного потенциала и очистка теплоносителя и контура от кислорода осуществляется за счет контакта струй, формируемых в канавках на торцевых поверхностях труб постоянного напора, с соответствующей газовой смесью, формирование развитой поверхности контакта газовых пузырей с теплоносителем в результате падения струй на свободную поверхность теплоносителя.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ
В ТВСА РЕАКТОРОВ ВБЭР-300 МЕТОДОМ ПРОПАНОВОГО ТРАССЕРА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для снижения затрат на энергоснабжение региональных потребителей создан проект реакторной установки ВБЭР-300, в которой используются бескожуховые ТВСА каркасной конструкции. Они являются аналогами ТВСА, разработанных в ОАО «ОКБМ Африкантов» для реакторов ВБЭР-1000, в которых сконцентрированы все инновационные решения по повышенной надежности активной зоны и эффективности использования топлива. Одной из важных особенностей конструкции ТВСА является использование систем перемешивающих решеток типа «порядная прогонка» в качестве интенсификаторов теплообмена потока теплоносителя для повышения запаса до кризиса теплоотдачи.

Для обоснования теплотехнической надежности активных зон реакторных установок при постановке ТВСА с перемешивающими решетками типа «порядная прогонка» требует определения влияния конструкции решеток на гидродинамику и массообмен потока теплоносителя.

Учитывая сложность математического описания трехмерного течения жидкости в пучке твэлов, основным методом изучения гидродинамики и массообмена сборок является экспериментальное исследование масштабных моделей кассет и активных зон на экспериментальном стенде.

Экспериментальный стенд представляет собой аэродинамический разомкнутый контур, через который прокачивается воздух, имитирующий поведение потока теплоносителя в реакторе ВБЭР-300 с ТВСА. Экспериментальная модель, представляющая собой фрагмент активной зоны реактора ВБЭР-300, выполнена в полном геометрическом подобии и включает в себя сегменты трех ТВСА, пояса дистанционирующих и перемешивающих решеток.

Для исследования локальной гидродинамики и массообмена потока в экспериментальной модели применялся метод пропанового трассера [1]. Метод трассера основан на регистрации поперечного потока массы по некоторой переносимой субстанции и относится к категории методов определения коэффициентов перемешивания.

По полученным результатам были построены графики и картограммы распределения концентрации трассера по длине ЭМ, позволяющие количественно и качественно оценить эффективность перемешивания потока.

Полученные результаты исследований могут быть использованы в качестве базы экспериментальных данных для верификации CFD-кодов и программ детального поэлементного расчета активных зон водо-водяных ядерных реакторов ВБЭР-300.

Список литературы

1. Дмитриев С.М., Бородин С.С., Легчанов М.А., Солнцев Д.Н., Сорокин В.Д., Хробостов А.Е. Экспериментальные исследования гидродинамических и массообменных характеристик потока теплоносителя в ТВСА ВБЭР // Атомная энергия – 2012, т. 113, №5, с. 252-257.

УДК 621.039

М.В. КОСТИН, А.С. ЧЕРНЫШ, К.А. МАХОВ, А.И. ШУМИЛКОВ, Т.А. БОКОВА

ТРИБОТЕХНИКА ЗОН КОНТАКТА ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЖМТ- КОНСТРУКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Характеристики трения и износа контактных поверхностей определяют работоспособность и долговечность элементов энергетических контуров. Специфика ТЖМТ приводит к формированию пристенной области, что отличает триботехнические характеристики контактных пар контуров с ТЖМТ от контуров с традиционными теплоносителями (вода, натрий).

Теоретически и экспериментально показано, что в зависимости от режимных параметров контура (расход теплоносителя, температура, термодинамическая активность кислорода в расплаве свинца) приводит к изменению характеристик поверхностей элементов трубопроводов с ТЖМТ, изменяя входе циркуляции шероховатость поверхностей и толщину пристенной области.

На базе НГТУ спроектирована и монтируется экспериментальная установка для исследования триботехнических характеристик при возвратно-поступательном движении оболочки поглощающего элемента СУЗ в технологическом канале. В ходе экспериментов планируется получить зависимость гидродинамических характеристик в технологическом канале, характеристик трения и износа контактных поверхностей в зависимости от различных состояний пристенной области (толщина слоя отложений примесей, шероховатость поверхностей).

УДК 621.039

О.А. КУРИЦИНА, В.В. АНДРЕЕВ

ОШИБКИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕГО НАДЕЖНОСТЬ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Атомная электростанция (АЭС) представляет собой совокупность совместно действующих энергоблоков, оперативного и ремонтного персонала и системы управления процессом эксплуатации. АЭС обладает всеми особенностями, присущими сложным системам: сочетание человека (персонал) и машины (реактор и оборудование), удаленность оператора от объекта управления, заданное качество функционирования. Цель АЭС – безопасное производство электрической и тепловой энергии. Эффективность функционирования (способность достигать конечную цель) зависит от ее свойств, таких как качество функционирования и управления, надежность и безопасность.

Оперативный персонал (ОП) предназначен для несения круглосуточного дежурства на всех ключевых постах управления технологическими процессами АЭС. Доля оперативного персонала составляет 15-20% от общего числа работников АЭС.

Центральным пунктом операторской деятельности на АЭС является блочный щит управления (БЩУ), с которого осуществляется контроль за работой реактора и основного оборудования, управление всеми основными технологическими режимами в нормальных и аномальных условиях. Оборудование БЩУ составляют множество

информационных панелей, пульт управления и рабочие места операторов.

Круглосуточное дежурство на БЩУ ведется в три смены

Для деятельности операторов БЩУ АЭС характерны следующие основные особенности и проблемы: высокая моральная ответственность, обусловленная опасностью ядерного объекта; групповая деятельность; большой объем поступающей и перерабатываемой информации, обусловленный сложностью объекта управления; монотонность в номинальном режиме работы энергоблока; высокий темп работы и информационные перегрузки в переходных режимах.

Особую роль в деятельности операторов БЩУ играют нештатные технологические ситуации – нарушения нормальной эксплуатации и аварийные режимы. В таких ситуациях операторы испытывают дефицит времени, эмоциональные и интеллектуальные перегрузки и зачастую работают в условиях, близких к экстремальным. Ситуации, вызывающие такие условия работы, будем называть экстремальными. Экстремальная ситуация может вызвать у операторов стрессовые состояния, а потому потенциально является стрессогенной ситуацией.

Опыт последних десятилетий показывает, что неправильные действия операторов БЩУ, спровоцированные неадекватным человеко-машинным интерфейсом и другими факторами, могут привести к серьезным инцидентам и техногенным авариям. Известно, что процент аварий по вине оперативного и неоперативного персонала достаточно велик. Примерно половина аварийных ситуаций на АЭС, в том числе и серьезных, прямо или косвенно связана с ошибками человека-оператора. По разным оценкам по вине человека-оператора произошло от 15 до 40% всех аварий и от 20 до 80% всех нарушений в работе АЭС. Проанализированы и обстоятельства, при которых совершались ошибки. Наибольшее количество ошибок совершается оперативным персоналом в процессе производства электроэнергии на номинальных уровнях мощности работы энергоблока, на втором месте – испытания и опробование оборудования, на третьем – пуско-остановочные режимы, на четвертом – ремонтные работы и перегрузка топлива.

УДК 331.101.1

О.В. ГУЛЯКОВА, В.В. АНДРЕЕВ

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ПОВЕДЕНИИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ПЕРСОНАЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Объекты энергетики, несомненно, представляют собой сложные социотехнические системы, для которых одним из наиболее эффективных методов исследования и, практически, единственным инструментом комплексной оценки безопасности, позволяющим получать качественные и количественные характеристики риска аварий, является вероятностный анализ безопасности.

Необходимым условием полноты ВАБ является учет человеческого фактора, который играет важную роль в обеспечении безопасности АС. Человек осуществляет контроль эксплуатации и предотвращает значительные отклонения от нормального хода процесса, проводит проверки работоспособности систем и при необходимости восстанавливает отказавшие элементы, а так же выполняет коррекцию действий при управлении запроектной аварией.

Анализ надежности персонала (АНП) включает формирование перечня действий персонала, которые могут оказать влияние на состояние работоспособности систем

атомной станции (АС). Хотелось бы выделить направления исследования состояния и деятельности оператора в условиях действия стрессогенных факторов, обусловленных нештатными технологическими событиями и ситуациями, которое занимает существенное место в количественном анализе АНП.

Процедура АНП выполняется после построения моделей систем и делится на этапы его проведения.

Этап 1. Ознакомление с объектом исследования.

Осуществляются сбор и изучения информации об особенностях установки и исследуемых событий.

Этап 2. Качественный анализ.

Предварительный анализ всех потенциально возможных действий персонала.

Этап 3. Количественный анализ.

Определение численного значения вероятностей ошибок персонала, определенных во втором этапе.

Этап 4. Оформление результатов анализа.

Упрощает использование результатов анализа надежности персонала при выполнении ВАБ, облегчает возможность проверки результатов.

Каждый блок выполнения анализа содержит набор конкретных операций, требующих некоторой исходной информации и завершающихся определенным результатом.

Непосредственная задача, осуществить количественный анализ с учетом стресса.

Цель количественного анализа – определение итоговой вероятности ошибок для логической структуры, где в качестве исходных можно использовать полученные: данные, полученные на основе имевших место аварий; опубликованные данные по надежности персонала; оценки экспертов и другое. Для количественного анализа предаварийных действий можно использовать банк данных методом THERP.

При выполнении работ в рамках этого блока необходимо выявить те действия персонала, которые в процессе нормальной эксплуатации установки способны инициировать аварийную ситуацию. Исчерпывающую информацию для исследования можно получить только с помощью персонала АС. Опросы персонала позволяет выделить интересующие задачи и рассмотреть особенности их выполнения.

Необходимо определить факторы, влияющие на вероятность ошибки при выполнении задач:

- внешнее сходство рассматриваемых приборов и органов управления с другими однотипными;
- сходство символов в обозначении оборудования, и другие факторы общности;
- влияние стресса на сделанный выбор оператором АС и другим персоналом.

В настоящей работе предпринята попытка моделирования действий оператора по управлению рядом органов управления с целью определения количественных показателей надежности действий человека-оператора и учета влияния на надежность выполнения оператором своих действий различного уровня стресса и взаимодействия нескольких операторов друг с другом.

УДК 621.039

Д.А. ЛАРИОНОВ, П.А. БОКОВ, Ю.А. ЛАРЬКИНА, А.В. ЛЬВОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ГЦН РУ С ТЖМТ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальной проблемой современного реакторостроения является невозможность объективного, представительного расчета и проектирования циркуляционных насосов, для перекачки свинцового и свинцово-висмутового теплоносителя по существующим методикам и рекомендациям для воды и других жидкостей. Данная проблема возникла в связи с особенностями тяжелых жидкометаллических теплоносителей (ТЖМТ), а именно отличием некоторых физических свойств ТЖМТ от свойств воды и других «традиционных» перекачиваемых сред.

Насосное оборудование составляет важную и существенную долю в составе контуров энергетических установок. Особенности свинцово-висмутового и свинцового теплоносителей в значительной мере определяют специфику условий работы средств их циркуляции.

Целью работы является корректировка существующих методик и выдача рекомендаций для проектирования, которые позволят проводить расчет основных геометрических и гидравлических характеристик насосов, работающих в контурах энергетических установок с ТЖМТ.

Выдача рекомендаций для проектирования базируется на опыте исследований и проектирования циркуляционных насосов на ТЖМТ, а также исследованиях проводимых на создаваемом масштабном стенде. Стенд предназначен для отработки проточной части насоса, проведения ресурсных испытаний по определению работоспособности материалов проточной части насоса при условиях, максимально приближенных к реакторным. Главный элемент экспериментального стенда – осевой насос, являющийся моделью главного циркуляционного насоса (ГЦН) реакторной установки (РУ) БРЕСТ ОД-300. Модель ГЦН выполнена в соответствии с теорией моделирования в геометрическом подобии к натурному насосу $K_g=0,25$, теплоноситель – свинец с температурой 500°C , термодинамическая активность кислорода $a=10^{-2} - 10^{-4}$ расход свинца через проточную часть насоса – 200 м³/ч, материал проточной части – сталь 08X18H10T.

Результаты исследования позволят выдать рекомендации для проектирования ГЦН РУ типа БРЕСТ, создать методики расчета проточных частей осевых насосов перекачивающих ТЖМТ.

УДК. 621. 039.

Ю.А. ЛАРЬКИНА, А.В. ЛЬВОВ, П.А. БОКОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАВИТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЖМТ В «СУЖЕННОЙ» ЧАСТИ СОПЛА ВЕНТУРИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из методов исследования традиционных процессов кавитации является протекание жидкости через трубу с местным сужением (расходомер Вентури, эжектор и др.). Возрастание скорости в сжатом сечении обуславливает уменьшение статического давления на этом участке. Постепенное увеличение расхода жидкости приводит к тому, что при достаточно большой скорости течения давление в месте сужения падает до критического и возникает кавитация.

Целью экспериментальных исследований особенностей гидродинамики ТЖМТ в «суженной» части сопла Вентури (эжекционного устройств) было сравнение результатов с аналогичными результатами, полученными на водяном теплоносителе.

В процессе испытаний исследовались характеристики эжекционного устройства с диаметром суженной части около 6,0 мм. Испытания проводились на воде с температурой ок. 30°C и на ТЖМТ с температурой $400-500^{\circ}\text{C}$, варьируемым

расходом 0,25-0,77 на водяном и на высокотемпературном жидкометаллических стендах, соответственно.

Проведенные эксперименты показали, что в отличие от воды, процессы традиционной кавитации в потоке ТЖМТ не фиксируются.

Резкое возрастание (изменение характера) гидравлического сопротивления сопловых (эжекционных) устройств в потоке жидкого металла при увеличении его средней скорости может быть объяснено отходом потока от стенок канала (сужением потока) с образованием на струе поверхностных волн.

УДК. 621. 039.

Т. А. ЛИВАНОВА, Д.А. ЛАРИОНОВ, Ю.А. ЛАРЬКИНА, О.О. НОВОЖИЛОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМЕНА ОТ СВИНЦА СТЕНКЕ НА МОДЕЛИ ЗМЕЕВИКОВОГО ПАРОГЕНЕРАТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Безусловным преимуществом реакторных установок с жидкометаллическими теплоносителями (Pb, Pb-Bi, Na, K и др.) по сравнению с РУ с водяным теплоносителем (реакторами с водой под давлением, корпусными кипящими реакторами) является, наряду с более полным использованием сырьевых ресурсов, более высокий КПД энергоустановки за счет более высоких параметров пара генерируемого РУ. При этом давление в реакторном контуре РУ с ЖМТ близко к атмосферному, в отличие от РУ с водяным теплоносителем, в которых давление в реакторном контуре составляет 6 – 16 МПа (60 – 160 кгс/см²) и более. РУ с ТЖМТ, в отличие от РУ с натриевым теплоносителем выполняются двухконтурными, а не трехконтурными.

Целью расчетно-теоретических работ является конструирование наиболее безопасной РУ при возникновении в ней одной из наиболее опасных аварийных ситуаций в РУ с ТЖМТ – «межконтурная неплотность парогенератора»

Учитывая в проекте возможность возникновения аварии «межконтурная неплотность парогенератора» в РУ с ТЖМТ, большей надежностью, как показали экспериментальные и расчетно-теоретические исследования, будет обладать конструктивная схема установки с горизонтальными парогенераторами, активная зона, пароперегреватель и испаритель, главный циркуляционный насос которой размещены под свободным уровнем теплоносителя.

Компоновка РУ с горизонтальными парогенераторами позволяет:

- исключить поступление воды в активную зону реактора на быстрых нейтронах, и его «разгон» при потенциально опасной аварийной ситуации «большая межконтурная неплотность» парогенератора, при практически любом расходе рабочего тела в реакторный контур;

- исключить переопрессовку контура и гидравлические удары при практически любом расходе рабочего тела в реакторный контур при аварии «межконтурная неплотность парогенератора»;

- увеличить движущий напор естественной циркуляции и, соответственно, расход ЕЦ за счет сосредоточения участка отвода тепла (в ПГ) в верхнем участке контура, минимизации протяженности реакторного контура и исключения из него дополнительных подъемно-опускных участков, увеличивающих гидравлическое сопротивление контура и создающих движущий напор ЕЦ;

- обеспечить достаточно простое обнаружение и глушение аварийных трубок парогенератора.

ПРОХОЖДЕНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ ВЕЩЕСТВО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе мы рассматривали эффект рассеяния гамма-излучения при прохождении через различные вещества. Использовалось гамма-излучение возбужденных атомных ядер аргона. Возбужденное ядро Ar^{40} образуется при захвате электрона из ближайшей к ядру оболочки атома калия с последующим превращением в протон и испусканием нейтрино. При переходе ядра аргона из возбужденного состояния в основное и происходит испускание гамма-кванта. В качестве вещества, содержащего калий, используется известное и доступное калийное удобрение – хлористый калий KCl.

В работе подробно описан способ повышения чувствительности лабораторного прибора регистрации – цилиндрического счетчика Гейгера-Мюллера.

Для измерения гамма-фона использовалась особая цилиндрическая форма источника, что значительно увеличило эффективность измерений. Предложен точный способ математического усреднения данных, исходя из геометрии источника.

В работе рассчитан ряд параметров гамма-излучения, проведено обобщение результатов. Используемое гамма-излучение, в основном, испытывает рассеяние на атомных электронах вследствие эффекта Комптона. Использование индикатора радиоактивности позволило определить вероятность рассеяния и так называемое сечение комптоновского рассеяния.

Нами рассмотрены два способа расчета энергии гамма-излучения, проведено подробное сравнение этих способов. Сделаны выводы о достоинствах и эффективности данных методов, на основе полученных данных. Предложены удобные математические методы для обработки данных.

К работе написана программа на языке программирования C++, что значительно повышает визуализацию происходящих процессов и значительно упрощает расчетную часть. Создана 3D модель, показывающая поведение гамма-квантов, испускаемых источником, в программе AutoCAD.

**ИНТЕРАКТИВНОЕ ПОСОБИЕ ПО УПРАВЛЕНИЮ АВАРИЯМИ.
ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

ОАО «ОКБМ Африкантов»

На сегодняшний день нормативными документами по обеспечению ядерной и радиационной безопасности транспортных реакторных установок (РУ) одним из основных принципов обеспечения безопасности декларируется подбор, подготовка и поддержание квалификации персонала для действий в условиях нормальной эксплуатации и аварийных ситуациях.

Для обеспечения подготовки и поддержания квалификации персонала, обслуживающего РУ, разрабатывается специальная документация, раскрывающая конструктивные особенности изделий и определяющая порядок действий персонала в

той или иной ситуации.

Основными проблемами при работе с такой документацией являются:

- сложность восприятия большого объема текстовой информации и большого количества ссылок на разные разделы и документы;

- наличие сложных, с большим количеством элементов и глубокой разветвленностью, изображений схем и изделий, требующих затраты времени на работу с ними;

- возможность неверной трактовки информации, изложенной в документации, как следствие – ошибочные действия.

Для решения вышеуказанных проблем, ОАО «ОКБМ Африкантов», были разработаны меры, которые легли в основу структуры "Интерактивного пособия по управлению авариями", являющиеся составной частью автоматизированной системы обучения персонала транспортных РУ (рисунок 1).

Интерактивное пособие по управлению авариями – это электронный документ, содержащий рекомендуемые действия для снижения последствий аварий, описание средств управления авариями, средств контроля за протеканием процесса управления авариями, критерии идентификации аварий и критерии успешности действий по управлению авариями. Основной целью пособия является обеспечение подготовки и поддержания квалификации персонала, обслуживающего РУ, к действиям в аварийных условиях.



Рисунок 1. Главная страница «Интерактивного пособия по управлению авариями».

УДК 621

А.М. МАСЛОВ, В.И. ПОЛУНИЧЕВ

ЯДЕРНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ – ЭНЕРГОБЛОК С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТЬЮ 6 МВт

ОАО «ОКБМ Африкантов»

В рамках федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники» на 2009-2016 годы» предусмотрены мероприятия по разработке технологий использования атомных энергетических установок в гражданском судостроении, а также технологий и средств энергетического обеспечения прибрежных территорий России.

На действующих атомных судах и строящемся плавучем энергоблоке применяются российские ЯЭУ электрической мощности (35,0–70,0 МВт), что значительно превышает энергопотребности многих из прибрежных потребителей в отдаленных районах нашей страны, а также потребности оборудования, применяемого

при морской разведке и добыче углеводородных ископаемых.

Поэтому возникла необходимость разработать и создать атомные энергоблоки малой электрической мощности (до 6,0 МВт) с реакторной установкой, создаваемой на современном уровне с учетом технических решений ранее разработанных установок аналогичной мощности для эффективного и экономичного энергообеспечения населенных пунктов и промышленных предприятий в удаленных регионах, расположенных вне зоны развитых энергосистем, а также для энергоснабжения оборудования нефтегазодобывающих комплексов, работающих на морских арктических месторождениях углеводородных ископаемых.

В ноябре 2012 г. ОАО «ОКБМ Африкантов» выиграл тендер на разработку технического проекта ядерного источника энергии с электрической мощностью до 6 МВт и в декабре заключил договор с Минпроторгом № 12411.1007499.09.227.

Технический проект ядерного источника энергии выполняется в вариантах плавучего и блочно-транспортбельного энергоблоков.

В настоящих тезисах приведены результаты разработки первого этапа технического проекта – технического предложения по созданию РУ для энергоблоков.

На первом этапе – стадии технического предложения – для вариантов плавучего и блочно-транспортбельного исполнения энергоблоков принята однотипная реакторная установка с некоторыми особенностями, связанными со спецификой их размещения.

На стадии технического предложения проработаны два направления РУ для энергоблоков. Варианты с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя первого контура. Требования заказчика - обеспечить работу энергоблока 10..12 лет без перегрузки, 6 МВт мощность электрическую и срок службы – 40 лет и 20 лет – незаменяемого и заменяемого оборудования соответственно. В результате вариант с естественной циркуляцией получился с большими массогабаритными характеристиками, а именно, масса парогенерирующего блока больше на 30%, а высота – на 25%.

На последующих стадиях проектирования энергоблоков планируется дальнейшее параметрическая и конструктивная оптимизация оборудования и систем вариантов РУ с принудительной циркуляцией теплоносителя для достижения существенных преимуществ по сравнению с аналогичными прототипами, в том числе увеличение кампании активных зон до 20 лет, что дает возможность исключить выполнение перегрузок активной зоны на месте дислокации энергоблока и совместить их со средним ремонтом, выполняемым на специализированном предприятии. Это позволит отказаться от необходимости использования специальных перегрузочных плавбаз или размещения на энергоблоке перегрузочного комплекса, имеющего высокую стоимость и требующего значительных дополнительных объемов помещений и соответствующего персонала.

УДК 621.039

М.С. ОСИПОВ, В.В. МИКШЕС, О.В. МАКАРОВ
В.А. МАЛЫШЕВ, М.И. ЗИНКЕВИЧ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПРЯМОТРУБНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ

ОАО «ОКБМ Африкантов»

В ядерных энергетических установках широкое распространение получили

кожухотрубные теплообменные аппараты рекуперативного типа с пучками прямых или слегка изогнутых труб с поперечными перегородками, такие аппараты часто применяются, а иногда являются единственным приемлемым решением в тех случаях, где нет технической возможности использовать более эффективные пластинчатые теплообменники, например в том случае, когда поверхность теплообмена работает под высоким перепадом давления.

Одним из перспективных направлений решения задачи повышения эффективности тепломассообмена является закрутка потока теплоносителя [1] как внутри труб, так и в межтрубном пространстве [2].

В докладе рассмотрены и проанализированы различные технические решения по организации закрученного однофазного потока в межтрубном пространстве кожухотрубных теплообменных аппаратов, а также некоторые результаты численных и экспериментальных исследований, проводимых научными коллективами в Российской Федерации и за рубежом. Отмечено, что за последние 10 лет наибольший интерес к данному вопросу, выраженный в количестве опубликованных результатов исследований наблюдается среди ученых Китая и Индии [4-7], а наибольшее количество запатентованных решений приходится на США (одна из ранних конструкций теплообменника с винтовым обтеканием межтрубного пространства была заявлена в ноябре 1900 года и запатентована в феврале 1910 [3]).

По результатам анализа литературных данных сформулированы предложения по проведению дальнейших углубленных исследований гидродинамики потоков, закрученных в межтрубном пространстве. Кроме того, некоторые положения, приводимые авторами, например [4], были признаны дискуссионными в части представительности проведенного ими анализа результатов исследований.

Список литературы

1. Ф.Т.Каменьщиков и др. Вопросы механики вращающихся потоков и интенсификация теплообмена в ЯЭУ, М.:Энергоатомиздат, 1984. 176с.
2. Дрейцер Г.А. О некоторых проблемах создания высокоэффективных трубчатых теплообменных аппаратов, журнал "Новости теплоснабжения", №5, 2004
3. Пат. 948835 (США) Ammonia-condenser
4. Prof. Sunilkumar Shinde, Mustansir Hatim Pancha Comparative Thermal Performance Analysis Of Segmental Baffle Heat Exchanger with Continuous Helical Baffle Heat Exchanger using Kern method/ International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), Issue4, July-August 2012, pp.2264-2271
5. Jian-Fei Zhang, Ya-Ling He, Wen-Quan Tao 3D numerical simulation on shell-and-tube heat exchangers with middle-overlapped helical baffles and continuous baffles /International Journal of Heat and Mass Transfer, 2009
6. S. S. Shinde, P. V. Hadgekar, S. Pavithran Comparative Thermal analysis of helixchanger with segmental heat exchanger using Bell-Delaware methon/ International Journal of Advances in Engineering & Technology, May 2012.
7. Qiuwang Wang, Qiuyang Chen, Guidong Chen, Min Zeng Numerical investigation on combined multiple shell-pass shell-and-tube heat exchanger with continuous helical baffles /International Journal of Heat and Mass Transfer, 2008

УДК 621.039

Н.А. ПАНОВ, А.В. ДУНЦЕВ

ВАЖНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ КИПЕНИИ ЖИДКОСТИ В УСЛОВИЯХ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Итогом научно-технической работы, является постановка лабораторной установки по курсу "Теплофизика".

Лабораторная исследовательская установка, будет предназначена:

- для проведения учебных лабораторных работ по дисциплинам предусмотренным учебным планом ИЯЭ и ТФ;
- для экспериментального изучения теплоотдачи при кипении воды и получение количественных зависимостей, характеризующих процесс.

Эксплуатировать данную установку предполагается на территории НГТУ.

Теплоотдача при кипении жидкости и конденсации пара сопровождается изменением агрегатного состояния рабочего тела. Это обстоятельство порождает целый ряд специфических особенностей протекания явлений и сильно отличает их от конвективного теплообмена однофазной жидкости.

Кипением называют процесс образования пара при нагревании жидкости. Условия протекания этого процесса своеобразны и сложны. Наиболее характерной особенностью процесса является образование паровой фазы - пара. Температура образующегося пара - температура насыщения t_s , как известно, определяется давлением p , под которым находится жидкость. При заданном давлении для любой жидкости температура насыщения имеет определенное значение и остается неизменной в течении всего времени кипения.

Визуальное наблюдение процесса кипения, показывает, что пузырьки пара зарождаются только на обогреваемой поверхности, где перегрев жидкости наибольший, и только в отдельных точках этой поверхности, называемых центрами парообразования.

Вопрос о том, что может служить центром парообразования, до сих пор окончательно не решен. Можно считать установленным лишь то, что такими центрами могут оказаться пузырьки газов, адсорбированных поверхностью.

Выделяемое тепло от стенки передается в основном в жидкой фазе, а также передача тепла непосредственно в растущий на ней пузырек относительно мала и в первом приближении может не учитываться. Для воды, кипящей на поверхности определенной геометрии, материала и шероховатости коэффициент теплопередачи есть функция температуры насыщения (т.е. давления, при котором происходит кипение) и величины теплового потока:

$$\alpha = f(P_s, q_s)$$

В состав данной установки входит теплоизолированный сосуд; обогреваемая током трубка, в которую помещена термопара. Ток, величина которого может достигать нескольких сотен ампер, подводится от понижающего трансформатора. Установка, кроме упомянутой выше термопары оснащена также другой термопарой, контролирующей температуру воды в сосуде, вольтметром, регистрирующим падение напряжения на опытном участке, амперметром, включенном через трансформатор тока и термометром.

УДК 621.039

К.Г. ПЕТРОВ, Ю.П. СУХАРЕВ, В.А. ЧИРКОВ

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ВОЛНОВОГО РЕЖИМА В ЯДЕРНОМ РЕАКТОРЕ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е.Алексеева

В работе демонстрируется принципиальная возможность реализации волнового

режима в ядерном реакторе. Для этого рассматриваются два подхода, ведущие к комплексному пониманию сути явления.

Первый подход заключается в том, что вопрос о возникновении солитона в размножающей среде рассматривается аналитически, как одногрупповая задача теории переноса в плоской одномерной геометрии. Данное приближение оправдано тем, что сам реактор предполагается работающим на быстрых нейтронах, для которого одногрупповое приближение является правомерным, а геометрия потенциального реактора такова, что имеется выделенное направление распространения волны — потенциальная активная зона такого реактора представляет собой протяженный цилиндр, вдоль оси которого распространяется фронт волны.

Второй подход предполагает численное моделирование полноценной активной зоны в программном комплексе WIMS-D4. Активная зона реактора имеет форму цилиндра, который состоит из двух зон: запальная зона из естественного урана, обогащенная до некоторого варьируемого значения по ²³⁵-урану — выступает в качестве источника для генерации волны и зона распространения, которая полностью заполнена естественным ураном. Активная зона имеет гексагональную решетку ТВЭЛ, в качестве теплоносителя использовались гелий и натрий, конструкционный материал оболочек — сталь, боковая поверхность цилиндра окружена толстым слоем отражателя для предотвращения эффекта размывания волны.

Было получено аналитическое решение системы уравнений, описывающих физику процесса, состоящее из уравнения переноса нейтронов вместе со связанными уравнениями выгорания для изотопов, участвующих в цепочке превращений. Из данного решения следует ключевой вывод: демонстрируется принципиальная возможность реализации волнового режима в подобной системе, для нее характерно, что профиль энерговыделения имеет характерный вид солитона, то есть, горения в активной зоне имеет локальный характер, при этом сам профиль устойчив — его форма сохраняется на протяжении большей части кампании реактора.

Результаты численного моделирования показывают, что при определенно выбранных управляющих параметрах, в качестве которых могут выступать толщина слоя отражателя, начальное обогащение запальной зоны, объемное соотношение долей топлива, теплоносителя и конструкционного материала может достигаться волновой режим. Для него характерна высокая эффективность по выжиганию топлива — достижимая величина выгорания урана в несколько раз превышает аналогичные показатели для существующих реакторов на быстрых нейтронах, продолжительность кампании реактора может составлять от 30 лет и более в зависимости от параметров загрузки активной зоны и ее длины, причем перегрузочный механизм не требуется, волновой режим является устойчивым, то есть реактор в таком состоянии может работать автономно.

УДК 621.039.58

М.А. КАМНЕВ, Е.П. ПОТЕХИН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОГО ДАВЛЕНИЯ В ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКЕ В ПРИСУТСТВИИ ГЕЛИЯ

ОАО «ОКБМ Африкантов», г. Нижний Новгород

Высокие требования к безопасности реакторных установок определяют необходимость обоснования их безопасного состояния в условиях развития тяжелой аварии с повреждением активной зоны и выделением водорода в защитную оболочку в

результате паро-циркониевой реакции. При выделении водорода в защитную оболочку существует опасность его горения и детонации, эти процессы могут приводить к нарушению целостности последнего барьера безопасности и выходу радиоактивности в окружающую среду. основополагающую роль для предотвращения экстремального развития событий отводят средствам управления тяжелой аварией: спринклерным системам, автокаталитическим рекомбинаторам, системам пассивного отвода тепла из защитной оболочки.

В проектах разрабатываемых судовых РУ предусмотрена система снижения аварийного давления в защитной оболочке, которая отводит тепло и обеспечивает ограничение повышения давления в ЗО за счет естественной циркуляции воды в контуре охлаждения. Контур охлаждения состоит из теплообменника-конденсатора, который подключается трубопроводами к цистерне аварийного расхолаживания с запасом воды, которая в процессе аварии выпаривается в атмосферу. Эффективность работы системы снижения аварийного давления в защитной оболочке определяется процессами теплообмена при конденсации пара на теплообменной поверхности в присутствии неконденсирующихся газов (воздуха, водорода), выделяющихся в процессе развития тяжелой аварии с потерей теплоносителя и изначально содержащегося воздуха в объеме защитной оболочки. В работе представлены результаты экспериментального обоснования системы снижения аварийного давления в условиях повышенной концентрации гелия в модели защитной оболочки. В целях безопасности в условиях проведения испытаний водород был заменен гелием.

В результате экспериментальных исследований получены мощностные характеристики контура охлаждения системы снижения аварийного давления для условий развития тяжелой аварии, при давлениях парогазовой среды в модели защитной оболочки от 0,1 до 0,7 МПа (абс.) и относительной концентрации гелия от 0,1 до 0,6. Концентрация гелия в модели защитной оболочки определялась путем отбора газовых проб на хроматограф. Полученные экспериментальные данные будут использованы для получения корреляций по теплообмену при конденсации пара на поверхности трубной системы ТК с S-образными трубами в присутствии неконденсирующихся газов с повышенной концентрацией гелия, необходимых для верификации программного средства КУПОЛ-МТ.

УДК 621.039.4

А.С. РОМАШЕВ, А.Н. ГАНИЧЕВ

ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ КОНДЕНСАТОРОВ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Понижение параметров пара в проточной части паровой турбины обычно осуществляется до давления, ниже барометрического, для чего необходимо обеспечить конденсацию отработавшего в турбине пара. Для этой цели и служит конденсационная установка, которая кроме указанного назначения обеспечивает также получение чистого конденсата для питания парового котла (парогенератора), замыкая тем самым термодинамический цикл паротурбинной установки /1/.

При проектировании и строительстве энергетических установок с паротурбинным циклом инженеры столкнулись со следующими проблемами:

1. Большой расход воды (90–94% общего потребления воды электростанций /1/). Так, например, для турбины К-50-90 расход охлаждающей воды составляет 8000 м³/ч, а для К-1000-65/1500 – 170000 м³/ч. Различают три основных типа системы

водоснабжения: прямоточная, обратная с водохранилищами-охладителями, обратная с градирнями. Наиболее эффективной и экономичной является система прямоточного водоснабжения /2/.

2. Эффективная работа конденсатора непосредственно влияет на экономичность работы турбоустановки таким образом, что при изменении давления в конденсаторе на 1 кПа мощность паротурбинных установок ТЭС меняется примерно на 1%, а для АЭС – на 1,5–2,0% /3/. Поэтому очень важно следить за показателями давления в конденсаторе. Во всех случаях, когда замеряют разрежение в конденсаторе, необходимо одновременно фиксировать и барометрическое давление /4/.
3. Приток воздуха в конденсатор. Воздух поступает в конденсатор в основном через неплотности соединений трубопроводов и арматуры, находящихся под разрежением, а также с паром /4/. Удельные объемы пара и воздуха много больше удельного объема конденсата, вследствие чего образуется вакуум. Воздух – неконденсирующийся газ, поэтому разрежение в конденсаторе, в который поступает чистый пар будет сильнее, чем в конденсаторе, в который поступает паровоздушная смесь (о роли давления было сказано ранее). Для решения этой проблемы в конденсационной установке предусмотрены воздушные насосы – эжекторы, которые отсасывают воздух из конденсатора.

Список литературы

1. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю.М. Бродов, К.Э. Аронсон, А.Ю. Рябчиков, М.А. Ниренштейн; под общ. ред. Ю.М. Бродова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.–480с.
2. Ю.М. Бродов, Р.З. Савельев «Конденсационные установки паровых турбин», М : Энергоатомиздат., 1994.–288с.
3. Теплообменники энергетических установок : учебник для вузов / под общ. ред. Ю.М. Бродова. Екатеринбург : СОКРАТ, 2003.–968с.
4. В.Г. Ермилов «Теплообменные аппараты и конденсационные установки», Л : Судостроение, 1974.–223с.

УДК 621.039.4

А.С. РОМАШЕВ, А.Н. ГАНИЧЕВ

ДОСТОИНСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В период обозначившегося даже для России дефицита водных ресурсов, требуются нетрадиционные для энергетики решения в части организации процессов конденсации пара и использовании охлаждающей циркуляционной воды, потери которой при применении открытых систем охлаждения достигают 3,5-4%.

В связи с возросшими требованиями по охране окружающей среды и рациональному использованию водных ресурсов, дальнейшее использование традиционных систем охлаждения отработавшего в турбине пара становится проблематичным. В отличие от этого, использование воздушных систем охлаждения позволяет существенно снизить уровень экологической напряженности, практически полностью исключить безвозвратное водопотребление, устранить образование отложений в виде накипи и биообразований в тепло-обменном оборудовании и повысить его надежность /1/.

На данный момент уже имеется опыт эксплуатации теплообменников воздушного охлаждения (ТВО) в нефтегазовой и химической отраслях /2/. По

сравнению с теплообменниками водного охлаждения ТВО имеют ряд преимуществ:

1. Независимость расположения АЭС от природных водоемов;
2. Экологически чистый способ охлаждения;
3. Для ТВО не нужно строить дополнительно искусственные водоемы, градирни;
4. Не нужно строить очистные сооружения;
5. Нет необходимости часто промывать трассу циркуляции охлаждающей среды;
6. Низкие затраты электроэнергии на циркуляцию воздуха через ТВО.

Результаты эксплуатации ТВО свидетельствуют о возможности их использования при температуре от минус 55 до плюс 55 °С и в условиях сильного изменения температуры. Использование ТВО приводит к снижению эксплуатационных расходов до 30%, уменьшению первоначальных затрат на строительство объектов водоснабжения, канализации, очистных сооружений /2/.

Применение конденсаторов воздушного охлаждения на АЭС малой мощности в условиях крайнего севера является достойной заменой водоохлаждаемых конденсаторов и перспективным направлением развития атомной промышленности.

Список литературы

1. Юшков, Б.В. Разработка воздушного конденсатора нового поколения и исследование его характеристик.: автореф. дис. ...канд. техн. наук.: 05.14.14/ Б.В. Юшков; Москва., 2001.
2. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения / Справочник / А.Н. Бессонный, Г.А. Дрейцер, В.Б. Кунтыш, и др.; Под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. – СПб.: Недра, 1996.-512с.

УДК 621.039

Д.Н. РЫЖКОВ, А.Е. СОБОРНОВ, А.В. КОТИН, Р.Р. РЯЗАПОВ

ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ ЗАВИХРИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ В КАНАЛАХ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из способов снижения затрат при производстве оборудования является снижение его массогабаритных характеристик, что можно осуществить применением интенсификаторов теплообмена. Наиболее распространенными и энергоэффективными способами интенсификации теплообмена являются пассивные методы интенсификации. Однако при использовании данных методов возрастает не только коэффициент теплоотдачи, но и величина гидравлического сопротивления. Поэтому для выбора наиболее приемлемого в данных условиях способа повышения интенсивности конвективного теплообмена приводят сравнение различных вариантов между собой по одному или нескольким критериям оптимальности.

Таким образом, выбор интенсификатора является важным этапом проектирования теплообменного оборудования. Применение ленточных завихрителей является одним из наиболее предпочтительных способов интенсификации теплообмена, т.к. они наиболее просты в изготовлении по сравнению с другими средствами интенсификации, как пассивными, так и активными. Целью данного исследования является оценка эффективности применения ленточных интенсификаторов с различными шагами навивки в каналах теплообменного оборудования.

Исследования проводились на экспериментальной сборке стенда ФТ-80 НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Ленточные завихрители представляют собой полосу из нержавеющей стали толщиной 1 мм и шириной 9.8 мм, закрученную вокруг

центральной оси. Длина протяженных интенсификаторов теплообмена соответствует длине теплообменной трубы экспериментальной модели. Три завихрителя имеют постоянный шаг закрутки по всей длине интенсификатора, равный 40 мм, 60 мм и 80 мм. Остальные завихрителя представляют собой комбинации участков с различными шагами закрутки по длине интенсификатора: с нарастающим шагом навивки 40мм-60мм-80мм; с переменными шагами навивки 40мм-60мм-80мм-60мм-40мм и 80мм-60мм-40мм-60мм-80мм.

Экспериментальные исследования теплоотдачи проводились при следующих параметрах: давление греющего и нагреваемого теплоносителя $P_I=10\text{МПа}$ и $P_{II}=5\text{Мпа}$ соответственно; температура входа греющего теплоносителя $T_I=250^\circ\text{C}$; температура входа нагреваемого теплоносителя $T_{II}=40^\circ\text{C}$.

В результате проведенной работы был выполнен сравнительный анализ эффективности процессов интенсификации теплообмена с использованием ленточных завихрителей, который позволил сделать следующие выводы:

- интенсификаторы с переменным шагом навивки предпочтительнее, чем с постоянным и нарастающим, т.к. позволяют значительно увеличивать коэффициент теплоотдачи при незначительном увеличении величины гидравлического сопротивления;
- наиболее эффективным из рассмотренных интенсификаторов является ленточный завихритель с переменным шагом навивки с комбинацией участков – 80мм-60мм-40мм-60мм-80мм.

УДК 621.039

Е.А. САТУНИНА, А.Д. ЗУДИН, К.А. МАХОВ, Д.В. СМИРНОВ

УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА В КОНТУРАХ СО СВИНЦОВЫМ И СВИНЕЦ-ВИСМУТОВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью проводимых работ являлась разработка научно-технических рекомендаций по конструктивным решениям, местам установки в контуре и режимам использования более простых и эффективных, по сравнению с известными, устройствами регулирования окислительного потенциала в контурах тяжелым жидкометаллическим теплоносителем.

Для ввода и диспергации кислородосодержащих и водородосодержащих газовых смесей в потоке ТЖМТ было предложено использовать падающие из отверстий через газовый объем на свободную поверхность струи теплоносителя, захватывающие в объем жидкого металла в мелкодисперсной фазе (0,5 мм и менее) пузыри газовых смесей. Исследования проводились в три этапа. На первом этапе работ в качестве рабочих сред использовались вода и воздух. Испытания подтвердили принципиальную возможность создания предлагаемого устройства. На втором этапе работ исследовались характеристики газового массообменника в составе циркуляционного стенда со свинцовым теплоносителем.

Проведенные исследования подтвердили принципиальную возможность использования газового массообменника в контурах со свинцовым и свинец-висмутным теплоносителями для регулирования окислительного потенциала теплоносителя.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ РЕГЕНЕРАЦИИ ТУРБОУСТАНОВОК
С ПОМОЩЬЮ СТРУЙНЫХ НАСОСОВ-ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ**

Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

Данная работа посвящена изучению возможности применения смешивающих струйных аппаратов на тепловых и атомных электростанциях. Главными достоинствами этих аппаратов являются относительная простота конструкции, вследствие отсутствия движущихся частей, отсутствие недогрева среды, низкая требовательность к ее качеству, отсутствие потребности в электропитании. В настоящее время они применяются в России и за рубежом, в основном, во вспомогательных системах. Но наиболее интересным представляется применение струйных насосов-подогревателей, работающих по принципу пароводяного инжектора (СНП) [1] в системе регенерации турбоустановки.

Применяемые в настоящее время теплообменники (как поверхностные, так и смешивающие) обладают рядом известных недостатков, заставляющих задуматься о применении в системах регенерации турбоустановок ТЭС и АЭС оборудования нового типа. Таким оборудованием и могут быть пароводяные инжекторы. Они позволяют отказаться от использования некоторых насосов, так как давление на выходе из струйного аппарата может быть несколько большим давления рабочей среды, Применение СНП позволит значительно снизить капитальные затраты, затраты на техобслуживание и ремонт, а так же повысить надежность работы. При этом из схемы системы регенерации турбоустановки исключаются наиболее уязвимые элементы – насосы, перекачивающие воду, близкую к состоянию насыщения.

В виду особой сложности процессов, протекающих в камере смешения струйных аппаратов, работающих на двухфазной среде, не существует их точного теоретического описания, однако проведенные опытные исследования [1, 2] позволяют рассмотреть наиболее существенные свойства потоков газа и жидкости в инжекторе и их взаимодействие.

В целях изучения возможности применения СНП в системе регенерации низкого давления, для стационарных режимов работы на номинальном уровне мощности был проведен расчет тепловых схем турбоустановок К-220-44 [3] и К-1200-6,8/50. В обоих случаях сравнивалась эффективность применения СНП в системах регенерации низкого давления турбоустановок по сравнению со стандартными схемами, использующими смешивающие и поверхностные теплообменники. В обоих случаях было выявлено небольшое снижение мощности «нетто» турбоустановок при существенном снижении капитальных затрат и упрощении схемы регенерации.

Таким образом, применение струйных насосов-подогревателей в системах регенерации турбоустановок при определенных условиях является экономически целесообразным. Выбор количества и параметров СНП, а также их расчет при переменных режимах работы в настоящее время является оптимизационной задачей, открытой для рассмотрения.

Список литературы

1. Фисенко, В.В. Сжимаемость теплоносителя и эффективность работы контуров циркуляции ЯЭУ. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Соколов, Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат.
3. Ильченко А.Г., Седов Д.В. Обоснование возможности применения струйных насосов-подогревателей в системе регенерации ПТУ //Повышение эффективности энергосистем: Труды ИГЭУ. Вып. 9. – М.: Энергоатомиздат, 2009

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ РЕАКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
ПРИ ИХ СИМУЛЯЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОМ АНАЛИТИЧЕСКОМ
ТРЕНАЖЕРЕ РЕАКТОРА ВВЭР-1000**

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Большинство важных характеристик реактора не может быть получено прямыми измерениями, для их определения используют косвенные измерения и различные методики. В их основе лежит математическая обработка результатов физических экспериментов, содержащая обычно целый ряд допущений. Результаты вносятся в альбом нейтронно-физических характеристик соответствующей топливной загрузки реактора. Вопрос о верификации полученных в итоге характеристик остается открытым. Задачу такой проверки можно решать с использованием предлагаемой нами программы, базирующейся на математической модели кинетики реактора с сосредоточенными параметрами с учетом шести групп запаздывающих нейтронов и с учетом температурных обратных связей по температуре топлива и теплоносителя.

Экспериментальная часть предлагаемой нами программы реализована на функциональном аналитическом тренажере (ФАТ), представляющем собой электронную модель энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000. Численные эксперименты по расчету кинетики реактора выполнены в среде Mathcad на основе алгоритма интегрирования жестких дифференциальных уравнений «Radau».

Рассмотрим верификацию температурных коэффициентов реактивности. Суть заключается в следующем. На ФАТе реализуем переходный процесс, заключающийся в переводе реактора с одного уровня мощности на другой при помощи перемещения регулирующего органа. При этом снимаем временные зависимости нейтронной мощности реактора, его реактивности, температуры теплоносителя на входе и выходе из реактора, давления в первом контуре и т.д. Внесенную регулирующим органом реактивность следует определить по предварительно отградуированной его характеристике. Далее проводим компьютерные численные эксперименты по расчету вышеназванного переходного процесса. В числе исходных данных для расчета используем найденные ранее из опыта коэффициенты реактивности, значение которых и подлежит верификации. Сравниваем расчетные кривые с экспериментальными зависимостями. Поскольку эксперименты проводятся на блоке, а математическая модель описывает только кинетику реактора, т. е. является незамкнутой, то в качестве гипотезы замыкания вышеназванной системы уравнений используем экспериментальную зависимость температуры теплоносителя от времени на входе в реактор. Тем самым от реактора отсекается парогенератор. Сравнение результатов расчета и эксперимента осуществляем по зависимостям нейтронной мощности, реактивности и температуры теплоносителя на выходе из реактора от времени. В случае расхождения результатов расчета и эксперимента варьируем температурные коэффициенты реактивности, добиваясь удовлетворительного совпадения кривых, уточняя тем самым эти коэффициенты. Установлено, что различие между измеренными и уточненными коэффициентами реактивности при симуляции на ФАТе работы реактора могут составлять 10% и более.

Таким образом, предложен метод компьютерной верификации результатов измерения температурных коэффициентов реактивности реактора ВВЭР-1000, который уже апробирован на электронной модели энергоблока АЭС.

**КОНЦЕПЦИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ
С ТЕРМОЭМИССИОННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в отдаленных северных районах РФ есть проблема нехватки энергии для нужд населения и промышленности. Наиболее простой вариант получения электроэнергии является установка электрогенераторов. Но генераторы зависят от поставок топлива, а доставлять топливо возможно только на вертолетах. А значит есть зависимость от погоды. В качестве альтернативы можно рассмотреть ядерную энергетическую установку с термоэмиссионным преобразователем энергии.

При создании концепции ЯЭУ с термоэмиссионным преобразователем был рассмотрен предыдущий опыт разработки подобных установок. За основу были взяты ЯЭУ «Ромашка» и «СНАП-10А». При рассмотрении данных установок были выявлены положительные (высокая надежность, автономность и безопасность) и отрицательные (жидкометаллический теплоноситель, высокая температура, естественное охлаждение) моменты. Так же были рассмотрены более современные установки (используемые в спутниках) и материалы.

Были рассмотрены современные термоэмиссионные элементы. За основу были взяты термоэмиссионные элементы компании Komatsu с КПД порядка 10%. Данные элементы имеют высокую теплостойкость и надежность. Так же есть перспективные элементы с КПД порядка 30-40%. Это означает, что современные термоэмиссионные элементы могут эффективно применяться в ЯЭУ, а так же увеличивают безопасность и надежность установки (так как в них нет движущихся частей в отличие от паровых турбин).

В разработанной концепции учитываются современные разработки, материалы и конструкции. Таким образом принимаем следующие положения:

- в качестве теплоносителя используется вода (давление порядка 5-10 МПа и температура порядка 200°C), что увеличивает надежность и безопасность установки;
- за основу энергетической установки взят ректор типа ВВЭР мощностью 10МВт;
- в качестве генератора электроэнергии используются термоэмиссионные преобразователи;
- для охлаждения используется принудительная циркуляция теплоносителя первого и второго контура;
- тепло от второго контура можно использовать для отопления и теплоснабжения;

В процессе разработки было рассмотрено несколько вариантов исполнения установки. За основу был взят и рассчитан реактор ВВЭР мощностью 10МВт. Рассчитывалась его безопасность и длительность компании. Рассчитана площадь поверхности теплообмена и предложено несколько наиболее удачных вариантов компоновки термоэмиссионных элементов и оборудования.

В результате работы получилась концепция ЯЭУ с термоэмиссионным преобразователем энергии, которая позволит обеспечить тепло-электроснабжение отдаленные северные районы. А при развитии северного морского пути и роста цен на традиционные энергоресурсы данная установка может составить конкуренцию существующим энергоустановкам.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ТРУБОПРОВОДОВ РЕЦИРКУЛЯЦИИ
ТУРБОПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ НА РОСТОВСКОЙ АЭС ЭНЕРГОБЛОКАХ
№1 И №2 С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При анализе работы Ростовской АЭС на трубопроводе рециркуляции турбопитательных насосов (ТПН) энергоблоков №1 и №2 был зафиксирован высокий уровень вибраций, приводящих к разрушению опорно-подвесной системы. Трубопровод рециркуляции ТПН предназначен для обеспечения возможности работы насоса ТПН при малых расходах. В 2008г. и 2011г. на Ростовской АЭС на энергоблоках №1 и №2 при работе системы рециркуляции ТПН был проведен ряд виброисследований, в том числе на измерение собственных вибраций трубопровода. Исследования зафиксировали наиболее повышенный уровень вибрации при основном режиме работы трубопроводов рециркуляции ТПН - пуско-остановочные операции блока. По результатам исследований был выполнен анализ причин появления повышенного уровня вибрации и теплогидравлические расчеты. По результатам расчетов и анализа были выданы рекомендации по устранению повышенного уровня вибраций.

Общей целью реконструкции является выполнение мероприятий по снижению повышенного уровня эксплуатационных вибраций трубопроводов рециркуляции насосов ТПН Ростовской АЭС, а также уменьшение усталостного повреждения трубопровода и опорно-подвесной системы трубопровода.

Учитывая рекомендации отчета НИЦЭ «Центрэнерго» «Выполнение расчетного анализа причин повышенной вибрации с оценочным теплогидравлическим расчетом контура рециркуляции ТПН и выдачей рекомендаций по изменению конструкции дроссельного устройства» необходимо предусмотреть следующие решения в части дроссельных устройств:

➤ Существующие дроссельные устройства необходимо модернизировать в части уменьшения количества ступеней устройства до двух с расчетным перепадом давления на каждой шайбе 1,72 МПа. Дроссельные устройства расположить на вертикальном участке.

➤ Установить дополнительное дроссельное устройство, устанавливаемое по ходу среды после существующего устройства. Дополнительное устройство выполнить двухступенчатым традиционной конструкции для уменьшения турбулизации потока после шайбы.

➤ Трубопровод рециркуляции от напорного трубопровода до патрубка рециркуляции ТПН деаэраторов с учетом модернизации дроссельных устройств и работе их на пониженный перепад давления должен быть рассчитан на рабочее давление в трубопроводе до 11,76 МПа.

Список литературы

1. Выполнение расчетного анализа причин повышенной вибрации с оценочным теплогидравлическим расчетом контура рециркуляции ТПН и выдачей рекомендаций по изменению конструкции дроссельного устройства, отчет НИЦЭ «Центрэнерго», RL.12.2011.ЦЭ, 2011г., 30с.
2. Разработка рабочей документации по реконструкции трубопровода рециркуляции питательных насосов ПТА-3750-75, техническое задание на проектирование реконструкции, архивный документ А-115555пм, 48с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОБОБЩЕННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ
ФОРМИРОВАНИЯ ОБОБЩЕННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ РАЗНОГО РОДА**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поиск решения различных практических задач часто связан с необходимостью поиска скрытых закономерностей в описаниях поведения систем различного рода. Решать задачи принято аналитически, численно или экспериментально. Аналитическое решение наиболее предпочтительно, однако получить его удается весьма редко и лишь для достаточно простых моделей. Приходится находить решение с помощью численных методов или эксперимента. И численное, и экспериментальное решение требуют много времени и средств, а результат представляет собой огромный объем информации в форме, не доступной для обобщения, необходимого для процедуры оптимизации и управления [1].

Использование методологии обобщенного анализа позволяет решить ряд проблем численных и экспериментальных методов решения, связанных с большой размерностью решаемой задачи и с недостатком экспериментальных данных. В качестве примера использования вышеуказанного подхода, можно назвать опыт построения обобщенной зависимости приведенных параметров сопротивления усталости металлических материалов, и обобщенной зависимости приведенных параметров гидравлического сопротивления при течении жидкости в гладких каналах.

И в том и в другом случае получение обобщенных зависимостей выполняется в два, технически очень простых, этапа. Первоначально происходит нормирование показателей сопротивления усталости и гидравлического сопротивления. Для этого исходные экспериментально получаемые зависимости спрямляются путем представления их в логарифмической системе координат. Критические точки зависимостей (предел выносливости и область перехода к турбулентному течению жидкости) нормируются, путем отнесения координат критических точек экспериментальных зависимостей к координатам условных точек, получаемых на продолжении соответствующих участков кривых в месте их пересечения с осями координат. На втором шаге происходит одновременное рассмотрение полученных нормированных значений критических точек экспериментальных зависимостей для большого количества экспериментальных данных, полученных в различных условиях (при различных значениях действующих факторов). Большое количество совместно рассматриваемых экспериментальных данных (для зависимости приведенных показателей сопротивления усталости, например, это свыше полутора тысяч испытаний на усталость) позволяет говорить об универсальном характере данных зависимостей и использовать их в составе методов прогнозирования.

Данный подход не ограничивается построением обобщенных зависимостей сопротивления усталости металлов и зависимости приведенных параметров гидравлического сопротивления. Обобщенный анализ находит свое применение в области теплообмена, физики ядерных реакторов, электродинамики, экономики, социологии и многих других областях науки [2].

Список литературы

1. Гухман А.А., Зайцев А.А. Теория подобия, анализ размерностей, характеристические масштабы. М.: МГОУ, 1993г.
2. Гухман А.А., Зайцев А.А. Обобщенный анализ. М.: "Факториал", 1998г., 304с.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИСТЕННОГО СЛОЯ: СТЕНКА
КОНСТРУКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА - СВИНЦОВЫЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ
РЕАКТОРА НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В статье отражены экспериментальные исследования характеристик потока свинцового теплоносителя, полученные методом экспресс-замораживания, в результате которого поток свинца с температурой около 450°C за 1-2 секунды охлаждается и замораживается. Застывший слиток свинца извлекается из участка трубы. Предполагается, что в слитке в значительной мере сохраняется структура пристенной области.

Приводятся фотографии слитка свинца и внутренней поверхности трубы и результаты анализа, как без увеличения, так и при 200 и 400 кратном увеличении пристенной области. Приводятся результаты измерения микротвердости структур пристенной области, а также шероховатости стенки трубы и поверхности свинцового слитка.

Целью работы являлось исследование характеристик пристенной области, а именно, толщины ее поперечного сечения, параметров шероховатости этой поверхности и микротвердости структур пристенной области у образцов, полученных при экспресс замораживании участка потока ТЖМТ в пристенной области в зависимости от различных режимных параметров контура (температура, термодинамическая активность кислорода, время циркуляции).

При исследовании шлифов продольных разрезов труб экспериментальных участков были обнаружены отложения примесей (рис.2) в пристенной области, средняя толщина которых составляла до 0.5 мм при насыщении теплоносителя кислородом, до 50 мкм при активности 10^{-3}

Элементный состав примесей, удаленных с внутренней поверхности трубы, через которую осуществлялась циркуляция с последующим экспресс-замораживанием в ней: Pb-80%; O₂-7,5%; Cr-0,01%; Ni-0,01%; Fe-0,1%; Sb-0,1%; Bi-0,7%; Sn-0,5%; C-0,1%. Содержание в пробах компонентов конструкционных материалов объясняется, вероятно, относительно небольшим временем работы контура (сотни часов) из стали 08X18N10T при температурах, больших 500°C .

Результаты анализов показывают, что шероховатость каналов в условиях циркуляции ТЖМТ увеличивается от времени и увеличения термодинамической активности кислорода в контуре.

Измерение микротвердости производилось в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 6507-1-2007 «Металлы и сплавы. Измерение твердости по Виккерсу. Часть 1. Метод измерения» с использованием четырехгранной пирамиды с квадратным основанием (по методу Виккерса).

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ПЛУТОНИЯ, НАКОПЛЕННОГО В ВВЭР**

Введение

К настоящему времени количество плутония, наработанного в процессе эксплуатации ВВЭР в России, достигло ~300 т [1]. Выделенный из отработанного ядерного топлива ВВЭР плутоний имеет значительный уровень радиотоксичности, и простое его захоронение приведет к существенному воздействию на окружающую среду. С другой стороны, в реакторном плутонии содержится ~60 % делящихся изотопов, что делает возможным его повторное использование. Решение задачи эффективного применения реакторного плутония должно проводиться с точки зрения использования его ядерного потенциала в реакторах различных типов и снижения уровня радиотоксичности отходов топливного цикла при выполнении ограничений, связанных с запасами природного урана. Немаловажным является выбор сценария использования реакторного плутония, в котором имеют место наилучшие экономические характеристики и решены вопросы ограничения риска распространения делящихся материалов.

В представленной работе с использованием разработанной математической модели проанализированы топливные циклы ядерной энергетики, базирующейся на трех типах реакторов: ВВЭР, БН, ВТГР, которые являются основными кандидатами для осуществления замкнутого топливного цикла. Оптимизация топливного цикла проведена с использованием четырех критериев: максимальной энерговыработки, максимальной «прибыльности», минимальной радиотоксичности отходов топливного цикла и минимального риска, связанного с распространением ядерных материалов отработанного топлива.

Методики, используемые для анализа топливных циклов

Математическая модель замыкания топливного цикла различных реакторов по плутонию-239 с учетом накопленного плутония из ВВЭР за последние годы их эксплуатации разработана на основе доклада А.И. Лейпунского и др. на Третьей международной конференции по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1964) [2]. Особенностью разработанной математической модели является наличие переменного во времени внешнего источника плутония. Зная параметры рассматриваемых энергетических установок, можно вывести балансное соотношение по плутонию для системы из нескольких типов реакторов:

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{\sum_j \frac{N_{0j}}{T_{aj}} \left[-\Delta_j \left(-KBA_j \right) \cdot \exp \left\{ -\omega \left(T_{aj} + T_{паj} \right) \right\} + \sum_j \Delta_j \frac{N_{0j}}{T_{aj}} KB\mathcal{E}_{Бj} \cdot \exp \left\{ -\omega \left(T_{эбоkj} + T_{пбоkj} \right) \right\} \right]}{\sum_j \frac{N_{0j}}{T_{aj}}} + \frac{\sum_j \frac{N_{0j}}{T_{aj}}}{\sum_j \frac{N_{0j}}{T_{aj}}} + \frac{\sum_j \Delta_j \frac{N_{0j}}{T_{aj}} KB\mathcal{E}_{Tj} \cdot \exp \left\{ -\omega \left(T_{эторj} + T_{пторj} \right) \right\}}{\sum_j \frac{N_{0j}}{T_{aj}}} + \frac{G_0}{\varepsilon} \cdot \sum_j \frac{1 - \exp \left\{ -\omega T_{aj} \right\}}{P_{0j} N_{0j}} \quad (1)$$

где KBA_j – коэффициент воспроизводства плутония в активной зоне реактора j -го типа; $KB\mathcal{E}_{Бj}$ – коэффициент воспроизводства в боковой части зоны воспроизводства реактора j -го типа; $KB\mathcal{E}_{Tj}$ – коэффициент воспроизводства в торцевой части зоны воспроизводства реактора j -го типа; Δ_j – относительная глубина выгорания за кампанию для реактора j -го типа; T_{aj} – кампания реактора j -го типа; $T_{паj}$ – время переработки материала, поступающего из активной зоны реактора j -го типа; $T_{эбоkj}$ – время пребывания урана в боковой части зоны воспроизводства реактора j -го типа; $T_{пбоkj}$ – время переработки материала, поступающего из боковой части зоны воспроизводства реактора j -го типа; $T_{эторj}$ – время пребывания урана в торцевой части зоны

воспроизводства реактора j -го типа; $T_{\text{птор}j}$ – время переработки материала, поступающего из торцевой части зоны воспроизводства реактора j -го типа; $\varepsilon=0,98$ – доля плутония, повторно используемого после переработки; ω – собственная частота системы. Ее величина характеризует развитие системы во времени. Зная ω , можно определить изменение количества реакторов j -го типа с течением времени (2), а также потребление Pu-239 (3) в рассматриваемой системе реакторов.

$$N_{1j} = N_{0j} e^{\omega t} \quad (2)$$

$$i_j^g = N_{0j} \frac{P_{0j}}{T_{aj}} e^{\omega t} \quad \left[\frac{\text{г}}{\text{год}} \right], \quad (3)$$

где N_0 – начальное количество реакторов в системе; P_0 – начальная загрузка Pu-239 в активную зону реактора.

Если $\omega > 0$, то количество реакторов в системе будет увеличиваться во времени за счет накопления Pu. Если $\omega < 0$, то количество реакторов уменьшается.

В качестве критерия энергетической эффективности рассматриваемой системы реакторов использовалась суммарная энерговыработка в течение 60 лет, величина которой зависит от электрической мощности и количества реакторов, входящих в систему.

Понятие «прибыльность», используемое в работе для оценки экономической эффективности рассматриваемых систем реакторов, является отношением суммарной эффективной прибыли к суммарной электрической энерговыработке:

$$\mathcal{E}_{\text{элек}} = \mathcal{E} / \sum_j \varphi_j P_{э,j} \int_0^t N_j dt, \quad (4)$$

где $\mathcal{E} = C_{\text{элек}} - C_{\text{к}} - C_{\text{ЯТЦ}}$ – суммарная эффективная прибыль; $C_{\text{элек}}$ – стоимость суммарной электрической энерговыработки; $C_{\text{к}}$ – суммарные капитальные затраты системы энергетических реакторов; $C_{\text{ЯТЦ}}$ – суммарная стоимость ядерного топливного цикла; φ – коэффициент нагрузки реактора, принимается равным 0,9; $P_{э}$ – электрическая мощность реактора; $N(t)$ – количество реакторов в момент t .

Оценки радиотоксичности выгружаемого из реактора топлива на начальный момент и при его хранении проводились по программе ORIGEN2 [3]. Основная расчетная задача заключалась в определении накопления и убыли концентрации нуклидов в ядерных материалах при их облучении в реакторе и последующей выдержке. Для расчета изотопного состава топлива выгружаемого из реакторов типа ВВЭР, БН с МОХ топливом и ВТГР с топливом на основе реакторного плутония без разбавления воспроизводящим материалом были предварительно подготовлены одnogрупповые микросечения основных изотопов, используемых в программе ORIGEN2, полученные усреднением сечений в многогрупповом спектре соответствующего реактора.

Сравнение реакторных технологий по сопротивляемости распространению проведено на основе методологии работы [4]. Риск распространения оценивался по так называемой «привлекательности» технологии к переключению на военные цели. В качестве критериев оценки «привлекательности» использовались содержание Pu-239 в выгружаемом Pu, радиотоксичность и тепловыделение выгружаемой ТВС, а также величина спонтанного нейтронного излучения.

Анализ различных топливных циклов, замкнутых по плутонию

С использованием разработанной модели проанализированы топливные циклы ядерной энергетики, базирующейся на трех типах реакторов: ВВЭР, БН, ВТГР. В таблице 1 приведены принятые значения характеристик реакторов.

Начальное количество реакторов в каждой рассматриваемой системе и скорость их ввода в эксплуатацию определяется на основе баланса Pu-239, загружаемого и выгружаемого из активной зоны при однократном прохождении топлива через реактор каждого типа в зависимости от его места в общем топливном цикле (см. таблицу 2).

Например, если рассматриваются реакторы ВВЭР и БН, то их число будет определяться соотношением количества выгружаемого плутония из ВВЭР и потребляемого в БН: из одного ВВЭР ежегодно выгружается ~340 кг Pu-239, а один БН потребляет ежегодно ~1,4 т Pu-239, то есть для организации замкнутого цикла необходимы ~4 ВВЭР на один реактор БН.

Таблица 1 - Характеристики рассматриваемых типов реакторов [5, 6, 7]

Наименование характеристики	БН	ВВЭР	ВТГР
КВА	0,87	0,61	0,22
КВЭ _Б	0,2	0	0
КВЭ _Т	0,12	0	0
Δ	0,097	0,54	0,95
T _а , лет	1,3	3,3	3
T _{па} , лет	4	4	4
T _{бок} , лет	1,7	0	0
T _{пбок} , лет	4	0	0
T _{тор} , лет	1,3	0	0
T _{птор} , лет	4	0	0
P _о , тонн (Pu ²³⁹)	1,87	2,48	0,45
Начальная загрузка U, тонн	12,1	65,8	0
Мощность тепловая, МВт	2100	3300	600
Мощность электрическая, МВт	880	1000	280

Для каждого из рассмотренных вариантов топливных циклов с использованием разработанной математической модели были получены зависимости количества реакторов в системе, потребления Pu-239 и природного урана, а также энерговыработки системы от времени. Для каждой системы были проведены оценки стоимости топливного цикла, радиоактивности отходов и рисков распространения ядерного материала. В таблице 3 представлены обобщенные результаты анализа вариантов топливного цикла по рассматриваемым характеристикам. Затененные в таблице значения характеристик являются оптимальными.

Как показали расчеты, в системе на базе одних только быстрых реакторов почти достигается самообеспечение топливом ($\omega \approx 0$), а во всех остальных вариантах топливного цикла $\omega < 0$ и на рассматриваемом интервале времени 60 лет после исчерпания запасов Pu-239, накопленного в ВВЭР, количество реакторов в системе снижается.

Таблица 2 - Начальное количество реакторов и интенсивность ввода реакторов

Система реакторов	Начальное количество реакторов N ₀ , шт.	Скорость увеличения количества реакторов N _{1j}
ВВЭР	1 ВВЭР	1 ВВЭР/год
БН	1 БН	1 БН/год
ВТГР	1 ВТГР	1 ВТГР/год
ВВЭР+БН*	4 ВВЭР 1 БН	0,8 ВВЭР/год 0,2 БН/год
ВВЭР+ВТГР	1 ВВЭР 3 ВТГР	0,2 ВВЭР/год 0,6 ВТГР/год
БН+ВТГР	1 БН 9 ВТГР	0,1 БН/год 0,9 ВТГР/год
ВВЭР+БН+ВТГР	4 ВВЭР 1 БН 9 ВТГР	0,4 ВВЭР/год 0,1 БН/год 0,9 ВТГР/год

*) название соответствует последовательности использования реакторов в общем

топливном цикле.

Таблица 3 - Сводные результаты анализа

Наименование характеристики	ВВЭР	БН	ВТГР	ВВЭР+БН	ВВЭР+ВТГР	БН+ВТГР	ВВЭР+БН+ВТГР
Энерговыработка в течение 60 лет, МВт·сут	3,4E+8	4,0E+8	1,6E+8	4,0E+8	2,1E+8	2,0E+8	2,6E+8
«Прибыльность» в течение 60 лет, доллар/кВт·час	4,1E-02	4,3E-02	4,2E-02	4,2E-02	4,1E-02	4,2E-02	4,0E-02
Радиоактивность после выдержки 0 лет, Ки	6,9E+11	2,5E+12	2,8E+10	1,1E+12	2,5E+11	3,6E+11	5,0E+11
Радиоактивность после выдержки 10 лет, Ки	2,3E+09	4,4E+08	5,6E+08	2,3E+09	1,1E+09	5,9E+08	1,3E+09
Радиоактивность после выдержки 100 лет, Ки	7,6E+08	7,4E+08	3,1E+08	8,8E+08	4,3E+09	3,9E+08	5,5E+08
Радиоактивность после выдержки 10 ⁵ лет, Ки	1,5E+06	1,8E+06	1,0E+06	1,8E+06	1,1E+06	1,2E+06	1,3E+06
Коэффициенты «привлекательности» ОЯТ для переключения технологии, отн.ед.	0,30	1,03	0,10	0,45	0,15	0,19	0,22

Судя по полученным результатам, сделать однозначный выбор сценария, оптимального по всем рассматриваемым характеристикам, не представляется возможным. Если взять за основу получаемую энерговыработку, следует отдать предпочтение системе на основе реакторов БН или ВВЭР+БН. Принимая за основу другие характеристики топливных циклов, такие как радиотоксичность отходов топливного цикла, сопротивляемость распространению ядерных материалов, следует ориентироваться на топливные циклы на основе других реакторов, например ВТГР.

В то же время, учитывая перспективы использования различных реакторных технологий в соответствии со стратегией развития ядерной энергетики России до 2050 г. [8], можно говорить о некотором компромиссе в выборе рассмотренных типов реакторов. Так, топливный цикл, построенный на системе всех трех рассматриваемых реакторов ВВЭР+БН+ВТГР, позволяет получить достаточно представительную энерговыработку, приемлемую «прибыльность» топливного цикла, достаточно низкую радиотоксичность отходов при выдержке более 100 лет, относительно низкую «привлекательность» отработанного ядерного топлива для использования в оружейных программах. Таким образом, по совокупности оптимизируемых характеристик можно отдать предпочтение топливному циклу на основе ВВЭР+БН+ВТГР. Данный сценарий характеризуется, что немаловажно, минимальным потреблением урана на единицу вырабатываемой электроэнергии ~0,10 кг/(МВт(э)·сут). Для сценария ВВЭР+БН эта величина в 1,5 раза выше, а для сценария на одних только БН удельное потребление урана в 3,3 раза выше.

Заключение

По совокупности оптимизируемых характеристик предпочтение отдано топливному циклу на основе реакторов ВВЭР+БН+ВТГР в соотношении 4:1:9. Выбор данной композиции реакторов обеспечивает использование ВВЭР, которые преимущественно представляют реакторный парк России, обеспечивает развитие замкнутого топливного цикла на основе реакторов БН, которые в перспективе могут использоваться в собственном замкнутом топливном цикле, а также делает возможным развитие технологии ВТГР не только для производства электроэнергии, но и технологического тепла для различных промышленных областей, включая производство водорода.

Список литературы

1. Велихов Е.П., Гагаринский А.Ю., Субботин С.А., Цибульский В.Ф. Россия в мировой энергетике XXI века, Москва, ИздАТ, 2006. 136 с.
2. Лейпунский А.И. и др. Расчетные исследования по физике энергетических реакторов на быстрых нейтронах // Третья международная конференция по мирному использованию атомной энергии, доклад Р/369, Женева, 1964.
3. Croff A.G. ORIGEN2, A Revised and Updated Version of the Oak Ridge Isotope Generation and Depletion Code. ORNL-5621. July 1980.
4. В.В.Петрунин, В.И.Полуничев, Ю.П.Сухарев, В.И.Алексеев, А.Н.Лепехин Анализ характеристик проектов ЯЭУ малой и средней мощности относительно нераспространения делящихся материалов. Журнал «Атомная энергия» т.105, вып.3, сентябрь 2008г, стр. 123-127.
5. Костин В.И., Васильев Б.А. Задачи сооружения БН-800 и возможность создания перспективных быстрых реакторов. Журнал «Атомная энергия», т. 102, вып. 1, январь 2007, стр. 21-26.
6. Ядерные энергетические установки. Учебник под редакцией Долежала Н.А., М. Энергоиздат, 1990 г.
7. Кодочигов Н.Г., Сухарев Ю.П., Марова Е.В., Усынина С.Г. Возможность эксплуатации ГТ-МГР с разным топливом. Журнал «Атомная энергия», т.102, вып.1, январь 2007, стр.68-72.
8. Стратегия развития АЭ России до 2050 г. Рабочие материалы группы системного анализа РНЦ Курчатовский институт, 2009 г.

УДК. 621. 039.

СУ ЮЙ, М.В. ЯРМОНОВ, А.С. ЧЕРНЫШ, А.Д. ЗУДИН, О.О. НОВОЖИЛОВА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ОБТЕКАНИИ ТРУБ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева проведены экспериментальные исследования характеристик теплообмена от свинца к стенке, а также исследования полей скоростей и температур в высокотемпературном потоке свинцового теплоносителя при контроле и регулировании содержания примеси кислорода в теплоносителе.

Исследования проводились на специально созданном экспериментальном высокотемпературном жидкометаллическом стенде в состав которого входит экспериментальная сборка с поперечно обтекаемой поверхностью теплообмена. Экспериментальный стенд представляет собой комбинацию двух высокотемпературных жидкометаллических стендов – ФТ-2 со свинцовым теплоносителем и ФТ-1 со свинец-висмутовым теплоносителем, объединенных между собой экспериментальным

участком.

Контроль температуры теплообменной поверхности производился термопарами диаметром 1 мм, установленными в стенках теплообменных трубок. Измерение полей скоростей и температур в высокотемпературном потоке ТЖМТ производился специальными датчиками, установленными в поперечном сечении потока между рядами теплообменных труб.

Исследования характеристик теплообмена, а также полей температур и скоростей в высокотемпературном потоке свинцового теплоносителя проводились при следующих режимных параметрах: температуре свинца $t=450-500^{\circ}\text{C}$, термодинамической активности кислорода $a=10^{-5}-10^0$, расходе свинца через экспериментальный участок $Q=1-8\text{ м}^3/\text{ч}$, что соответствует скоростям теплоносителя $V=0,2-1,4\text{ м/с}$.

В настоящей работе впервые были проведены комплексные экспериментальные исследования характеристик теплообмена при поперечном обтекании труб свинцовым теплоносителем и получены зависимости $Nu=f(Re)$ при контролируемом и регулируемом содержании примеси термодинамически активного кислорода и отложений примесей. Полученные экспериментальные данные о распределении полей скоростей и температур в потоке ТЖМТ позволяют изучить процессы теплообмена и создать на их основе программные коды для инженерных расчетов теплообменных поверхностей обтекаемых ТЖМТ.

УДК 621.039

А.А. ТАБЕКИЦ, И.П. ГОЛУБЕВ, А.А. БАСОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА БЕТА-ИЗЛУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТНОГО СПЕКТРОМЕТРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева

Одним из принципиальных вопросов ядерной физики является определение энергетического спектра излучаемых частиц. При бета-распаде происходит излучение электрона или позитрона в зависимости от типа ядерной реакции. Характерной особенностью этого процесса является фиксированное значение максимальной кинетической энергии, которой обладает бета-частица, для каждого радиоактивного вещества. Также стоит отметить то, что наибольшее количество испускаемых частиц приходится на энергию, которая соответствует трети максимальной кинетической энергии бета-частицы для данной реакции деления.

В общем случае бета-частица попадает в магнитное поле, имея начальную скорость, направленную под углом к силовым линиям. Известно, что при движении заряженной частицы в магнитном поле на нее действует сила Лоренца, которая, направлена перпендикулярно вектору скорости частицы, поэтому эта сила работы не совершает. Следовательно, при движении частицы в любом стационарном магнитном поле кинетическая энергия и модуль скорости частицы сохраняются – изменяется только направление вектора скорости частицы.

Целью данной научной работы является определение энергетического спектра бета-излучения радионуклидов Na-22 и Sr-90 с применением магнитного спектрометра. В процессе работы рассматривалось движение заряженной частицы в однородном магнитном поле, когда вектор скорости частицы направлен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля. Основой магнитного спектрометра является магнит с переменным значением магнитной индукции, которая зависит от подаваемого напряжения. Бета-частицы, попадая в магнитное поле, отклоняются в нем от первоначального направления движения на некоторый угол, который зависит от кинетической энергии час-

тиц. В приборе установлен детектор, положение которого соответствует определенному значению энергии отклоненных частиц. Сигнал с детектора поступает в пересчетный прибор, который служит для счета числа импульсов за некоторый промежуток времени. Регулируя напряжение, можно изменять значение магнитной индукции, а как следствие на детектор будут попадать частицы с определенным значением кинетической энергии.

Итогом работы является определение графической зависимости (рисунок 1) числа детектируемых частиц от их кинетической энергии.

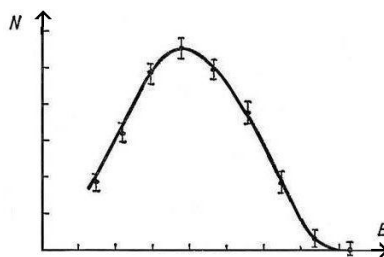


Рисунок 1 - Энергетический спектр

Результаты работы могут быть использованы, как составляющая часть программы по исследованию движения заряженных частиц в магнитном поле, а также в вопросах повышения знаний о ядерных взаимодействиях в учебных заведениях.

Данная работа выполнена на базе института «Ядерной энергетики и технической физики» ФГБОУ ВПО НГТУ им. Р.Е. Алексева.

УДК 621.039

А.Ю. ТУРУСОВ

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ПАССИВНОГО ОТВОДА ТЕПЛА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ C++

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В век развитых информационных технологий вычислительная техника берет на себя все больший спектр задач, а сложность выполняемой работы в большей степени начинает зависеть лишь от возможностей сопутствующего программного обеспечения. Реализация уже разработанных алгоритмов расчета с помощью программных средств и САПР крепко закрепилась за конструкторскими бюро и расчетными подразделениями.

Система пассивного отвода тепла, как основа для алгоритма текущего программного продукта, предназначена для отвода тепла от парогенератора за счет процессов естественной циркуляции с последующей передачей тепла воздуху окружающей среды. При этом преимуществами данной системы являются:

1. Надежность. Отсутствие средств принудительной циркуляции теплоносителя снижают риски возникновения неисправностей в системе;
2. Низкий уровень шума. Отсутствие источников сильных шумов и вибраций, которыми в активных системах являются циркуляционные насосы;
3. Отсутствие необходимости энергоснабжения. Отсутствие в системе средств принудительной циркуляции позволяют сохранять работоспособность системы в аварийных ситуациях с прерыванием подачи электроэнергии.

К недостаткам данной системы можно отнести:

1. Сравнительно небольшая мощность. Низкая теплоемкость воздуха не позволяет сочетать в себе большую мощность и малые габаритные размеры

паровоздушного теплообменника;

2. Значительные габаритные размеры. Для обеспечения надлежащего расхода в системе требуется создание значительной разности высот между парогенератором и конденсатором.

Текущий программный продукт выполнен на основе языка программирования С++ и является приложением к разработанному алгоритму расчета системы пассивного отвода тепла. Задачами приложения являются:

1. Расчет параметров системы пассивного отвода тепла по заданным значениям. По окончании расчета выводятся геометрические параметры системы согласно заданным исходным значениям;

2. Подбор оптимальных параметров под требуемые характеристики системы. Результатом таких вычислений является комплекс геометрических параметров выбранной системы согласно наилучшему критерию сравнения;

3. Вывод полученных результатов в текстовый файл. Выведение полученных результатов расчетов в текстовый файл позволяет удобный импорт и интерпретацию в другие расчетные комплексы и системы САПР.

Процесс подбора оптимальных параметров системы осуществляется по неполному перечню начальных параметров, что позволяет производить отклонения от условно принятых значений с последующим сравнением полученных результатов по выбранному критерию сравнения. В настоящий момент критерием сравнения является комплекс массогабаритных характеристик как отражение эффективности работы системы при фиксированном значении требуемой мощности отвода тепла.

Применение представленного программного продукта позволяет сократить время на поиск оптимальных решений задач проектирования СПОТ.

УДК 621.039

Д.В. ФИЛЬЧЕНКОВА, А.Г. ИЛЬЧЕНКО

АТОМНЫЕ ЗАКРЫТЫЕ ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ВТГР И ИХ ТЕПЛОВАЯ ЭКОНОМИЧНОСТЬ

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Одним из направлений ядерных технологий на сегодняшний день является развитие АЭС с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами (ВТГР) с гелиевым теплоносителем. На АЭС с ВТГР могут использоваться газотурбинные установки, работающие как простому, так и по регенеративному циклам.

Мной проводились расчеты тепловой экономичности для простого (рис. 1) и регенеративного (рис. 2) циклов ГТУ. При проведении расчетов по определению тепловой экономичности принимались значения внутреннего относительного КПД: 89 % для газовой турбины и 85 % для компрессора. Температура гелия перед турбиной варьировалась в диапазоне от 700 до 1200 °С. Определялось также влияние степени повышения давления в компрессоре (которое изменялось в диапазоне от 2 до 5) и температуры перед компрессором T_3 на внутренний КПД цикла.

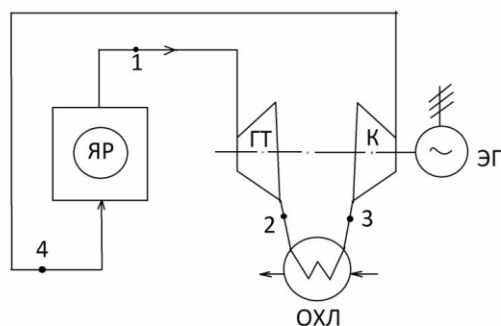


Рис.1. Принципиальная схема ГТУ простого цикла

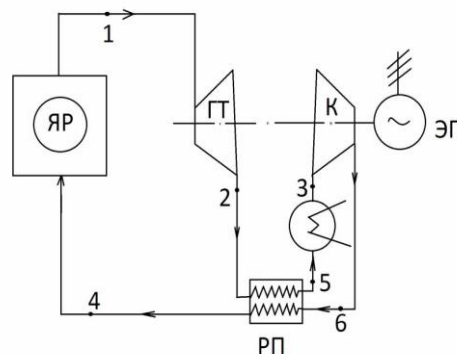


Рис. 2. Принципиальная схема ГТУ регенеративного цикла

При проведении анализа тепловой экономичности регенеративного цикла варьировались: температуры на выходе из компрессора и выходе из реактора, степень повышения давления в компрессоре и степень регенерации. Анализ результатов расчетов показал, что решающее влияние на КПД оказывает степень повышения давления в компрессоре. Экономичность цикла определяется температурами T_1 и T_3 : чем больше T_1 (или меньше T_3), тем выше экономичность ГТУ при оптимальном значении степени повышения давления в компрессоре (которая будет увеличиваться).

Отметим, что при фиксированных начальной и конечной температурах цикла наблюдается явно выраженный оптимум по степени повышения давления ε . Так, при $T_1 = 1200^\circ\text{C}$ и $T_3 = 20^\circ\text{C}$ оптимальные значения ε находятся в диапазоне 8 – 12. Как и следовало ожидать, внутренний КПД цикла возрастает с повышением начальной температуры T_1 и степени регенерации, а также при уменьшении температуры перед компрессором T_3 .

Таким образом, для повышения тепловой экономичности ГТУ ВТГР следует повышать степень повышения давления в компрессоре и температуру на выходе из реактора, уменьшать температуру газа на выходе из компрессора, а также применить регенеративный цикл ГТУ (с максимально возможной степенью регенерации).

УДК 621.039

А.С. ЧЕРНЫШ, Т.А. БОКОВА, К.А. МАХОВ, А.И. ШУМИЛКОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТЕЙ КОНТАКТНЫХ ПАР В СРЕДЕ ТЖМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время возродился интерес к использованию свинца и его сплавов в энергетических контурах с реакторами деления на быстрых нейтронах. Создание подшипников скольжения насосов, надежно работающих в ТЖМТ, требует решения проблем триботехники контактных пар, в среде высокотемпературных свинца и эвтектики свинец-висмут для специфических условий радиационной обстановки, длительного ресурса и других требований предъявляемых к реакторному оборудованию атомных электростанций.

На кафедре «АТС и МИ», Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева, ведутся работы по изучению свойств пар трения в среде тяжелых жидкометаллических теплоносителей (ТЖМТ) – свинца и эвтектики свинец – висмут.

Суть экспериментального исследования сводится к изучению влияния пристенного слоя сталь – ТЖМТ и образующегося оксидного покрытия на стали на триботехнические характеристики трущихся поверхностей (коэффициента трения и др.), при варьируемых параметрах расплава свинца или свинца-висмута.

Работы включают расчетно-теоретические и экспериментальные исследования процесса истирания поверхности контактных пар в среде тяжелых жидкометаллических теплоносителей в условиях, близких к натурным. Испытания проводились на статическом стенде с образцами конструкционных материалов, применяемых в атомной энергетике. На данный момент создан новый экспериментальный стенд для проведения дальнейших исследований триботехнических характеристик контактных пар в среде ТЖМТ.

УДК 621.372.8

А.А. АЛИМОВ, А.Е. ИВАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА С ТОНКОПЛЕНОЧНЫМИ И ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫМИ РЕЗИСТИВНО-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе представлены результаты исследований характеристик дисперсии и затухания наиболее значимых с практической точки зрения $LE(M)_{mn}$ волн с индексами $n=0$, $m \neq 0$ и $n \neq 0$, $m=0$ в принципиально диссипативных системах (когда поверхностная проводимость пленки $\Delta\sigma$ или объемная проводимость σ отличны от нуля). Классификация волн осуществлена на основе предельного перехода $\Delta\delta(\delta) \rightarrow 0$ (например $H_{m0}|_{\Delta\delta \rightarrow 0} \rightarrow LE_{m0}$ и, в частности $H_{10} \rightarrow LE_{10}$, которая не требует комментариев, так как на H_{10} работает большинство отечественной промышленной СВЧ (КВЧ) аппаратуры).

Поперечное сечение рассматриваемой системы представляет прямоугольный волновод с подвешенной диэлектрической подложкой, параллельной узкой стенке волновода с нанесенной на нее резистивной пленкой, полностью покрывающей одну сторону диэлектрика.

Для тонкопленочной структуры дисперсионное уравнение получено при помощи метода поверхностного тока, когда наряду с непрерывностью тангенциальных компонент электрического поля на границах раздела областей учитывался разрыв тангенциальных составляющих магнитного поля на пленке.

Для толстопленочной структуры резистивная пленка представлялась в виде дополнительной объемной области с проводимостью σ и комплексной диэлектрической проницаемостью ϵ_k . В этом случае записывалась на границах разделов непрерывность тангенциальных составляющих как электрического, так и магнитного полей.

Поиск корней дисперсионных уравнений осуществлялся в комплексной плоскости (β_1, β_2) продольных волновых чисел (постоянной распространения и затухания) численными методами.

Отправными точками характеристик при расчете тонкопленочных структур являлись результаты известных в литературе работ Егорова Ю. В. и Бергера М. Н., Кипилевича В. Ю. (изучавших аналогичные системы без пленок) при постоянном увеличении проводимости пленки $\Delta\delta$ от 0 до расчетных значений. Отправными точками при расчете толстопленочных структур являлись структуры с тонкими пленками при постепенном увеличении толщины пленки до заданных значений.

В результате для тонкопленочных резистивных структур для волн LE_{m0} обнаружены при определенных ϵ и $\Delta\sigma$ протяженные участки равномерного затухания $\beta_2(\omega)$ и линейные характеристики $\beta_1(\omega)$, что важно при создании широкополосных СВЧ аттенуаторов, фильтров с минимальными искажениями сигналов и т. д.. Для пояснения

частотного хода кривых постоянных распространения и затухания построены графики распределения полей в системе. Дана физическая трактовка результатов.

Расчеты с толстопленочной резистивной структурой показали выраженный многоэкстремальный характер комплексной функции дисперсионного уравнения, что значительно увеличивает время и трудоемкость расчета, требуя привлечения дополнительных методов (например метода вариации фазы) для контроля достоверности получаемых решений.

УДК 621.372.21

А.А. БАБКИН, Д.Н. ГУЛИН, В.А. МАЛАХОВ, А.С. РАЕВСКИЙ

ДИФРАКЦИЯ ОСНОВНОЙ ВОЛНЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА НА ГРАНИЦЕ СО СВОБОДНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В интерферометрах миллиметрового диапазона, предназначенных для исследования быстропротекающих процессов, в качестве зондирующих систем применяют разомкнутые на конце и экранированные диэлектрические волноводы. Расчет поля излучения представляет собой достаточно сложную электродинамическую задачу, в которой необходим учет возбуждающего устройства. Приближенное решение дает задача об излучении с торца полубесконечного волновода.

Решение дифракционной задачи об излучении с торца открытого диэлектрического волновода с использованием проекционных методов вызывает значительные сложности, связанные с невозможностью учета в спектре отраженных волн высшего типа, являющихся вытекающими. Вытекающие волны имеют нарастающий при удалении от диэлектрического волновода характер и энергетические интегралы от них являются расходящимися. Существует методика, заключающаяся в том, что круглый диэлектрический волновод помещается в соосный с ним металлический волновод больших размеров. В такой модели вытекающие волны в спектре отраженных волн заменяются на собственные волны круглого экранированного двухслойного волновода, а поле излучения раскладывается по базису собственных волн круглого экранированного однородно заполненного волновода. Данный подход имеет недостатки связанные с тем, что:

- во-первых, естественное условие излучения Зоммерфельда заменяется искусственным нулевым условием на идеальном экране;
- во-вторых, собственные волны экранированного волновода создаются токами на внутренней стенке и моделирование поля излучения в открытом пространстве в виде разложения по ним является физически некорректным.

В дифракционной оптике для разложения поля световой волны используется базис функций гауссова пучка. В цилиндрической системе координат гауссов пучок представляет собой набор мод Гаусса-Лагерра.

Обсуждается постановка дифракционной задачи о стыке круглого открытого диэлектрического волновода со свободным пространством, в предположении, что волновод возбуждается основной волной HE₁₁. В свободном пространстве поле излучения представляется в виде разложения по базису Гаусса-Лагерра.

Поставленная задача решается с учетом разного количества отраженных волн в зависимости от радиуса диэлектрического волновода. Корректность полученных результатов оценивается с использованием закона сохранения энергии. Приводятся графики радиального распределения электрического и магнитного полей по обе стороны излучающего торца волновода.

Проводится сравнение амплитудно-фазового распределения поля, рассчитанного методом Гюйгенса-Кирхгофа, для случаев невозмущенного и возмущенного (с учетом отражения) поля на торце волновода.

Рассмотрена возможность введения в спектр отраженных волн вытекающих мод волновода. При этом во второй области диэлектрического волновода введены потери, для обеспечения радиального затухания вытекающих волн на бесконечности. Приводится анализ полученных результатов и делается вывод о целесообразности введения вытекающих мод в спектр отраженных волн.

УДК 621.396.67

В.А. ГРАЧЕВ, В.В. БИРЮКОВ, Е.А. ЕРШОВА

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ЦЕПЕЙ И ПРИНЦИПА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ БАЗОВОГО ЭЛЕМЕНТА ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Антенны СВЧ широко применяют в различных областях радиоэлектроники, связи, теле- и радиовещании, радиолокации, радиотелеметрии. Успешное развитие радиоастрономии во многом связано с достижениями антенной техники СВЧ диапазона.

В радиоастрономии требуются антенны и антенные системы, способные принимать излучение с минимумом искажений его характеристик. Одним из основных типов применяемых антенн являются щелевые антенны, вследствие хороших поляризационных характеристик. Щелевые антенны (ЩА) применяются как самостоятельные антенны, имеющие широкую диаграмму направленности, или как элементы антенной решетки.

Обычно расчет характеристик приемной щелевой антенны основывается на применении принципов перестановочной двойственности и взаимности, т.е. сводится к решению аналогичной задачи для передающего симметричного электрического вибратора. Другой подход заключается в том, что приемная планарная щелевая антенна рассматривается как отрезок щелевой линии, расположенной на слое диэлектрика конечной толщины и возбуждаемой сторонними электрическими и магнитными полями. В приближении телеграфных уравнений это означает введение в эквивалентную схему линии распределенных источников тока и напряжения, определяемых амплитудами электрического и магнитного полей падающей на антенну волны с учетом коэффициента прохождения сквозь диэлектрический слой.

В последнее время наибольший интерес представляет космическое излучение КВЧ и терагерцового диапазонов, в котором линейные размеры антенны весьма малы. Исследование характеристик таких антенн весьма затруднительно в связи с дороговизной лабораторного оборудования и сложностью изготовления самих антенн. Поэтому, наиболее целесообразно проводить исследования в СВЧ диапазоне, применяя принцип электродинамического подобия. Данный принцип гласит: антенна, работающая на частоте f_1 , не изменит своих характеристик, если на новой частоте $f_2=nf_1$ ее геометрические размеры и электрическая проводимость σ будут изменены в n раз ($\sigma_2=n\sigma_1$), а диэлектрическая и магнитная проницаемости материалов антенны и среды останутся без изменений.

В докладе представлены результаты расчета распределения тока и напряжения в щелевой антенне, а также рассчитанные на их основе входное сопротивление, диаграмма направленности для ортогонально поляризованных волн и коэффициент кроссполяризации.

Частотные, поляризационные свойства и диаграммы направленности щелевых антенн исследованы экспериментально. Для определения применимости принципа электродинамического подобия проводились измерения двух ЩА на соответствующих частотах. Описана схема экспериментальной установки. Представлены подробные результаты эксперимента.

Результаты расчета основных характеристик щелевой антенны хорошо согласуются как с известными теоретическими результатами, так и с экспериментальными данными.

УДК 621.372.8

А.В. БОБРОВА, А.В. НАЗАРОВ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОЛЛОКАЦИЙ ПРИ РЕШЕНИИ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА СО СКРУГЛЕННЫМИ УГЛАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поперечное сечение прямоугольного волновода со скругленными углами представлено на рис. 1. Поскольку практический интерес представляет исследование влияния радиуса R закругления на характеристики распространения основной волны структуры, а в прямоугольном волноводе основной является волна H_{10} , то краевая задача формулируется для H -волн.

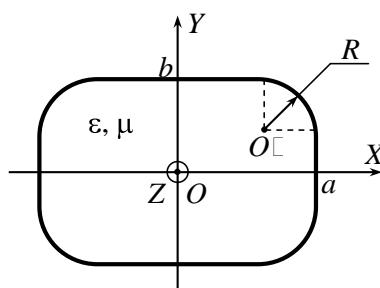


Рис. 1. Прямоугольный волновод со скругленными углами

В силу симметрии волновода относительно плоскостей $x=0$ и $y=0$ дисперсионное уравнение составляется на основе одного, первого, квадранта его поперечного сечения: $0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$.

Решение уравнения Гельмгольца для комплексной амплитуды продольной составляющей H_z магнитного поля представляется в виде:

$$H_z = \sum_{n=0}^{\infty} B_n J_n(\alpha r) \cos(n\varphi) \exp(-i\beta z),$$

где B_n – неизвестные амплитудные коэффициенты; $J_n(\alpha r)$ – функции Бесселя; α и β – поперечное и продольное волновые числа соответственно, связанные соотношением: $\alpha^2 = \epsilon\mu\omega^2 - \beta^2$; ϵ и μ – диэлектрическая и магнитная проницаемости среды, заполняющей волновод; ω – частота электромагнитного поля; r , φ и z – цилиндрические координаты. Продольная составляющая электрического поля волны $E_z = 0$. Поперечные составляющие электрического и магнитного полей определяются через составляющую H_z по формулам:

$$E_r = -i \frac{\omega\mu}{\alpha^2} \frac{1}{r} \frac{\partial H_z}{\partial \varphi}; \quad E_\varphi = i \frac{\omega\mu}{\alpha^2} \frac{\partial H_z}{\partial r}; \quad H_r = -i \frac{\beta}{\alpha^2} \frac{\partial H_z}{\partial r}; \quad H_\varphi = -i \frac{\beta}{\alpha^2} \frac{1}{r} \frac{\partial H_z}{\partial \varphi}.$$

На идеально-проводящей поверхности волновода должно выполняться граничное условие:

$$E_{\tau} = 0, \quad (1)$$

где $E_{\tau} = E_r \cos(\varphi + \gamma) - E_{\varphi} \sin(\varphi + \gamma)$; γ – острый угол между касательной к экранирующей поверхности и осью X .

Алгебраизация функционального уравнения (1) осуществляется на основе метода коллокаций: граничное условие (1) записывается в N точках (узлах коллокаций), выбранных определенным образом на поверхности волновода. В результате получается однородная система линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных амплитудных коэффициентов B_n , условие нетривиальности решений которой дает дисперсионное уравнение H -волн прямоугольного волновода со скругленными углами.

Приводятся результаты решения полученного дисперсионного уравнения.

УДК 621.372.831

С.М. ГАРАНИН, И.Н. ДАНИЛОВ, В.К. МАЙСТРЕНКО

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЛАВНЫХ ПЕРЕХОДОВ ЛИНЕЙНОГО ПРОФИЛЯ, СОЕДИНЯЮЩИХ ДВА ЭКРАНИРОВАННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДА, МЕТОДОМ, ОСНОВАННЫМ НА ИНТЕГРАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ЛОРЕНЦА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В настоящее время в технической электродинамике наиболее актуальными являются дифракционные задачи, к которым относятся задачи по расчету электрических характеристик соединений различных направляющих структур СВЧ и КВЧ диапазонов. В том случае, если структуры имеют различную форму поперечного сечения или соединение этих направляющих структур является несоосным, то имеются достаточно большие трудности при создании адекватных математических моделей сложных физических процессов, имеющих место в задачах дифракции.

Одним из методов решения сложных дифракционных задач электродинамики является метод, основанный на применении леммы Лоренца. В данной работе продемонстрирован самый общий подход к расчету нерегулярности в линии передачи в виде плавного перехода, имеющего линейный профиль продольного сечения, между двумя экранированными волноводами на примере решения дифракционной задачи о плавном переходе между двумя прямоугольными волноводами различного поперечного сечения. При этом, в силу общности подхода к составлению интегрального уравнения, удается показать все достоинства предлагаемого метода, заключающиеся, благодаря инвариантности задачи по отношению к месту расположения вспомогательных источников, в достаточно простой процедуре ее алгебраизации. С другой стороны, для симметричных волн, в связи с простой структурой их полей, удается получить расчетный алгоритм, для реализации которого не требуется проведения громоздких аналитических преобразований и значительных затрат машинного времени.

Целью решения данной задачи является построение алгоритма получения электрических характеристик плавного перехода, соединяющего направляющие структуры различного прямоугольного поперечного сечения. Данный алгоритм может быть использован для расчета электрических характеристик различных конфигураций перехода при учете всех типов волн, существующих в стыкуемых направляющих системах.

Результатом данной работы являются решения дифракционной задачи на осесимметричном плавном переходе, соединяющем два прямоугольных волновода раз-

личных поперечных сечений, иллюстрирующий предлагаемый метод. Проведено исследование сходимости рассмотренного метода.

Необходимо отметить, что разработанный алгоритм получения электрических характеристик плавного перехода, соединяющего направляющие структуры различного поперечного сечения, полученный в ходе решения данной задачи, является принципиально новым и универсальным для расчета дифракции электромагнитных волн, распространяющихся в нерегулярных волноведущих структурах прямоугольного поперечного сечения. При этом данный алгоритм даже в малом приближении может быть использован для расчета электрических характеристик различных конфигураций переходов между двумя прямоугольными волноводами при учете всех типов волн, существующих в стыкуемых направляющих системах.

УДК 621.396.67

Г.С. МАЛЫШЕВ, В.А. ГРАЧЕВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЩЕЛЕВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для увеличения чувствительности приемной системы терагерцового диапазона, а также получения определенных (заданных) характеристик приемной антенной системы разрабатывают антенные решетки (АР) различных конфигураций.

Такие параметры АР как диаграмма направленности (ДН), уровень кроссполяризации существенно отличаются от аналогичных характеристик одиночного элемента, входящего в антенную систему и зависят от конструктивного исполнения последней. Целью работы является исследование взаимного влияния элементов АР на основные параметры и характеристики отдельных ее элементов на примере щелевой АР, выполненной на общей диэлектрической подложке конечных размеров.

В случае АР, состоящих из близкорасположенных щелей, имеет место эффект взаимного влияния излучателей друг на друга. В случае наличия подложки данное влияние существенно возрастает из-за наличия поверхностных замедленных волн подложки. С использованием программы электродинамического моделирования исследовано влияние толщины подложки на коэффициент передачи между щелями АР. Рассчитаны ДН для каждой щели антенной решетки, при условии, что все остальные щели нагружены на согласованные нагрузки. Также была рассчитана частотная зависимость входного сопротивления центрального элемента и его КСВ по напряжению. Были рассчитаны частотные зависимости коэффициентов передачи между щелями.

Экспериментально исследовано влияние массива элементов решетки на характеристики отдельного ее элемента в зависимости от его расположения в массиве. Измерения проводились на различных частотах с использованием массива (7x7) полуволновых щелей на диэлектрической подложке конечных размеров, при различных граничных условиях на краях подложки, влияющих на условия отражения волн подложки от ее краев. Взаимное расположение щелей АР задавалось таким образом, чтобы в пределах поверхности АР фронт падающего излучения можно было считать плоским. Сигнал снимался только с одной щели, в то время как все остальные щели нагружались на согласованные нагрузки.

Приведены результаты экспериментального исследования влияния толщины подложки на характеристики отдельных элементов решетки. Подробно были исследованы поляризационные свойства элементов АР в зависимости от расположения их в массиве и от граничных условий на краях подложки. Эксперимент показал, что вели-

чины коэффициентов кроссполяризации для каждого элемента АР и уединенной щели сопоставимы. Было установлено также, что наилучшим подавлением волны паразитной поляризации обладают элементы, расположенные в центре массива и близкие к ним. Эти элементы обладают также симметричной ДН. Напротив, краевые элементы массива имеют меньшие значения коэффициента кросс - поляризации и несимметричную ДН, что связано с влиянием граничных условий на краях подложки антенной решетки.

УДК 621.372.831

И.Н. ДАНИЛОВ, С.М. ГАРАНИН, В.К. МАЙСТРЕНКО

РАСЧЕТ ПЛАВНЫХ ПЕРЕХОДОВ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ, СОЕДИНЯЮЩИХ ДВА ЭКРАНИРОВАННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДА, МЕТОДОМ, ОСНОВАННЫМ НА ИНТЕГРАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ЛОРЕНЦА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В настоящее время в технической электродинамике актуальными являются задачи математического моделирования переходных устройств, обеспечивающих трансформацию энергии собственных волн одной направляющей структуры в энергию собственных волн другой направляющей структуры. В том случае, если направляющие структуры имеют различную форму поперечного сечения или соединение этих направляющих структур является несоосным, то имеются достаточно большие трудности при создании адекватных математических моделей сложных физических процессов, имеющих место в задачах дифракции. Кроме того, добиться улучшения электрических характеристик переходных устройств можно путем подбора профиля продольного сечения переходного устройства и оптимизации геометрических размеров переходов. Подбор профиля продольного сечения переходного устройства и оптимизация геометрических размеров переходов является достаточно трудоемкой задачей.

Одним из методов решения сложных дифракционных задач электродинамики является метод, основанный на применении леммы Лоренца. В данной работе продемонстрирован самый общий подход к расчету нерегулярности в линии передачи в виде плавных переходов, имеющих экспоненциальный и гиперболический профиль продольного сечения, между двумя экранированными волноводами на примере решения дифракционной задачи о плавном переходе между двумя прямоугольными волноводами различного поперечного сечения. При этом, в силу общности подхода к составлению интегрального уравнения, удается показать все достоинства предлагаемого метода, заключающиеся, благодаря инвариантности задачи по отношению к месту расположения вспомогательных источников, в достаточно простой процедуре ее алгебраизации.

Целью решения данной задачи является построение алгоритма получения электрических характеристик плавного перехода, соединяющего направляющие структуры различного прямоугольного поперечного сечения. Данный алгоритм может быть использован для расчета электрических характеристик различных конфигураций перехода при учете всех типов волн, существующих в стыкуемых направляющих системах.

Результатом данной работы являются решения дифракционной задачи на осесимметричном плавном переходе, соединяющем два прямоугольных волновода различного поперечных сечений, иллюстрирующий предлагаемый метод. Проведено исследование сходимости рассмотренного метода. Проведено сравнение результатов, полученных для переходов различного профиля продольного сечения.

Необходимо отметить, что разработанный алгоритм получения электрических характеристик плавного перехода, соединяющего направляющие структуры различного поперечного сечения, полученный в ходе решения данной задачи, является принципиально новым и универсальным для расчета дифракции электромагнитных волн, распространяющихся в нерегулярных волноведущих структурах прямоугольного поперечного сечения. При этом данный расчетный алгоритм даже в малом приближении может быть использован для расчета электрических характеристик различных конфигураций переходов между двумя прямоугольными волноводами при учете всех типов волн, существующих в стыкуемых направляющих системах.

УДК 621.391.64

М.С. КУСАКИНА, А.О. ШАХЛАН, А.В. НАЗАРОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ТРАКТА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ МЕЖДУ НТЛ № 38 И НГТУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева (НГТУ) на сегодняшний день является крупнейшим техническим вузом Приволжского Федерального округа. В свою очередь, МБОУ лицей № 38 г. Нижнего Новгорода (НТЛ № 38) является одним из главных партнеров НГТУ, осуществляющих целенаправленную подготовку абитуриентов для поступления на технические специальности университета.

Целью работы является разработка проекта линейного тракта волоконно-оптической линии связи между НТЛ № 38 и НГТУ, которая обеспечит преподавателям и учащимся лицея высокоскоростной доступ к корпоративным ресурсам НГТУ, в частности, к электронным ресурсам библиотеки университета, системе дистанционного обучения eLearning Server, информационно-консультационному центру «Профи» и др., позволит внедрить в лицее новые (интерактивные и дистанционные) формы обучения, привлечь к участию в образовательном процессе ведущих ученых и преподавателей НГТУ.

Выбор волоконно-оптической связи обусловлен тем, что оптическое волокно в настоящее время считается самой совершенной физической средой для передачи информации. К основным преимуществам волоконно-оптических систем относятся широкая полоса пропускания, малое затухание светового сигнала, низкий уровень шумов, высокая помехозащищенность, высокая защищенность от несанкционированного доступа, взрыво-, электро- и пожаробезопасность, малый вес и объем.

В теоретической части работы приводится обобщенная структурная схема волоконно-оптической линии связи (ВОЛС), рассматриваются отдельные элементы ее линейного тракта: описывается принцип действия, приводятся основные технические характеристики серийно выпускаемых в России и за рубежом передающих и приемных оптических модулей; излагаются физические основы распространения излучения в оптических волноводах (ОВ); рассматриваются основные конструкции и типы волоконно-оптических кабелей (ВОК), способы их прокладки.

В практической части работы определяются тип ВОК, маршрут его прокладки от НТЛ № 38 до корпуса № 1 НГТУ, а также количество и тип соединений ОВ; рассчитывается суммарное затухание оптического сигнала в тракте; осуществляется выбор передающего и приемного оптических модулей.

В качестве ВОК предлагается использовать самонесущий кабель FO-SSMT-OUT-9-2-PE производства компании Hyperline (Китай) с креплением на опорах уличного освещения, содержащий 2 одномодовых волокна, из которых одно будет находиться в работе, и одно будет резервным. При общей протяженности тракта 2000 м и мини-

мальной строительной длине ВОК 1000 м количество соединений ОВ будет равно 1. Соединение строительных длин кабеля предлагается осуществлять путем сварки (величина вносимого затухания – не более 0,2 дБ). Коэффициент затухания ВОК составляет не более 0,4 дБ/км. Таким образом, суммарное затухание оптического сигнала в тракте не превысит 1 дБ. В качестве приемо-передающих оптических модулей предлагается использовать модули DX-1 и DX-2 производства компании Opticis (Южная Корея).

УДК 621.396

Е.А. МИХАЛИЦЫН

РАСЧЕТ МИКРОПОЛОСКОВЫХ РЕЗИСТИВНЫХ СВЧ АТТЕНУАТОРОВ С МАЛЫМ УРОВНЕМ ОСЛАБЛЕНИЯ

Нижегородский Государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аттенуаторы СВЧ сигналов с малым уровнем ослабления (от 0,5 дБ до 4 дБ) находят широкое применение в составе приемо-передающих устройств и используются для снижения чувствительности характеристик узла к изменениям импеданса нагрузки, калиброванного измерения уровня мощности сигнала, согласования импедансов в межкаскадных СВЧ цепях. Уменьшение габаритных размеров и расширение диапазона рабочих частот достигаются с переходом к распределенной двулученочной резистивной структуре микрополоскового аттенуатора. Конструктивно такой ослабитель представляет собой диэлектрическую пластину, на верхнюю сторону которой нанесены два тонких (меньше толщины скин-слоя) слоя резистивных материалов прямоугольной формы, на пластине имеются проводящие центральные и заземляющий контакты. Между входным и выходным центральными контактами напыляется резистивная пленка с низкой величиной поверхностного сопротивления $\rho_1=5-25$ Ом/□, пленка с высокой величиной поверхностного сопротивления $\rho_2=100-1000$ Ом/□ примыкает к низкоомной и соединяется с земляным контактом.

Используя метод симметрично-несимметричного возбуждения для П-образной эквивалентной схемы аттенуатора на НЧ, получаем формулы для расчета коэффициента ослабления A (дБ) и нормируемого к волновому сопротивлению подводящей линии Z_b входного сопротивления устройства r :

$$A = 20 \lg \left(1 + \frac{1}{2r_2} \left(1 + \frac{r_1}{2} + \frac{r_1}{4r_2} \right) \right); \quad r = r_2 \left(\frac{1}{2} + \frac{2r_2 + 1}{2r_1r_2 + 2r_2 + r_1} \right),$$

где $r_1 = R_1 / Z_b$, R_1 - сопротивление между первой и второй контактными площадками, $r_2 = R_2 / Z_b$, R_2 - сопротивление между соединенными вместе первой и второй контактными площадками и третьей контактной площадкой. В случае идеального согласования, разрешая представленную систему уравнений относительно R_1 и R_2 , получаем формулу для расчета требуемых значений сопротивлений R_1 и R_2 по заданной величине ослабления A . Зависимость R_1 и R_2 от геометрических и электрофизических параметров резистивных пленок и элементов лазерной подгонки запишем в виде:

$$R_1 = K_2^{(1)} \frac{\rho_1 \left(\frac{b}{l} \right)}{1 + \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} \right) \left(\frac{b}{l} \right) \left(\frac{d}{l} \right)} K_1^{(1)}; \quad R_2 = \rho_2 K_2^{(2)} \left(\frac{d}{l} \right) \rho_1 K_1^{(2)} \left(\frac{d}{l} \right),$$

где $K_1^{(1)}$ - коэффициент включения высокоомной пленки, $K_2^{(2)}$ - коэффициент увеличения сопротивления низкоомной пленки при лазерной подгонке №1, $K_1^{(2)}$ - коэффициент включения низкоомной пленки, $K_2^{(2)}$ - коэффициент увеличения сопротивления высоко-

комной пленки при лазерной подгонке №2. Предварительная оценка введенных коэффициентов была проведена с применением методики расчета контактного сопротивления методом конформного отображения. Сложный характер функциональной зависимости коэффициентов от параметров конструкции был выявлен с использованием нейросетевого моделирования в программе NeuroPro 0.25. База данных для нейронной сети была создана на основе расчета величин сопротивлений R_1 и R_2 при различных значениях параметров конструкции в программном продукте конечно-элементного анализа задач о растекании токов Elcut 5.8.

Характер частотной зависимости величины ослабления был проанализирован в программе Microsoft Office и определяется конструктивным применением устройства.

УДК 621.396

А.А. НИКИТИН, В.А. МАЛАХОВ

ВЫТЕКАЮЩИЕ ВОЛНЫ В КРУГЛОМ ОТКРЫТОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВОЛНОВОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Характеристики круглого открытого диэлектрического волновода достаточно хорошо изучены. Как известно в спектре волн круглого открытого диэлектрического волновода присутствуют распространяющиеся, комплексные и вытекающие волны. Наиболее хорошо изучены дисперсионные характеристики распространяющихся волн, менее дисперсионные характеристики и характеристики затухания комплексных и вытекающих волн рассматриваемой направляющей структуры.

В настоящем докладе приводятся расчеты дисперсионных характеристик и характеристик затухания вытекающих волн, которые являются продолжением симметричных и гибридных волн высших типов в широком частотном диапазоне.

Интерес к вытекающим волнам возник в связи с постановкой дифракционной задачи на открытом торце круглого диэлектрического волновода. Для описания поля в диэлектрическом волноводе предполагается учитывать вытекающие волны, волновые числа которых комплексные. Нахождение решений дисперсионной задачи на комплексной плоскости осуществляется комбинацией метода Мюллера и метода вариации фазы. Данный комбинированный метод позволяет найти решения дисперсионной задачи с требуемой точностью в широком диапазоне частот. Полученные при решении дисперсионного уравнения волновые числа используются в дифракционной задаче на открытом торце круглого диэлектрического волновода для представления поля отраженных волн.

УДК 621.396

К.В. ПОПКОВ, В.А. МАЛАХОВ

ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОННЫЕ ВОЛНЫ В КРУГЛЫХ ОТКРЫТЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТРУКТУРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Структуры на основе круглого открытого диэлектрического волновода с нанопленкой и круглого металлического нанопровода в настоящее время всесторонне исследуются и получили широкое распространение в технике.

В рассматриваемых структурах в оптическом диапазоне существуют поверхностные плазмон-поляритонные волны. Важным свойством этих волн является сильная локализация поля вблизи поверхности раздела, возникающая из-за того, что перпендикулярные к границе раздела составляющие волнового вектора являются мнимыми величинами, в результате чего поля спадают экспоненциально при удалении от границы раздела.

Изучение свойств поверхностных плазмон-поляритонных волн в рассматриваемых электродинамических структурах в терагерцовом и оптическом диапазонах началось сравнительно недавно и представляет определенный интерес в плане применения их в датчиках, в спектроскопии, в лазерных технологиях, в фотоприемниках.

В представленном докладе рассматривается трансформация дисперсионных характеристик плазмон-поляритонных волн при изменении толщины нанопленки и показывается, что с увеличением толщины пленки дисперсионные характеристики и характеристики затухания плазмон-поляритонных волн круглого открытого диэлектрического волновода с металлической нанопленкой совпадают с характеристиками круглого металлического нанопровода. Таким образом, увеличивая толщину металлической нанопленки без увеличения внешнего радиуса направляющей структуры, мы моделируем предельный переход от круглого открытого диэлектрического волновода с нанопленкой к круглому металлическому нанопроводу.

Совпадение характеристик плазмон-поляритонных волн в рассматриваемых структурах при предельном переходе служит определенным подтверждением корректности составленного алгоритма расчета.

В докладе также приводятся зависимости компонент электрического поля от координаты r в круглом открытом диэлектрическом волноводе с металлической пленкой при разных толщинах пленки и в круглом металлическом нанопроводе.

УДК 621.372.82

А.Ю. ПОРОШЕНКОВ, Г.С. МАЛЫШЕВ, А.С. РАЕВСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСПЕРСИОННЫХ СВОЙСТВ МНОГОМОДОВЫХ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время волоконно-оптические кабельные системы получили широчайшее распространение в области телекоммуникаций. Основным элементом указанных систем является волоконный световод (ВС), служащий средой передачи оптического сигнала и изготовленный, как правило, на основе высококачественного кварцевого стекла. Выделяют одно- и многомодовые ВС, в соответствии с количеством распространяемых вдоль оптической оси мод электромагнитных волн: в первых – одна мода (луч, распространяющийся под малыми углами к оси волокна), в то время, как вторые направляют множество мод (лучей под разными углами к оси).

подавляющее большинство производимых на данный момент многомодовых ВС имеют диаметр сердцевины 50 либо 62.5 мкм, что на порядок больше, чем для одномодовых. Данная особенность упрощает их изготовление, уменьшая стоимость, облегчает их сращивание (соединение) и ввод световых лучей. Однако, основная проблема, возникающая при использовании многомодовых ВС для целей передачи информации – наличие межмодовой дисперсии, связанной с различием скоростей распространения отдельных мод, переносящих энергию светового импульса. Это приводит к сравнительно быстрому уширению сигнала во временной области. Данный факт серьезно ограничивает их пропускную способность и не позволяет использовать в протяженных

(магистральных) линиях связи. В одномодовом же ВС передаваемый сигнал претерпевает наименьшие искажения просто из-за того, что энергию импульса направляет лишь одна мода.

Стремление к росту пропускной способности волоконно-оптических систем связи за счет увеличения полосы частот с предельно низким уровнем вносимых искажений привело, в том числе, к появлению многослойных одномодовых ВС со сложным профилем показателя преломления: волокно со смещенной дисперсией (англ. DSF - Dispersion Shifted Single Mode Fiber), волокно с ненулевой смещенной дисперсией (англ. NZDSF — Non-Zero Dispersion Shifted Single Mode Fiber) и др.

В последнее время в связи, в частности, с развитием технологий широкополосного абонентского доступа, большой интерес вызывают многомодовые ВС с минимизированной межмодовой дисперсией. Среди двухслойных ВС, как известно, наилучшими дисперсионными свойствами обладают световоды с параболическим профилем показателя преломления. Вопрос об оптимальном с точки зрения минимизации дисперсии многомодовом ВС с большим количеством слоев пока остается открытым.

В докладе обсуждается возможность создания волокон с указанными характеристиками за счет варьирования числом слоев и составом стекол в каждом из них. Приводятся результаты численного эксперимента для нескольких профилей показателя преломления, в том числе, спектральные характеристики световодов, моделирование прохождения по ним световых импульсов заданной формы. Производится сравнительный анализ всех рассматриваемых профилей с целью выявления оптимального. Обсуждаются вопросы возможности изготовления рассчитанных волокон и областей их применения.

УДК 621.372

А.А. РАЕВСКАЯ, В.А. МАЛАХОВ, А.С. РАЕВСКИЙ

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ВАРИАЦИИ ФАЗЫ ДЛЯ ПОИСКА КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ ДИСПЕРСИОННЫХ УРАВНЕНИЙ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В направляющих электродинамических структурах, описываемых несамосопряженными операторами существуют волны в общем случае с комплексными волновыми числами. Комплексные волны (КВ) для большинства поперечно-неоднородных и продольно-нерегулярных направляющих структур соответствуют наиболее общему классу решений несамосопряженных краевых задач, описывающих эти структуры. Обычные распространяющиеся и реактивно затухающие (запредельные) волны можно рассматривать как частные варианты указанного общего класса решений. В том случае, когда направляющая структура диссипативная, ее электродинамический оператор заведомо несамосопряженный, и все волны имеют комплексные волновые числа.

В связи с этим очень важными являются вопросы целенаправленного поиска комплексных решений дисперсионных уравнений, определения частотных диапазонов и областей параметров направляющей структуры, в которых существуют волны с комплексными волновыми числами в отсутствие диссипации энергии. Решение этих вопросов позволяет априори определить спектр волн направляющей структуры и области поиска соответствующих решений дисперсионных уравнений.

Первым этапом целенаправленного поиска КВ в той или иной структуре является установление факта несовпадения числа граничных условий прямой и сопряженной задач. Следующим этапом определения возможности существования КВ является уста-

новление наличия у дисперсионного уравнения волн направляющей структуры комплексных решений в той или иной области параметров и волновых чисел.

В докладе описывается разработанная авторами процедура поиска комплексных решений трансцендентных уравнений (в частности, под ними можно понимать дисперсионные уравнения экранированных и открытых направляющих структур, описываемых несамосопряженными краевыми задачами) модифицированным методом вариации фазы. В качестве примеров рассматриваются дисперсионные уравнения открытого диэлектрического волновода и круглого экранированного диэлектрического волновода.

Модификация метода вариации фазы заключается в следующем. На определенной частоте область поиска по комплексному волновому числу разбивается на $K = N \cdot M$ подобластей. В каждой подобласти последовательно выбираются три начальные точки, далее методом Мюллера определяется наличие корня. Если предполагаемое решение в исследуемой подобласти найдено, то обходом по контуру на комплексной плоскости, используя метод вариации фазы, проверяется, является ли найденное решение истинным корнем или локальным минимумом. Если методом вариации фазы подтверждается истинность найденного решения, оно записывается в память. Возможен так же вариант поиска, когда сначала методом вариации фазы определяется наличие в данной подобласти решения, которое затем уточняется методом Мюллера и записывается в память. После этого происходит переход к следующей подобласти. Когда анализ всех K подобластей закончен, происходит переход на следующую частоту, и описанные выше действия повторяются, до тех пор, пока не пройден заданный частотный диапазон. Комбинированный метод поиска лишен недостатков присущих методу Мюллера и методу вариации фазы, он позволяет использовать быстроту нахождения комплексных корней методом Мюллера и однозначность идентификации комплексного корня методом вариации фазы.

УДК 621.372.8

М.С. РОЖКОВА, А.В. НАЗАРОВ, Е.А. ПОПОВ

КРУГЛЫЙ ОТКРЫТЫЙ СЛОИСТЫЙ ФЕРРИТ-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ВОЛНОВОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Круглый открытый слоистый феррит-диэлектрический волновод представляет собой продольно намагниченную ферритовую трубку, находящуюся в изотропной диэлектрической среде.

Электродинамический анализ рассматриваемой направляющей структуры осуществляется на основе метода укорочения дифференциального уравнения и метода частных областей.

В докладе описывается процедура составления дисперсионного уравнения (ДУ) волн круглого открытого слоистого феррит-диэлектрического волновода.

Корректность работы программы поиска корней ДУ на комплексной плоскости продольного волнового числа проверяется путем выполнения предельных переходов к круглому открытому диэлектрическому волноводу и к круглому открытому ферритовому волноводу, представляющему собой продольно намагниченный ферритовый стержень, находящийся в поперечно-неограниченном изотропном диэлектрике.

Приводятся дисперсионные характеристики азимутально-несимметричных волн круглого открытого слоистого феррит-диэлектрического волновода. Показывается, что в случае феррита без потерь дисперсионные характеристики терпят разрыв на частоте ферромагнитного резонанса. При наличии магнитных потерь в феррите дисперсионные

характеристики являются непрерывными. При этом азимутально-несимметричные волны с левой и правой круговой поляризацией имеют различные постоянные распространения и коэффициенты затухания, в результате чего при распространении в рассматриваемой структуре изначально линейно поляризованной волны будет происходить изменение ее поляризации – волна станет эллиптически поляризованной. Большая полуось эллипса поляризации будет поворачиваться относительно первоначального направления колебаний на угол, который при фиксированных параметрах феррита зависит от частоты электромагнитного поля и длины волновода.

Проводится сравнение результатов расчета частотных зависимостей угла поворота большой полуоси и величины эксцентриситета эллипса поляризации для основной волны ферритовой трубки с результатами, полученными для основной волны круглого открытого ферритового волновода. Показывается, что короткие отрезки рассмотренных направляющих структур позволяют осуществлять поворот большой полуоси эллипса поляризации в различных направлениях в зависимости от частотного диапазона их (структур) использования. При этом в низкочастотной и высокочастотной областях эксцентриситет эллипса близок к единице, что соответствует квазилинейной поляризации волны на выходе волновода. Отмечается, что во всем диапазоне частот величина эксцентриситета эллипса поляризации электромагнитного поля основной волны на выходе круглого открытого ферритового стержня оказывается больше, чем на выходе круглой открытой ферритовой трубки той же длины. При больших длинах волноводов эллиптическая поляризация может вырождаться в круговую. В случае ферритового стержня такое вырождение имеет место при меньших значениях длины направляющей структуры.

УДК 616.053

А.А. ПОДМАРЕВ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ УРОФЛОУМЕТРИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

АПИ(ф)НГТУ

Одной из важных урологических патологий, на решение которой направлена данная работа, – является обструкция мочевыводящих путей, т.е. их закупорка, препятствующая свободному оттоку мочи. Повреждения, вызывающие обструкцию, могут произойти на любом уровне мочевых путей, от почечных чашечек до наружного отверстия мочеиспускательного канала.

Затруднение оттока мочи сопровождается увеличением давления в мочевых путях и может привести к острой и хронической почечной недостаточности, местному инфицированию и образованию камней. Своевременная диагностика и адекватное лечение способствуют устранению причин, вызвавших нарушение оттока мочи и восстанавливают нормальную функцию мочевых путей. Важным исследованием, позволяющим врачу поставить диагноз, является урофлоуметрия. Это неинвазивный бесконтактный метод регистрации объемной скорости потока мочи при мочеиспускании. На основании получаемого графика – урофлуограммы – можно судить о нарушениях мочевыделительной системы. Диагностическую информацию дают количественные параметры:

- Выделенной объём мочи;
- Максимальная скорость мочеиспускания;
- Средняя скорость мочеиспускания;
- Время ожидания;
- Время достижения максимальной скорости;
- – Время мочеиспускания.

На разработку системы для урофлоуметрического мониторинга и направлена данная диссертационная работа. Актуальность разработки обоснована отсутствием на рынке подобных приборов, позволяющих проводить амбулаторные мониторинговые обследования.

В начале проводится разработка биотехнической системы на основании трех принципов: эймуногичности, адекватности и идентификации.

В биотехнической системе урофлоуметрического мониторинга параметры мочеиспускания снимаются ультразвуковым датчиком, сигнал согласуется по напряжению, фильтруется от всплесков, усиливается, дискретизируется, обрабатывается и поступает во внутреннюю память прибора. При соединении прибора с компьютером через кабель USB производится передача данных в компьютер, где программа осуществляет обработку, анализ и визуализацию полученных данных.

Заложенный в программу алгоритм позволяет врачу просматривать, заносить данные о проведенном мониторинговом обследовании в локальную базу данных и ставить диагноз пациенту.

Достоинства разрабатываемой системы: доступность; компактность; возможность проводить замеры амбулаторно; повышенная точность измерений за счет применения ультразвукового датчика и большего числа замеров; наличие внутренней памяти, что позволяет проводить замеры независимо от компьютера.

Список литературы

1. <http://www.ultramed.ru/urofl.htm>– Автоматизированный урофлоуметрический анализатор урофлоуметр УФМ-03М: Ультрамед.
2. Архангельский А.Я. Программирование в C++Builder 6 и 2006 /А.Я. Архангельский, М.А. Тагин. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 1184 с.: ил.
3. Лощилов В.И. Принципы анализа и синтеза биотехнических систем: учебное пособие по курсу «Теоретические основы биотехнических систем» / В.И. Лощилов, С.И. Щукин; рец. В.В. Лаврентьев. – М.: Изд-во МВТУ, 1987. – 68 с.

УДК 616.839

С.Д. ТИХОМИРОВА

СВОЙСТВА И МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Нижегородское региональное отделение НТОРЭС им. А. С. Попова

Петром Кузьмичом Анохиным (1898-1974) была разработана теория функциональных систем, в которой представлена совершенная модель структуры поведения.

Под функциональной системой (ФС) понимается круг определенных физиобиологических проявлений, связанных с выполнением какой-то определенной функции. Каждая ФС, представляющая собой замкнутую систему, протекает благодаря постоянной связи с периферическими органами и, в особенности, с наличием постоянной афферентации этих органов. П.К. Анохин считал, что функциональная система имеет определенный комплекс афферентных сигнализаций, который направляет и корректирует выполнение этой функции.

ФС, как единое целое, имеет возможность динамически перераспределять участие афферентных импульсаций, сохраняя постоянный уровень, необходимый для поддержания ее целостного характера. Конкретные механизмы интеграции, связанные с определенными структурными образованиями, могут менять свои характеристики в процессе динамических превращений функциональной системы.

Изучая физиологическую структуру поведенческого акта в опытах над животными, П.К. Анохин пришел к выводу, что необходимо различать частные механизмы интеграции, которые вступают между собой в сложное координированное взаимодействие. Нужно отметить, что ФС является единицей интегративной деятельности целого организма. Она представляет собой конкретный физиологический аппарат саморегуляции и гомеостаза, осуществляющий избирательное вовлечение и объединение структур и процессов на выполнение какого-либо четко очерченного акта поведения или функции организма. Состав ФС как образования не ограничивается центральными нервными структурами, она может вовлекать дробные разделы любых центральных в анатомическом отношении систем и даже частные детали отдельных целых органов. Регулятивные свойства данного образования заключаются, прежде всего, в том, что при любом дефекте в одной из ее частей, приводящем к нарушению полезного эффекта, происходит быстрая перестройка составляющих ее процессов.

Центральная архитектура функциональных систем, определяющих целенаправленные поведенческие акты различной степени сложности, складывается из следующих последовательно сменяющих друг друга стадий: афферентный синтез, приня-

тие решения, акцептор результатов действия, эфферентный синтез, формирование действия, и, наконец, оценка достигнутого результата.

По своей физиологической сути принцип ФС занимает пограничное положение между проблемой целостности организма в ее широком понимании и между аналитическими исследованиями физиологии. Концепция о функциональной системе абсолютно необходима, поскольку она обеспечивает постановку новых исследовательских вопросов практического значения и накопление материала для построения физиологической теории интегративной деятельности всего организма.

Список литературы

1. Анохин П.К. Труды Всероссийского съезда физиологов. М., 1926.
2. Анохин П. К. Труды лабораторий академика И.П. Павлова. 1940, т.2.
3. Зачиняева И. А. В сб.: Проблемы высшей нервной деятельности. Под ред. П. К. Анохина, изд. АМН СССР, М., 1949.
4. Лаптев И. И. в сб.: Проблемы высшей нервной деятельности. Под ред. П. К. Анохина, изд. АМН СССР, М., 1949.

УДК 541.136

А.И. АНДРУХИВ, И.В. СКОБЕЛЕВА, Н.Ю. ШАМИНА

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ «ЦИНКАМИН» НА ВЫДЕЛЕНИЕ ВОДОРОДА НА ЦИНКОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Катодный процесс получения цинковой губки из цинккислых электролитов сопровождается значительным выделением водорода, что снижает выход по току для цинка. При получении порошка цинка в области поляризаций около 1,0 В скорости выделения водорода и осаждения цинка становятся соотносими. Введением в электролит добавок можно оказывать влияние, как на структуру получаемых осадков цинка, так и на процесс выделения водорода. Кроме того, коррозия цинка сопровождается выделением водорода и, влияя на катодную контролируемую составляющую этого процесса, можно оказывать влияние на коррозию цинка в щелочи в целом.

Добавка «Цинкамин» имеет полимерную структуру и содержит аминокгруппы. В работе [1] показано, что влияние аминсоединений в щелочных растворах на поляризационные кривые выделения водорода может проявляться двояко: наблюдается уменьшение перенапряжения при низких скоростях развертки потенциала (от 0,8 до 8 мВ/с) и повышение перенапряжения выделения водорода при высоких скоростях развертки (выше 40 мВ/с). Исходя из того, что высокомолекулярные соединения такого типа, адсорбируясь на поверхности электрода, способны понижать поверхностное натяжение на границе раздела газ/электролит [2] и облегчать отрыв пузырьков водорода с поверхности цинкового электрода, объясняется эффект уменьшения перенапряжения выделения водорода при малых скоростях развертки. При высоких скоростях развертки катодное выделение водорода протекает в условиях, не осложненных изменением активной поверхности электрода из-за отрыва пузырьков.

Катодные поляризационные кривые снимали на цинковом электроде в 7М NaOH с добавкой «Цинкамин» (5-20 мл/л) и без в потенциодинамическом режиме с использованием потенциостата Р-8 в области поляризаций до 1,0 В. Скорости развертки потенциала: 0,8; 4; 10; 40; 80; 120 мВ/с.

Анализ катодных поляризационных кривых при низких скоростях развертки потенциала показал, что при поляризациях выше 0,2 В добавка «Цинкамин», введенная в раствор гидроксида натрия, увеличивает перенапряжение выделения водорода. Это не соответствует результатам для аминсоединений, опубликованным в работе [1]. Увеличение перенапряжения выделения водорода в присутствии добавки «Цинкамин» (5-20 мл/л) скорее всего связано с блокированием добавкой поверхности электрода, что подтверждается емкостными измерениями. С увеличением скорости развертки зависимость не меняется.

Таким образом, поверхностно-активное действие добавки «Цинкамин», а именно, снижение поверхностного натяжения на границе газ-жидкость [2], проявляется в меньшей степени, чем ее тормозящее действие на процесс выделения водорода. Увеличение перенапряжения выделения водорода в присутствии добавки должно благоприятно сказываться на выход по току цинка в процессе осаждения. При осаждении цинка в течение 15 мин при плотности тока 40 А/дм^2 из электролита с добавкой катодный выход по току цинка в среднем равен 65 %, из электролита без добавки – 71 %. Это несоответствие может быть связано с тем, что добавка при введении в электролит возможно в большей степени тормозит разряд ионов цинка, чем процесс выделения водорода.

Скорость коррозии монолитного цинка в растворе с добавкой «Цинкамин» значительно выше, чем в чистой щелочи, что может быть связано с облегчением выделения водорода. Предварительные результаты показывают, что в области потенциалов, близких к стационарному, перенапряжение выделения водорода на цинке в присутствии добавки уменьшается.

Таким образом, добавка «Цинкамин» оказывает двойное влияние на процесс выделения водорода, облегчая его в области низких поляризации, что увеличивает коррозию электрода в растворах с добавкой, и затрудняет его в области поляризации выше 0,2 В, т.е. в области, где идет осаждение цинка.

Список литературы

1. В.Г.Роев, Р.А.Кайдриков, А.Б.Хакимуллин. Электрoхимия. Т.37. В.7. 2001. С. 882-886
2. Абрамзон А.А. ПАВ свойства и применение. Л.: Химия, 1981. 365 с.

УДК 661. 635

М. И. БАГАЕВА, М. И. НИКАНДРОВ

ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФОСФАТОВ НАТРИЯ

Дзержинский политехнический институт

Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

При нейтрализации кислот твердым карбонатом натрия реакция проходит с интенсивным вспениванием реакционной массы и выбросом ее из реактора. Для обеспечения регулируемой нейтрализации соду подают в виде суспензии в водном растворе.

Выполнен анализ процесса содорастворения с использованием диаграммы состава трехкомпонентной системы $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{Na}_2\text{HPO}_4 - \text{H}_2\text{O}$.

В производстве тринатрийфосфата содовую суспензию с долей карбоната натрия 380 – 420 г/л получали растворением соды в воде при температуре 70 – 80 градусов. Доля воды в полученной суспензии составляет 58%, отношение масс жидкой и твердой фаз (Ж : Т) равно (4 – 5) : 1 л, то есть суспензия хорошо текуча.

Показана возможность снижения доли воды в суспензии до 40% при растворении соды в смеси воды с маточным раствором динатрийфосфата (ДНФ). В результате доля карбоната натрия в полученной содовой суспензии может быть повышена до 540 г/л.

При нейтрализации фосфорной кислоты такой суспензией доля ДНФ в нейтрализованном растворе повышается с 31% до 43,5%. Это позволяет исключить энергетические затраты на упарку раствора, снизить капитальные затраты в производстве, также снизить объемы сточных вод, направляемых на станцию биоочистки.

Поскольку раствор с долей ДНФ 43,5% насыщен уже семиводным кристаллогидратом ДНФ, то при политермической кристаллизации полученный продукт содержит 53% основного вещества (ДНФ) вместо 39,7% ДНФ в полученном ранее двенадцативодном кристаллогидрате ДНФ.

Данный процесс подтверждает высокую эффективность и корректность предложенного общего принципа энергосбережения в производстве солей нейтрализацией кислот и оснований с использованием циркуляционных технологий.

УДК 665.723+661.9+66.021.3

С.В. БАТТАЛОВ, И.В. ВОРОТЫНЦЕВ

ПРОНИЦАЕМОСТЬ МЕТАНА И ЕГО ПРИМЕСЕЙ ЧЕРЕЗ УРЕТАНСИЛОКСАНОВЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МЕМБРАНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время высокочистый метан (99,99999%) является необходимым компонентом микроэлектроники, используемый в качестве источника углерода для устранения дефектов в кремниевых структурах и для производства структур SiC и Si-Ge-C, а так же получение графена и алмазоподобных пленок. Эти структуры применяются в сверхбыстрых высоковольтных диодах Шоттки, МОП-транзисторах, в высокотемпературных тиристорах, солнечных батареях, а также в других элементах электронной техники. Степень качества этих структур, а соответственно характеристики всех устройств на их основе, сильно зависит от чистоты метана.

Мембранный метод разделения обладает существенными достоинствами по сравнению с традиционными методами. Отсутствие необходимости использовать оборудование сложной конструкции, низкие энергозатраты и экологическая безопасность метода мембранного разделения способствуют его быстрому внедрению в производство.

Целью настоящей работы является определение проницаемости метана и основных его примесей, таких как CO₂, He, N₂, NH₃, CF₄, Ar, воздух, через мембраны на основе полиэфир-изоциан-урат-диметил-силоксанов.

В работе были изучены мембраны на основе уретансилоксановых полимеров. Проведены измерение величины проницаемости для мембраны ТЭА:Н₃ВО₃:ПЭГ бисфенол: ПИЦ / 1:6:12:1 (II ст) в массе (h=8мкм) и ТЭА:Н₃ВО₃:ПЭГ бисфенол: ПИЦ / 1:6:12:1 (I ст) в массе (h=13мкм). Для них были получены результаты, причем самым высоко проницаемым газом оказался метан. Было установлено, что проницаемость CH₄, CO₂ и других газов не зависит от давления питающего потока. Полученные данные по проницаемости газов позволили рассчитать величины коэффициента разделения для таких бинарных систем, как CH₄-N₂, CH₄-NH₃, CH₄-CO₂, CH₄-CF₄, CH₄-He, CH₄-Ar, CH₄-воздух. Так же были определены зависимости коэффициента разделения и проницаемости газов от давления в полости высокого давления мембранного модуля.

Показано, что метод мембранного газоразделения подходит для создания новой технологической схемы процесса получения высокочистого метана, обеспечивающей меньшую энергоемкость в сочетании с высокой чистотой продукта.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 12-08-00618 –а.

ПОЛУЧЕНИЕ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ АММИАЧНО-ЦИТРАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Комплексные электролиты никелирования являются достаточно редкими, но обладают некоторыми преимуществами для целей гальванопластики, металлизации легких металлов и электроосаждения сплавов.

Ранее нами были разработаны комплексные аммиачно-цитратные электролиты с добавкой хлоридов для осаждения Ni и сплава Ni-B с регулируемым содержанием бора. Технологии электроосаждения таких функциональных покрытий были внедрены в практику.

С целью упрощения состава таких электролитов и повышения стабильности их работы во времени исследовались аналогичные аммиачно-цитратные комплексные электролиты различных составов на основе аминзамещенных лимоннокислых солей. Исследовались параметры рассеивающей способности, выхода по току, электропроводности, стабильность электролитов, а также качество получаемых покрытий.

Полученные данные представлены в таблице.

Таблица - Сравнительная характеристика комплексных электролитов

Электролит	pH	j, А/дм ²	РС, %	Вт, %	ЭП, См·см ⁻¹	Стабильность	Качество
Аммиачно-сульфатный	7,1-7,3	0,25-3	62-68,6	73-99,8	0,0489	Стабилен	Хорошее при j = 0,25 – 2,0 А/дм ² . Покрытие матовое
Аммиачно-цитратный 2-х замещенный	7,8	0,25-3	-	-	-	Не стабилен, выпадает осадок солей	Нестабильное при j = 0,25 – 2,0 А/дм ² . Покрытие матовое
Аммиачно-цитратный 3-х замещенный	7,8	0,25-3	54-64,2	83,7-96,6	0,0646	Стабилен	Хорошее при j = 0,25 – 2 А/дм ² . Покрытие блестящее
Аммиачно-хлоридный	7,0-7,5	0,25-3	64,4-71,6	62-84	0,0591	Стабилен	Хорошее при j = 0,25 – 3 А/дм ² . Покрытие блестящее

Как видно из таблицы лучшими показателями выхода по току обладают электролиты на основе сульфатно-аммонийных солей. Максимальная рассеивающая способность достигается в аммиачно-хлоридном электролите, лучшее качество покрытий и большая стабильность наблюдаются в электролите на основе 3-х замещенных аммонийных солей. В такой электролит были введены полиэдрические борсодержащие добавки с целью осаждения сплава Ni-B заданного состава и свойств. Установлено, что выбранный электролит для осаждения сплава никель-бор обладают большей устойчивостью, стабильностью и работоспособностью, как при комнатной, так и при повышенных температурах.

КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ АМИНОКИСЛОТ С *p*-НИТРОФЕНИЛОВЫМ ЭФИРОМ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Ивановский государственный университет

В литературе имеются данные по кинетике реакций одноосновных α -аминокислот со сложными эфирами. Реакционная способность двухосновных α -аминокислот, таких как аспарагиновая и глутаминовая, в ацилировании ранее никогда не изучалась, что может быть связано с наличием у них нескольких функциональных групп, способных к кислотно-основному взаимодействию. В результате, в зависимости от pH, в растворе может одновременно находиться несколько разных ионных форм аминокислоты, реакционная способность которых сильно отличается. Кинетика реакций аминокислот с эфирами также ранее не была исследована. Вместе с тем, данные по реакционной способности аминокислот разных классов в ацилировании нужны для объяснения процессов, протекающих в живых объектах, при оптимизации технологии получения ациламино кислот, они также необходимы с точки зрения изучения общих закономерностей процессов ацильного переноса.

Целью данной работы являлось изучение кинетики реакций *n*-аминобензойной кислоты (*n*-АБК), глицина (Gly), аспарагиновой (Asp) и глутаминовой (Glu) кислот с *n*-нитрофенилацетатом (НФА) в системе вода (40 масс.%)–1,4-диоксан при 298 К. Кинетику изучали индикаторным спектрофотометрическим методом. За скоростью реакции следили по изменению концентрации продуктов реакций – *n*-нитрофенолят-ионов, окрашенных в желтый цвет. В условиях опытов (pH=9.5) единственной реакционно-способной формой аминокислот являлась анионная. При этом вклад других форм аминокислот в наблюдаемую скорость ацилирования был пренебрежимо мал. Для учета параллельного протекания гидролиза эфира проводили серию, включающую 5-6 кинетических опытов, при разных начальных концентрациях аминокислоты. Наблюдаемые константы скорости определяли методом Гуггенгейма. Константы скорости реакции второго порядка k_{ac} определяли как угловой коэффициент зависимости наблюдаемых констант скорости от начальной концентрации аминокислоты.

Значения констант скорости k_{ac} (л·моль⁻¹·с⁻¹) реакций НФА с анионными формами аминокислот: *n*-АБК, Gly, Asp и Glu составили 0,0311, 1,05, 0,803 и 1,42 соответственно. Реакционная способность *n*-АБК существенно ниже, чем алифатических аминокислот в аналогичных условиях. Причиной этого является электронное действие ароматического кольца, снижающее отрицательный заряд на атоме азота, что приводит к уменьшению основности и нуклеофильной реакционной способности аминогруппы АБК.

При сопоставлении констант ацилирования изученных аминокислот с литературными данными по константам скорости реакций аминов разных классов – алифатических, ароматических и гетероциклических, с НФА была установлена линейная зависимость между логарифмами констант скорости ацилирования $\log(k_{ac})$ аминсоединений и значением pK_a их протонированных аминогрупп. Данную зависимость характеризует уравнение:

$$\log(k_{ac}) = -(7.5 \pm 0.3) + (0.80 \pm 0.03)pK_a; \quad n=12; \quad r=0.99$$

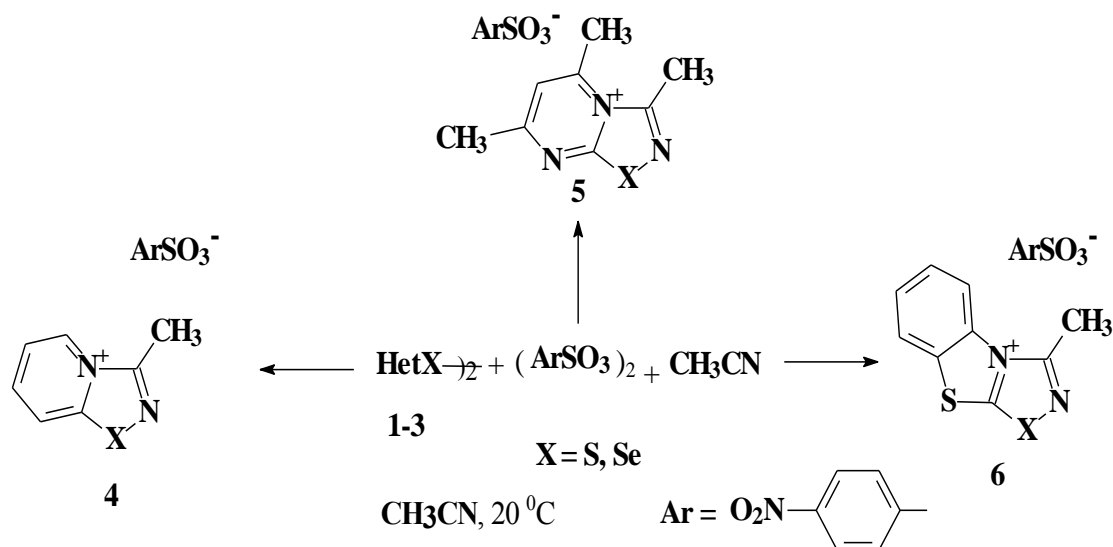
Полученная зависимость свидетельствует об определяющем влиянии основности аминогруппы на скорость реакций аминов с *n*-нитрофенилацетатом, что согласуется с результатами исследования реакций аминов с другими ацилирующими агентами.

ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ ДИГЕТАРИЛДИХАЛЬКОГЕНИДОВ
К АЦЕТОНИТРИЛУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В литературе описано несколько примеров реакций непредельных спиртов и карбоновых кислот с дифенилдисульфидом и диселенидом, активированных *m*- и *n*-нитробензол-сульфонилпероксидами. Согласно методикам, эти реакции проводились в ацетонитриле при 0°C, а в результате получались продукты циклизации с замыканием цикла атомом кислорода функциональной группы, содержащейся в молекуле непредельного соединения.

Нами впервые установлено, что *n*-нитробензолсульфонилпероксид активирует полярное циклоприсоединение дигетарилдихалькогенидов по кратной связи ацетонитрила. При выдерживании дихалькогенидов (1-3) с *n*-нитробензолсульфонилпероксидом, взятых в эквимольном соотношении, в растворе ацетонитрила при 20°C с высокими выходами образуются производные 3-метил-[1,2,4]тиа(селен)дiazоло[4,5-*a*]пиридиния-4 (4), 3,5,7-триметил[1,2,4]тиа(селен)дiazоло[4,5-*a*]пиримидиния-4 (5) и 3-метилбензо[4,5][1,3]-тиазоло[3,2-*d*][1,2,4]тиа-(селен)дiazолия-4 (6).



Сульфонаты (4-6) охарактеризованы с помощью ИК, ЯМР спектроскопии, а также данных элементного анализа. В ИК спектрах этих соединений имеются полосы поглощения в области 1150-1240 см⁻¹, соответствующие антисимметрическим колебаниям ν SO₂ и в области 1060-1010 см⁻¹, соответствующие симметрическим колебаниям ν SO₂. Кроме того в ИК спектрах сульфонатов в области 1550-1630 см⁻¹ имеются интенсивные полосы поглощения, отвечающие колебаниям фрагментов C=C и C=N гетарильного и 3-метил[1,2,4]тиа(селен)дiazольного циклов.

В ЯМР спектрах соединений (4-6) протонам *n*-NO₂C₆H₄-фрагмента соответствуют два дублета в области δ 8.2-8.3 м.д. и δ 7.80-7.85 м.д., а трем протонам CH₃ группы 3-метил[1,2,4]тиа(селен)дiazольного цикла соответствует синглет в области δ 2.45-2.55 м.д.

УДК 544.47

А.В. КАДОМЦЕВА, А.В. ВОРОТЫНЦЕВ, К.С. МАРТЬЯНОВ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ГИДРИРОВАНИЯ ТЕТРАХЛОРИДА ГЕРМАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время реализация технологии получения германия и моногермана связана с большими экономическими затратами, характеризуется многостадийностью и высокими энергозатратами.

В связи с этим, актуален вопрос создания нового технологического процесса получения германия.

В работе рассмотрен новый метод получения германия и его соединений, основанный на каталитическом гидрировании тетрахлорида германия, позволяющий сократить затраты, минуя промежуточные стадии, значительно снизив температуру проведения реакции.

В работе рассмотрен механизм протекания каталитического гидрирования тетрахлорида германия. С целью разработки технологии процесса, проведен термодинамический анализ процесса гидрирования GeCl_4 и образований соединения Ge с H_2 , и металлами.

Используя термодинамические данные, были определены значения константы равновесия реакции в диапазоне температур 500-1000К. Проведенные расчеты, показали, что при температуре свыше 800К, происходит взаимодействие с катализатором. При температуре ниже 800К, константа равновесия реакции меньше единицы и продукт реакции германий не взаимодействует с катализатором.

Рассмотрена зависимость константы скорости реакции от температуры при каталитическом гидрировании тетрахлорида германия.

Рассчитана энтальпия образования эндотермической реакции, требующая на проведение больших затрат энергии.

Изучена зависимость энтальпии реакции с высотой активационного барьера с образованием нестабильных соединений германия. Установлено, что соотношение между энергией активации (E_a) и энтальпией реакции (ΔH) при наличии и при отсутствии катализатора различно. Наивысшее значение энергии определяет величину энергетического барьера. В присутствии катализатора энергии, которая необходима для начала реакции, значительно меньше. Чем выше энергия активации, тем меньше доля частиц, способных к активному взаимодействию. Экзотермические реакции протекают с меньшей энергией активации, чем эндотермические. Высокая энергия активации (высокий энергетический барьер) является причиной того, что многие химические реакции при невысоких температурах не протекают, хотя термодинамически возможны ($\Delta G < 0$).

На основании теоретического анализа, в работе была спроектирована установка для каталитического гидрирования тетрахлорида германия. Были определены типы катализаторов и разработана методика эксперимента.

УДК 661. 419

Т.Н. КАЗАНКОВА, М.И. НИКАНДРОВ, И.С. НИКАНДРОВ

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ХЛОРИСТОГО АММОНИЯ

Хлористый аммоний обычно получали нейтрализацией 31,5% соляной кислоты аммиаком. Полученный 39% нейтрализованный раствор сушили в сушилке с «кипящим» слоем продукта. Большие энергозатраты и расходы на очистку больших объемов отходящих газов сделали технологию неконкурентоспособной.

Применение предложенного нами принципа энергосбережения в производстве солей за счет использования циркуляционных технологий позволяет значительно снизить капитальные затраты за счет исключения стадий получения соляной кислоты и стадии сушки растворов, снизить энергозатраты и объемы растворов, передаваемых на биоочистку.

Применение циркуляционной технологии за счет рецикла маточного раствора на абсорбцию хлористого водорода позволяет повысить концентрацию раствора до 45% и политермической кристаллизацией выделить из него продукт без упарки раствора.

Показана целесообразность ведения абсорбции хлористого водорода маточным раствором хлористого аммония в 2 - 3 стадии. При этом кратность рецикла может быть снижена в 1,5 – 2 раза.

Определена растворимость хлорида аммония в солянокислых щелочах и в совместных растворах нашатыря с гидроксидом аммония.

Исследованием очистки отходящих газов от хлористого водорода, аммиака и пыли нашатыря показана возможность снижения их доли в абгазах до значений ПДК в воздухе рабочей зоны.

Определены коэффициенты массопередачи при санитарной очистке абгазов от аммиака и хлористого водорода.

УДК 661.25

П.П. КИМ, А.А. ПЕРЕТРУТОВ, В.А. КОМАРОВ

ДЕНИТРАЦИЯ НИТРОЗНОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ СМЕСЬЮ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Проведенные ранее исследования показали, что высокоэффективным денитрирующим агентом является уротропин. Поэтому он был использован для повышения эффективности очистки отработанной серной кислоты (ОСК) от соединений азота при денитрации гидросульфитом аммония.

Расход восстановителя рассчитывали следующим образом: норму гидросульфита аммония определяли по содержанию азотной кислоты для восстановления ее до элементного азота, а уротропин – по оксиду азота (III) для восстановления его до оксида азота (II).

Результаты исследований по денитрации кислоты с массовой долей 70% H_2SO_4 , содержащей 0,107% N_2O_3 и 0,057% HNO_3 , путем введения смеси денитрирующих агентов приведены в таблице.

Таблица 1

Показатели денитрации смесью гидросульфита и уротропина

Температура, °С	Время, мин	Массовые доли · 10 ³ , %		Степень денитрации, %	
		N_2O_3	HNO_3	N_2O_3	HNO_3

130	5	30 (8)	14 (12)	72 (93)	75 (79)
	10	21 (6)	8 (8)	80 (99,5)	86 (86)
	20	8 (0,1)	7 (3)	92 (99,9)	88 (95)
	30	6 (0,1)	6 (2)	95 (99,9)	89 (96)
150	5	21 (0,1)	14 (2)	80 (99,9)	76 (97)
	10	17 (0,1)	7 (2)	84 (99,9)	88 (97)
	20	8 (0,1)	6 (0)	92 (99,9)	89 (100)
	30	0,3 (0)	4 (0)	99,7 (100)	94 (100)

Примечание – В скобках даны показатели денитрации при расходе восстановителей 150% от стехиометрии.

Введение уротропина в раствор гидросульфита аммония заметно повышает эффективность денитрации по оксиду азота (III) и степень денитрации при продолжительности процесса 30 мин 95-99,9%. При этом степень очистки от азотной кислоты практически не меняется. Повышая температуру до 50 °С, за 20 мин можно практически полностью очистить кислоту как от оксидов азота (III), так и от азотной кислоты.

УДК 66.047

В.С. КОНОВАЛОВ, В.М. УЛЬЯНОВ, А.Н. ЛОБАЕВ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В СПИРАЛЬНО-ВИХРЕВЫХ СУШИЛКАХ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е.Алексеева

В процессах сушки полимерных дисперсных материалов нашли применение высокоэффективные пневмосушилки спирально-вихревого типа. Достоинством данных сушилок является совмещение в одном аппарате процессов сушки и пылеулавливания дисперсного материала из отработанного теплоносителя. Эффективность пылеулавливания данных пневмосушилок выше серийно выпускаемых циклонов и может достигать 99,9%. Это позволяет исключить из технологической схемы циклоны, а в некоторых случаях и санитарную очистку отработанного сушильного агента от пылевых фракций продукта, что значительно снижает стоимость установки и затраты на обслуживание. Поэтому представляет интерес вычисления эффективности пылеулавливания при выборе сушилок данного типа.

В Дзержинском политехническом институте НГТУ им. Р.Е.Алексеева проведены исследования по сушке ПВХ и созданию аппаратно-технологического оформления процесса. Технология сушки и аппаратурное оформление процесса отработаны на экспериментальной установке с замкнутым циклом теплоносителя.

В качестве сушильного аппарата была применена спирально-вихревая пневмосушилка. Сушке на экспериментальной установке подвергали промышленный ПВХ марки С-70 с влажностью 25-30%. Запыленность газового потока определяли методом изокинетического отбора пробы газа на фильтр. Проведенные опыты показали, что на эффективность пылеулавливания влияют характеристики дисперсного материала, параметры потока теплоносителя, форма и размеры конструкции сушилки. Анализ эффективности разделения дисперсной и газовой фаз был выполнен на основе ранее предложенной зависимости:

$$\eta = ARe^{a_1} Fr^{a_2} Stk^{a_3} \sigma^{a_4} f^{a_5} \mu_M^{a_6} (D_k / D_{II})^{a_7} (h / H)^{a_8}, \quad (1)$$

где η – эффективность разделения дисперсной и газовой фаз; A – коэффициент; a_1 – a_8 – показатели степени; Re – критерий Рейнольдса; Fr – число Фруда; $Stk = \rho_m d_3 / (\xi \rho D_k)$ – число Стокса; ρ – плотность материала и газа; D_k – диаметр сушильной камеры; ξ – коэффициент гидродинамического сопротивления; $\sigma = d_{max} / d_3$ – число полидисперсности материала; d_{max} и d_3 – максимальный и эквивалентный диаметры частиц; f – фактор формы частиц; $\mu_m = G_m / L$ – расходная концентрация материала; G_m – производительность по сухому продукту; L – расход газа; $D_{ц}$ – диаметр циклонной камеры; H – высота вихревой камеры; h – высота порожка циклонной камеры.

Для сокращения числа опытов был применен метод планирования эксперимента. Было выбрано семь факторов, от которых зависит эффективность пылеулавливания. Неизвестные показатели степеней в выражении (1) определяли методом регрессивного анализа. Расчет на ЭВМ позволил получить зависимость (2), которая с достаточной точностью согласуется с результатами проведенных опытов.

$$\eta = 34,1 Re^{-0,083} Fr^{0,085} Stk^{-0,452} \sigma^{-3,51} \mu_m^{0,036} (D_k / D_{ц})^{-0,578} (h / H)^{0,082} \quad (2)$$

УДК 621.355.8

О.А. ЛЕОНТЬЕВ, О.Л. КОЗИНА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКА В ОТРИЦАТЕЛЬНОМ ЭЛЕКТРОДЕ ЩЕЛОЧНОГО АККУМУЛЯТОРА С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ В МЕЖЭЛЕКТРОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Производство щелочных аккумуляторов (системы Ni-Cd, Ni-Fe) ведется в промышленном масштабе уже несколько десятилетий. Повышение удельных емкостных характеристик таких источников тока может быть достигнуто путем разработки новых типов электродов при сохранении сравнительно невысокой их стоимости. В процессе разработки новых конструкций важно оценить и выбрать такое соотношение параметров, при котором будут достигаться требуемые электрические характеристики.

В последние годы все более широкое распространение получает численное моделирование работы аккумуляторов, что позволяет проводить предварительную оценку их характеристик без затрат на создание и испытание экспериментальных моделей. Существующие модели щелочных аккумуляторов не являются достаточно полными для прогнозирования поведения электродов больших габаритов. Экспериментальные исследования показывают, что в этом случае распределение тока на электродах не может быть описано только с помощью уравнений для расчета токов и потенциалов. Необходим учет других факторов, например, температурного поля и естественной конвекции, возникающей в результате локальных изменений плотности электролита.

На первом этапе была решена подзадача моделирования процессов в пористом безламельном кадмиевом электроде при учете конвекции в межэлектродном пространстве. Поставленная цель предполагает проведение расчетов параметров как по толщине, так и по высоте электрода.

Для моделирования распределения токов в ячейке использовалась упрощенная эквивалентная электрическая схема, в которой кадмиевый электрод был представлен набором активных сопротивлений и источников ЭДС. Моделирование конвекции про-

изводилось с использованием уравнения Навье-Стокса и уравнения неразрывности потока, модифицированного с учетом фильтрации электролита через сепаратор.

Показано, что неравномерное распределение тока по высоте электрода и возникающие конвективные потоки приводят к появлению концентрационных градиентов по высоте аккумулятора. Изменение в концентрации щелочи по высоте межэлектродного пространства может достигать 20%. Все это приводит к потере емкости при циклировании.

Практическая ценность работы состоит в том, что с помощью математической модели получена возможность оценки выходных характеристик источников тока с учетом процессов массопереноса по двум координатам: ширине и высоте, то есть прогнозировать характеристики аккумуляторов различной конструкции и габаритов.

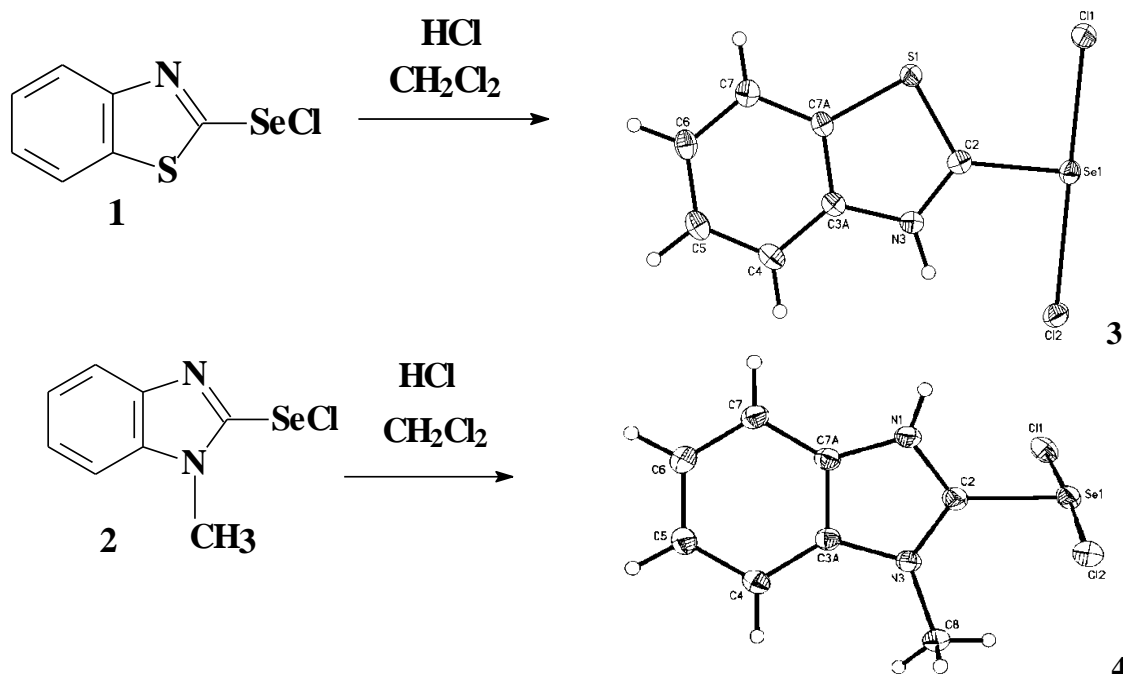
УДК 547.789

Ю.М. ЛУКЬЯНОВА, С.А. ЗАЛЕПКИНА, Ж.В. МАЦУЛЕВИЧ, В.К. ОСМАНОВ
Г.Н. БОРИСОВА, А.В. БОРИСОВ

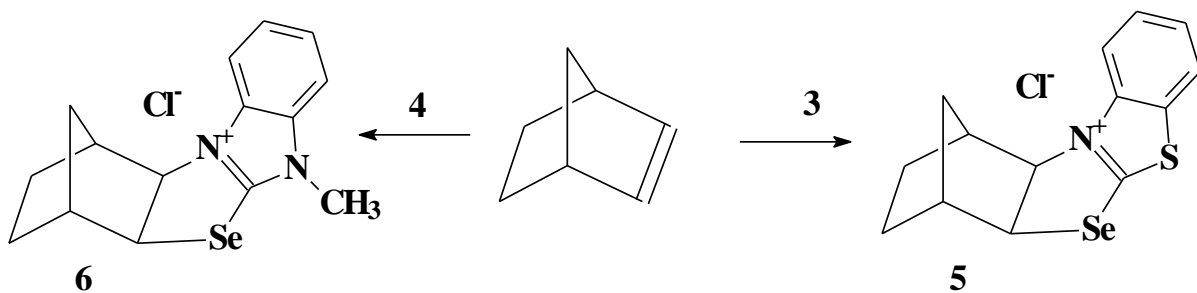
СИНТЕЗ И РЕАКЦИИ НОВЫХ ХАЛЬКОГЕНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОФИЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Нами установлено, что при обработке хлористым водородом относительно неустойчивых селенилхлоридов (1) и (2) с количественными выходами образуются высокостабильные аддукты (3) и (4) соответственно. Методом рентгено-структурного анализа доказано, что полученные соединения имеют цвиттер-ионную Т-образную структуру с линейными фрагментами Cl-Se-Cl.



В результате полярного циклоприсоединения реагентов 3 и 4 по кратным связям получены новые гетероциклические системы – производные 1,3-селеназола 5 и 6.



УДК: 578.029:669.248

О.В. МАТАЕВА В.В. РОГОЖИН, А.М. АБРАМОВ

ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ Ni-P ЛЕГИРОВАННЫХ ДОБАВКОЙ БОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

При введении в стандартные гипофосфитные растворы химического никелирования некоторых борсодержащих добавок можно получать трехкомпонентные покрытия Ni-P-B с регулируемым содержанием бора. Такие покрытия совмещают в себе свойства как Ni-P, так и Ni-B покрытий. В отличие от традиционных сплавов Ni-P покрытия Ni-P-B становятся термостойкими в воздушной атмосфере при температуре более 400 °С, могут подвергаться пайке и сварке, сохраняя при этом традиционные свойства высокой твердости, износостойкости и коррозионной стойкости, присущих покрытиям Ni-P.

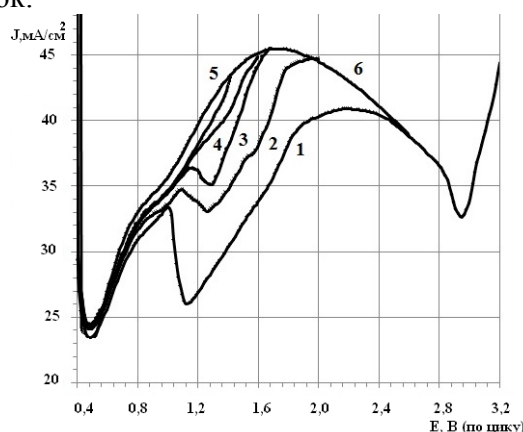
Для осаждения покрытий Ni-P-B был использован стандартный слабощелочной раствор химического никелирования с гипофосфитом, в который вводилась добавка полиэдрических боратов типа $K_2B_{12}H_{12}$ различной чистоты. Данная добавка остается малоизученной, так как является слабо активной в каталитических процессах. Ранее для таких целей применялись добавки анионов $B_9H_9^{2-}$, $B_{10}H_{10}^{2-}$, которые в настоящее время в стране в промышленном масштабе не производятся.

В результате оптимизации состава раствора химического никелирования и определения оптимальных условий осаждения покрытия доказана эффективность работы добавки $K_2B_{12}H_{12}$ при получении трехкомпонентного сплава. Установлено, что для получения тройного сплава концентрация $K_2B_{12}H_{12}$ в растворе должна быть не менее 1,2 г/л, при которой в состав сплава включается более 0,2-0,3% бора и реализуются необходимые функциональные свойства. Нужно учитывать, что введение борсодержащей добавки несколько снижает скорость химического никелирования, не приводя к дестабилизации раствора. При этом чистота добавки мало влияет на ход процесса и состав сплава, что дает возможность использовать упрощенные способы ее получения и очистки. При использовании добавки полиэдрического бората $K_2B_{12}H_{12}$ для осаждения Ni-P-B сплава на алюминии удалось получить покрытие, обладающее хорошей адгезией и качеством. Также покрытие Ni-P-B можно наносить на сталь, медь и другие основы.

ОСОБЕННОСТИ КИСЛОРОДНОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ТРАСПАССИВНЫХ ЦИНКОВЫХ АНОДАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В переходной области, от потенциала полной пассивации $+0,38 \div +0,4$ В (по цинку) до процесса выделения кислорода (η более $+2,8$ В) на монолитном цинковом аноде в щелочных растворах наблюдается два подъема анодного тока. Первый за счет повышения n – полупроводимости пленки ZnO при ускорении движения (выхода) ионов Zn^{+} и повышения содержания катионных вакансий. При потенциалах положительнее $+1,1$ В во внешних слоях эта пленка трансформируется в слой, обладающий электрической проводимостью и электрохимической активностью, начинается процесс образования перекиси цинка ZnO_2 и приобретение пленкой двойной проводимости ионной и электрической, уменьшается сопротивление в пленке, продолжает расти анодный ток.



Циклические анодные поляризационные кривые на Zn в 7 М КОН.

1-5 – обратный ход; 6 – прямой ход.

Образование перекиси цинка происходит без заметных потенциальных изменений в условиях твердого раствора образовавшейся ZnO_2 в оксидно-цинковой фазе. Трансформация первичного пассивного слоя ZnO в проводящий слой в растворах средней щелочности проходит без пространственных перемещений с сохранением целостности общей пассивной пленки. Спад тока при потенциалах более $+1,6$ В связан с увеличением толщины образующейся пленки – количества ZnO_2 , скорость образования которой превышает подрастворение оксидной пленки со стороны электролита. На обратном ходе циклической анодной поляризационной кривой анодный ток будет разницей анодного тока с миграцией ионов Zn^{+} и катодного тока восстановления ZnO_2 , количество которой пропорционально площади между кривыми прямого и обратного хода. Перекись цинка менее сильный окислитель, чем H_2O_2 и процесс ее растворения (разложения) не сопровождается выделением кислорода. Выделения кислорода не происходит до потенциалов $\approx +2,8$ В, хотя обратимый потенциал кислородного электрода $\approx +1,67$ В, вероятно пленка еще состоит из двух слоев ZnO у поверхности металла и ZnO_2 с разными типами проводимости.

Изменение химического состава пассивной пленки при росте поляризации с перемещением внешних слоев пленки в глубину создают условия ее электронной проводимости и при потенциалах положительнее $+2,8$ В, начинается второй подъем анодного тока, связанный с началом процесса выделения кислорода. Возможно, вы-

деление кислорода связано с разложением кислородных соединений цинка высшей степени окисленности, так как не происходит накопления катодно активной ZnO_2 , нет увеличения площади между кривыми прямого и обратного хода в этой области потенциалов, кривые обратного хода с потенциала +3,2 В и + 2,6 В совпадают.

УДК 547-311

С.М. ДАНОВ, А.В. СУЛИМОВ, А.А. ОВЧАРОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ, РЕАЛИЗУЮЩИХСЯ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ ПРОДУКТОВ СИНТЕЗА ОКСИДА ПРОПИЛЕНА В СРЕДЕ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА

Дзержинский политехнический институт (филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева)

Оксид пропилена относится к числу важнейших продуктов основного органического синтеза. Обладая высокой реакционной способностью, он легко вступает во взаимодействие с соединениями различных классов, что позволяет получать на его основе большое количество продуктов (полиуретаны, гликоли, пропиленоксидные каучуки, неионогенные ПАВ, косметические средства, медицинские препараты и др.).

Для определения условий ректификационной очистки окиси пропилена, получаемой эпоксидированием пропилена водным раствором пероксида водорода в среде изопропилового спирта на титансодержащем катализаторе, необходимы данные о равновесии жидкость–пар для ряда систем, содержащих оксид пропилена, растворитель и примеси побочных продуктов. Реакционная масса на выходе из реакционного узла содержит следующие компоненты: изопропанол, пропилен, оксид пропилена, вода, пропиленгликоль, ацетон, 1-изопропоксипропанол-2 и 2-изопропоксипропанол-1, образующие 27 бинарных пар.

В настоящее время при решении подобных задач все большее распространение находит математическое моделирование. Известно достаточно много рекомендаций о предпочтительном выборе той или иной модели в зависимости от химической природы компонентов бинарной смеси и классов бинарных растворов. Нами были использованы модели локальных составов – NRTL и UNIQUAC.

Анализ качества описания различных наборов экспериментальных и псевдоэкспериментальных данных (рассчитанных с использованием модели UNIFAC) по парожидкостному равновесию в бинарных системах показал, что для моделирования фазовых равновесий в системах продуктов синтеза оксида пропилена в среде изопропилового спирта целесообразно использовать уравнение NRTL с учетом идеальности паровой фазы. Учет неидеальности паровой фазы в рассматриваемых системах не приводит к статистически значимому улучшению качества описания данных по парожидкостному равновесию.

На основе найденных бинарных параметров было проведено математическое моделирование равновесия жидкость-пар в многокомпонентных системах, образованных продуктами синтеза. Анализ полученных диаграмм дистилляционных линий показал отсутствие тройных азеотропов. Для рассматриваемых систем характерно наличие только бинарных азеотропов. Так для системы продуктов синтеза оксида пропилена в среде изопропилового спирта характерно образование следующих азеотропов: изопропанол – вода, вода – 1-изопропоксипропанол-2, вода – 2-изопропоксипропанол-1. При-

чем, все бинарные азеотропы являются положительными и характеризуются минимумами температур кипения.

Обработка термодинамических данных по фазовым равновесиям позволила разработать блок-схему процесса разделения реакционной смеси и выделения целевого продукта оксида пропилена. Предложенная схема разделения была апробирована на лабораторных ректификационных колоннах. Анализ, полученных результатов, показал хорошую сходимость экспериментальных и расчетных данных и подтвердил принципиальную возможность выделения оксида пропилена из реакционных смесей предложенным методом.

УДК 547-311

А.В. ОВЧАРОВА, С.М. ДАНОВ, А.В. СУЛИМОВ

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИЦИДОЛА

Дзержинский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева

Глицидол является ценным промежуточным продуктом в производстве синтетического глицерина и его производных, а также поверхностно-активных веществ, пластификаторов, текстильных красителей, фотохимикатов, лекарственных препаратов, пестицидов, ряда каучуков, лаков, терморезистивных смол и пластмасс.

Основными способами получения глицидола являются дегидрогалогенирование монохлоргидрина глицерина; гидролиз эпихлоргидрина; взаимодействие аллилового спирта с надбензойной кислотой. Однако эти методы имеют ряд существенных недостатков, к числу которых можно отнести: невысокий выход целевого продукта, образование большого количества трудно утилизируемых побочных продуктов реакции, сточных вод и др. В связи с этим разработка новых способов получения глицидилового спирта является актуальной задачей.

Одним из наиболее перспективных методов получения глицидола является жидкофазное эпоксирирование аллилового спирта экологически чистым окислителем – пероксидом водорода в присутствии синтетических цеолитов, содержащих атомы титана. Однако, в открытой печати подобная информация освещена в недостаточном объеме, причем, часть данных носит разрозненный и, весьма, противоречивый характер. Следует также отметить, что подавляющее количество публикаций опирается на мелкокристаллический тонкодиспергированный в реакционной массе гетерогенный катализатор, в то время как для промышленной реализации необходимо создание более крупного гранулированного контакта, способного работать в стационарном слое.

Таким образом, очевидно, что процесс получения глицидола жидкофазным эпоксирированием аллилового спирта пероксидом водорода имеет ряд преимуществ, позволяет устранить существенные недостатки, присущие традиционным технологиям, и в значительной степени улучшить экологические и экономические показатели процесса.

В настоящей работе представлены результаты исследования влияния различных факторов на процесс жидкофазного окисления аллилового спирта пероксидом водорода на титансодержащем цеолите. В частности было изучено влияние природы и количества растворителя, температуры, соотношения реагентов и др.

Проведенные исследования показали, что наиболее целесообразно в качестве растворителя использовать метанол. Для достижения высокой скорости процесса и выхода глицидола количество растворителя должно быть 40-60 % масс. Уменьшение концентрации растворителя приводит к значительному снижению избирательности процесса.

Для получения высокого выхода глицидола при сохранении достаточно большой скорости, наилучшим начальным отношением аллиловый спирт : пероксид водорода является мольное отношение 2-3.

Выбор оптимальной температуры синтеза глицидола определяться скоростью образования целевого продукта и селективностью процесса, а также востребованностью образующихся побочных продуктов. Наиболее целесообразно процесс эпоксицирования проводить при температуре 40-50 °С.

УДК 54.084+544.723.232

Н.В. ПАВЛОВА, И.В. ВОРОТЫНЦЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОРБЦИИ ГАЗОВ НА ПОЛИВИНИЛТРИМЕТИЛСИЛАНЕ ПО ДАННЫМ ОБРАЩЕННОЙ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс сорбции составляет основу многих промышленных операций и научных исследований, таких как разделение и глубокая очистка веществ. Поэтому необходимо уделять особое внимание исследованию термодинамических параметров сорбции.

Целью настоящей работы является определение физико-химических параметров сорбции газов на поливинилтриметилсилане.

Определение сорбционных характеристик исследуемых газов проводили методом обращенной газовой хроматографии (ОГХ). Этот динамический метод является эффективным методом получения разнообразной информации о термодинамике сорбции в полимерах выше их температур стеклования. ОГХ не уступает в достоверности и точности традиционным статистическим методам измерения сорбции газов.

Для определения физико-химических параметров сорбции газов в работе была использована тонкая пленка поливинилтриметилсилана отечественного производства. Полимер растворяли в толуоле до концентрации 1,7%. Далее полимер из раствора наносили на инертный носитель Inerton Super фракции 0,20-0,25 мм, удельная площадь поверхности которого составляла 0,4-0,65 м²/г. Масса полимера составляла 5,8% от общей массы наполнителя. Затем полученную фазу помещали в насадочную колонку из нержавеющей стали длиной 1 м и внутренним диаметром 3 мм. По исходным данным были проведены расчеты, которые показали, что толщина пленки поливинилтриметилсилана составила 1,75±0,3 мкм.

Измерение сорбции проводили на газовом хроматографе «Цвет-Аналитик» (производство ОАО «Цвет», г. Дзержинск Нижегородская обл.) в изотермическом режиме с детектором по теплопроводности. В качестве газа-носителя использовали гелий. Массив экспериментальных данных был получен по нисходящей ветви хроматограммы, отвечающей процессу десорбции и характеризующей обратимость процесса. Затем пик разбивался на интервалы, для каждого интервала было рассчитано равновесное давление пара сорбата и его равновесная концентрация в полимере.

В интервале температур 303 – 373 К получены изотермы сорбции инертных газов, углеводородов и фторзамещенных углеводородов на поливинилтриметилсилане.

Полученные изотермы сорбции газов были аппроксимированы в рамках квази-химической модели сорбции паров, предложенной Лаатикайненом и Линдстремом.

Определены параметры термического уравнения. Исходя из изостерических характеристик были определены энтальпии сорбции газов и установлена их концентрационная зависимость.

УДК 661.25

Г.В. ПАСТУХОВА, П.П. КИМ, В.А. КОМАРОВ

ОЧИСТКА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ОТ ОКСИДОВ АЗОТА

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексева

Очистке подвергалась кислота с массовой долей исходной серной кислоты 70%, содержащей 0,138% оксида азота (III) и 0,098% азотной кислоты, гидросульфитом аммония, расход которого составлял 100 (150)% от стехиометрии по реакции восстановления соединений азота до элементного азота.

Результаты опытов (см. таблицу) показали, что гидросульфит аммония основную долю соединений азота денитрирует в начале процесса. При температуре 20-60 °С за первые 10 мин денитрируется 16-22% оксида азота (III) и 69-71% азотной кислоты. Увеличение продолжительности процесса до 120 мин повышает степень денитрации на 4-5%.

Таблица 1

Очистка кислоты гидросульфитом аммония

Температура, °С	Время, мин	Массовая доля 10 ³ , %		Степень денитрации, %	
		N ₂ O ₃	HNO ₃	N ₂ O ₃	HNO ₃
20	10	116 (103)	28 (26)	16 (25)	71 (73)
	20	114 (100)	28 (26)	17 (26)	72 (74)
	30	114 (94)	27 (22)	17 (32)	72 (77)
	60	110 (94)	27 (19)	20 (32)	72 (81)
	120	105 (86)	26 (18)	24 (26)	74 (82)
60	10	108 (80)	31 (18)	22 (42)	69 (82)
	20	106 (75)	31 (17)	24 (46)	70 (83)
	30	104 (72)	30 (15)	25 (48)	71 (85)
	60	101 (69)	28 (14)	27 (50)	73 (86)
	120	101 (64)	26 (13)	27 (54)	73 (87)
100	10	34 (33)	26 (17)	75 (76)	73 (83)
	30	33 (21)	23 (10)	76 (85)	77 (90)
	90	30 (1)	20 (5)	78 (92)	80 (95)
	120	29 (1)	20 (4)	79 (93)	80 (96)
130	10	32 (19)	15 (4)	77 (86)	85 (96)
	30	25 (13)	10 (3)	82 (91)	90 (97)
	60	22 (11)	10 (3)	84 (92)	90 (97)
	90	20 (11)	9 (3)	86 (92)	91 (97)
	120	18 (11)	9 (2)	87 (92)	92 (98)

Повышение температуры с 60 до 100 °С значительно интенсифицирует очистку от оксидов азота (III). Увеличение нормы расхода гидросульфита до 150% от стехиометрии повышает степень денитрации как по оксиду азота (III), так и по азотной кислоте в среднем на 10%.

Проведенные исследования показали возможность использования сульфит-бисульфитных щелоков, получающихся при очистке отходящих газов от диоксида серы в качестве денитрирующего агента. Поскольку при этом происходит дефиксация связанного азота, целесообразно использовать их при низком исходном содержании соединений азота. На существующих установках восстановительная денитрация может быть осуществлена путем ввода щелоков в нижнюю часть денитрационной колонны после удаления основной массы соединений азота водяным паром или добавлением в бак денитрированной кислоты. В этом случае необходима аспирация отходящих газов, поскольку в продуктах денитрации наряду с элементарным азотом возможно присутствие диоксида серы.

УДК 66.093.8 : 661.25.3

И.В. КИМ, А.М. ПЕТРОВСКИЙ, М.Н. ЧУБЕНКО, П.П. КИМ

ГИДРОЛИЗ НИТРОЗИЛСЕРНОЙ КИСЛОТЫ И РАВНОВЕСНОЕ ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА НАД НИТРОЗОЙ С МАССОВОЙ ДОЛЕЙ ИСХОДНОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ 73 %

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексева

Проведенные ранее исследования показали, что интенсивность переработки и коэффициент скорости абсорбции диоксида серы нитрозой возрастают при разбавлении кислоты. Причем, разбавление кислоты до 74-73 % H_2SO_4 вызывает значительное увеличение интенсивности переработки SO_2 нитрозой. Ниже этой концентрации рост указанной величины замедляется, и ход кривых меняет свое направление.

Поэтому были исследованы гидролиз нитрозилсерной кислоты (НСК) и равновесное парциальное давление оксидов азота над нитрозой с массовой долей исходной серной кислоты 73 %.

Степень гидролиза НСК с ростом нитрозности раствора с 0,5 до 2,5 и 4,0 % повышается с 54,5 до 72,5 (в 1,33 раз) и 73,8 % (в 1,35 раз) при температуре 20°C и с 61,2 до 77,6 (в 1,27 раз) при 100°C. С ростом температуры с 20 до 80 и 100°C при нитрозности 1,5 % N_2O_3 степень гидролиза НСК возрастает с 71,6 до 75,9 (в 1,06 раз) и 77,1 % (в 1,08 раз), а при нитрозности 4,0 % N_2O_3 возрастает с 73,8 до 77,2 (1,05 раз) и 77,8 % (в 1,05 раз).

С ростом нитрозности с 0,5 до 2,5 и 4,0 % N_2O_3 равновесное парциальное давление оксида азота (III) повышается с 0,2 до 0,5 (в 2,5 раза) и до 0,6 кПа (в 3 раза), оксида азота (II) с 0,01 до 0,02 (в 2 раза) и 0,08 кПа (в 8 раз), азотной кислоты с 0,06 до 0,2 (в 3,3 раза) и 0,3 кПа (в 5 раз) при температуре 20°C.

Повышение температуры с 20 до 80 и 100°C при нитрозности 1,5 % увеличивает равновесное парциальное давление N_2O_3 с 0,4 до 1,5 (в 3,6 раз) и до 2,4 кПа (в 6 раз), оксида азота (II) с 0,01 до 0,06 (в 6 раз) и до 0,08 кПа (в 8 раз), азотной кислоты с 0,1 до 0,6 (в 6 раз) и до 0,8 кПа (в 8 раз).

Предложено эмпирическое уравнение для расчета равновесного парциального давления над нитрозой в исследованных интервалах изменения параметров.

Полученные данные будут использованы для аппаратурного расчета процесса переработки диоксида серы нитрозным методом.

УДК 661.5+546.05

А.Н. ПЕТУХОВ, В.М. ВОРОТЫНЦЕВ, И.В. ВОРОТЫНЦЕВ

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ АММИАКА С ПРИМЕСЬЮ НА ПРОЦЕСС ЕГО ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Высокоочищенный аммиак используется в LCD и LED технологиях, в производстве солнечных элементов на основе поликристаллического кремния, GaN-лазеров и полевых транзисторов с высокой подвижностью носителей в канале. Также высокоочищенный аммиак используется как теплоноситель в космических аппаратах. Для повышения параметров изделий и эффективности производств, одним из параметров является требования к чистоте используемых в их производстве веществ. Поэтому задачу по увеличению эффективности процесса глубокой очистки аммиака является актуальной и важнейшей задачей.

Для получения высокоочищенного аммиака используется гибридный метод глубокой очистки аммиака включающий три стадии: дистилляцию, низкотемпературную кристаллизацию примесного компонента и удаление его гетерогенных образований фильтрацией [1], который обеспечивает получения аммиака с минимальной чистотой класса 99,99998 (6N+). Основной проблемой использования в электронике, является наличие в используемых веществах лимитируемых примесей, наиболее жестко контролируемой из которых является вода и кислород. Ее содержание по современным требованиям не должна превышать 10^{-4} мол. %. Проводя эксперименты, было замечено, что концентрация воды отличается от теоретических расчетов. Было предположено, что в процессе криогенной фильтрации, происходит не только образование кристаллов воды, но и образование комплексов аммиака с водой в виде кристаллогидратов аммиака.

В настоящей работе используя квантово-химическое моделирование процессов, происходящих при разделении смеси аммиак-микропримесь воды были определены физико-химические, энергетические и колебательные характеристики кристаллогидратов аммиака. Были так же определены переходные состояния и энергии активаций кристаллогидратов аммиака. Установлено, что наиболее вероятно образование полу- и моногидратов аммиака. Теоретический анализ частот ИК-спектров, полученных из квантово-химических расчетов показал образования прочных водородных связей типа O-H...N и O-H...O с различными частотами ($\sim 3200-3500$ см⁻¹). Экспериментально были получены Фурье ИК-спектра аммиака на поверхности KBr, с содержанием примеси воды на уровне менее 0,1 % масс. Было показано, что результаты теоретических и экспериментальных исследований находятся в удовлетворительном согласии. В результате было доказано, что аммиак и примесь воды в нем образуют моногидрат и полугидрат аммиака, с образованием связи типа O-H...N

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, грант № 11-08-00707-а.

Список литературы

1. Воротынцев В.М., Малышев В.М., Тарабуров П.Г., Воротынцев И.В. Способ глубокой очистки аммиака. Патент РФ № 2322284. Приоритет от 11.07.2006, выдан 20.04.2008

ПОЛУЧЕНИЕ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ СЛАБОЩЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процессы электроосаждения меди широко распространены в гальванотехнике для осаждения как многослойных покрытий, так и функциональных. Среди электролитов меднения значительный интерес представляют комплексные безцианистые электролиты. Такие электролиты разнообразны по составам и режимам ведения процесса.

Нами проведено сравнение основных видов таких электролитов с целью подбора оптимальных вариантов для осаждения меди на электроотрицательные металлы, сложно профилированные изделия и для локальной металлизации. Были исследованы трилонатные, пирофосфатные, аммиачные, этилендиаминовые электролиты, электролиты на основе нитрата меди и зарубежный аналог- электролит «Cu – Alkaline». Определялись величины удельной электропроводности, поляризуемости, величины Вт, допустимых плотностей тока, рассеивающей способности и качество покрытия.

Из выше перечисленных, наиболее пригодными для выбранных целей использования оказались пирофосфатные, этилендиаминовые, и «Cu – Alkaline» электролиты.

Характеристики этих электролитов приведены в таблице.

Таблица - Сравнительная характеристика комплексных электролитов меднения

Электролит	J, А/дм ²	Вт, %	РС, %	Качество	Электро- проводность $\chi, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	Поляризуемость, dE/dj, В*дм ² /А
Этиленди- аминовый	0,5-2	94-59	70-74	Хорошее до 3 А/дм ²	0,0641	0,435
«Cu – Alkaline»	0,5-2	82-79	77-62	Хорошее до 3 А/дм ²	0,0543	0,100
Пирофосфат- ный	0,5-3,0	79-63	79	Хорошее	0,11	0,125

Из вышеприведенных данных видно, что лучшие показатели выхода по току обеспечивают этилендиаминовые и «Cu – Alkaline» электролиты. По рассеивающей способности преимущества у пирофосфатного и «Cu – Alkaline» электролитов, кроме того, из «Cu – Alkaline» электролита получаются блестящие, хорошо сцепленные с основой осадки. Значение удельной электропроводности выше в пирофосфатном электролите. Наибольшее значение поляризуемости было достигнуто в этилендиаминовом электролите. Из такого электролита получается самый мелко кристаллический и плотно упакованный осадок, при хорошей рассеивающей способности, однако надо учитывать известную вредность этилендиамина.

КОМПОЗИЦИОННЫЙ ФИЛЬТРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ МАТРИЦ ИЗ МНОГОСТЕННЫХ РАДИАЛЬНООРИЕНТИРОВАННЫХ НАНОТРУБОК

ФГБУН Институт проблем машиностроения РАН

Проблема опреснения воды и разработка новых технологий и материалов связанных с ней всегда стояла особенно остро. Для создания полупроницаемой мембраны с каналами, которая пропускает растворитель, то есть воду, и задерживает растворенное вещество, то есть морскую соль оптимально подходят так называемые углеродные нанотрубки - миниатюрные пустотелые цилиндрические структуры из чистого углерода.

В качестве исходных заготовок для изготовления композиционных наноструктурированных матриц использовались макроцилиндры сформированные по технологии, разработанной в ИМХ им.Г.А.Разуваева РАН.

Были проведены электронномикроскопические, калориметрические и хроновольтамперометрические исследования, показавшие характерную структуру, высокую термическую и электрохимическую устойчивость матриц МУНТ.

Исходя из полученных данных, МУНТ представляют собой жгуты нанотрубок со свободным объемом между ними. Также в образцах наблюдаются механические напряжения в теле матрицы МУНТ связанные с процессом их получения. В связи с данными фактами целью нашей работы явилось повышение механических характеристик заготовок, а также заполнение свободного объема матриц МУНТ для исключения возможности фильтрации воды по нему в обход нанотрубок. Для пропитки нами был выбран экспериментальный состав на основе серийной пропитывающей композиции АП-1 производства ООО «Триботехника».

После проведения обработки полимерными составами повышается механическая прочность и химическая устойчивость матриц МУНТ, однако образующийся полимер при этом находится не только в межтрубочном пространстве, но и покрывает поверхность заготовки, что препятствует смачиванию ее водой и дальнейшей фильтрации.

Оптимальным способом проведения процесса очистки поверхности заготовок является лазерное воздействие. Данный метод позволяет не только очистить поверхность заготовки от следов пропитывающего состава, а также параллельно провести процесс вскрытия торцов нанотрубок с получением чистой поверхности, которая хорошо смачивается водой.

Данные, полученные по результатам проведенных работ, позволяют нам создать рабочую заготовку фильтра из матриц многостенных углеродных нанотрубок. Данная заготовка представляет собой полуцилиндр из радиальноориентированных МУНТ, с удаленными лазерным воздействием внешними и внутренними деформированными слоями, пропитанный полимерным составом, для повышения механических параметров и исключения возможности протекания жидкости по межтрубочному пространству. Работа поддержана грантом РФФИ № 12-08-31089.

УДК 66.071.6+54.058

Т.Е. САРПОВА, П.Н. ДРОЗДОВ

ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В ОДНО И ДВУХ КОМПРЕССОРНЫХ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Основы разделения газа с использованием мембран известны достаточно долго, и лишь недавно прогресс мембранной технологии стал экономически привлекательным

для разделения газов. В связи с этим и присущей простотой мембранной технологии, появился большой интерес в отношении разделения газов и создании мембран, а так же в области применения их к разделению воздуха.

Наиболее перспективными для процесса глубокой очистки газов являются двух и трехмодульные мембранные аппараты последовательного типа, с одним и двумя компрессорами соответственно.

В данной работе рассмотрена двухмодульная установка последовательного типа. Данная установка состоит из двух мембранных модулей. В ней присутствует рециркуляция пермеата со второй стадии, который смешиваясь с питающим потоком системы, поступает в первый мембранный модуль, таким образом, повышая степень разделения.

Произведен расчет и сравнение степени разделения данной установки при различных параметрах: отношении площадей мембран, доли отбора из системы, эффективного коэффициента разделения.

Проведено сравнение одномодульной установки с двухмодульной. Одномодульная установка имеет экономическое преимущество, минимизирует капитальные затраты, связанные с установкой мембраны, трубопроводов и других частей установки. Однако желаемой чистоты продукта не достигнуто, требуется увеличения площади мембраны, тем самым делая одноступенчатую мембранную установку не эффективной.

Рассмотрена трехмодульная мембранная установка последовательного типа. В ней присутствует рециркуляция пермеата со второй и третьей ступени на первый и второй модули соответственно. Соотношение площадей поверхностей мембран подобраны таким образом, чтобы минимизировать капитальные и операционные расходы системы в целом. Проведен расчет и сравнение степени разделения данной установки при различных параметрах: отношении площадей мембран, доли отбора из системы, эффективного коэффициента разделения.

Показано, что трехмодульная мембранная установка имеет большую степень разделения, чем одномодульная и двухмодульная установки.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-08-00618-а

УДК 541.136

СКОБЕЛЕВА И.В., АНДРУХИВ А.И., ШАМИНА Н.Ю., БАЧАЕВ А.А.

ВЛИЯНИЕ ПЕРВИЧНЫХ СЛОЕВ НА КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКА ЦИНКА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ЦИНКАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА С ДОБАВКОЙ «ЦИНКАМИН»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

При осаждении из цинкатных растворов без добавок цинк первоначально выделяется в виде компактного осадка, только через некоторое время (так называемый «индукционный период») на поверхности катода появляются наросты цинка [1]. В работе [2] показано, что и при осаждении меди частицы микроосадка могут служить активными центрами трехмерной нуклеации при более высоких катодных перенапряжениях. Увеличение плотности тока осаждения цинка уменьшает «индукционный период» [1]. На характер формирующегося осадка порошка цинка и, как следствие, коэффициента использования цинка, оказывают влияние добавки ПАВ, используемые при осаждении монолитных осадков цинка. Одной из таких добавок является добавка «Цинкамин». Целью исследования является проверка влияния первичных слоев цинка, полученных с добавкой «Цинкамин» на коэффициент использования порошка цинкового электрода.

На медную освинцованную сетку предварительно осаждался слой гальванического цинка из электролита состава: 7М NaOH, 27,7 г/л Zn^{2+} без добавки или с добавкой 10-15 мл/л «Цинкамин». В качестве анодов использовались монолитные цинковые электроды. Катодная плотность тока – 2 А/дм², время электролиза – 1 мин (расчетная толщина слоя цинка – 1 мкм), $t=18\pm 2^{\circ}C$. Далее проводилось наращивание порошка цинка при $j_k = 40$ А/дм², аноды – никелевая фольга. Затем полученные цинковые электроды разряжали в условиях макета НЦ аккумулятора при плотности тока 100 мА/см², противоэлектродами служили заряженные оксидоникелевые электроды, электролит – 7М КОН. Разряд проводили до поляризации цинкового электрода 1В и определяли емкость и коэффициент использования полученных электродов.

Таблица – Влияние первых слоев на характеристики цинковых электродов

№ опыта	Начальный слой из электролита	Наращивание губки из электролита	Емкость отдан, А·ч	$K_{исп}$, %
1	без добавки	без добавки	0,15	21
2	без добавки	с добавкой «Цинкамин»	0,63	88
3	с добавкой «Цинкамин»	без добавки	0,50	71
4	с добавкой «Цинкамин»	с добавкой «Цинкамин»	0,64	76

Коэффициент использования цинка, где первоначальный слой был получен из электролита с добавкой «Цинкамин» (опыт 3), а далее осаждалась губка из электролита без добавки, сопоставим с коэффициентом использования цинка, полученного полностью из электролита с добавкой (опыт 4). Из сравнения результатов опытов (3) и (4) следует, что первые слои, сформированные под действием добавки, оказывают влияние на характеристики осажденного порошка цинка. Сопоставление результатов опытов (1) и (2) показывает, что высокий коэффициент использования цинка (опыт 2), где первоначальный слой в 1 мкм получен без добавки, а осаждение губки получено из электролита с добавкой «Цинкамин», связан с тем, что действие добавки проявляется не только в «индукционный период», но и после него. В ходе осаждения губки, когда за счет развития истинной поверхности электрода истинная плотность тока и поляризация уменьшаются и скорее всего достигается область влияния добавки на осаждение цинка.

Список литературы

1. К.М. Элькинд, М.Г. Михаленко, В.Н. Флеров. Известия ВУЗов. Химия и хим. Технология. 1980. С. 862-864
2. А.И. Данилов, Е.Б. Молодкина, Ю.М. Полукаров. Электрохимия. Т.33, № 3. 1997. С. 320-326

УДК 547.458.6+661.185

С.О. СОЛОМЕВИЧ, П.М. БЫЧКОВСКИЙ, Т.Л. ЮРКШТОВИЧ
Н.В. ГОЛУБ, П.Ю. МИРЧУК

КИНЕТИКА РЕЛИЗА ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ВЕЩЕСТВА ПРОСПИДИНА ИЗ ГИДРОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ ДЕКСТРАНА

Учреждение Белорусского государственного университета
«Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»

Одним из перспективных путей оптимизации активности лекарственного вещества при одновременном сокращении вводимой дозы является иммобилизация его на высокомолекулярных соединениях. Особый интерес в качестве полимеров-носителей для создания систем адресной доставки лекарства представляют биodeградируемые

гидрогели на основе модифицированных полисахаридов, которые биосовместимы, не имеют выраженных побочных эффектов и могут использоваться при продолжительном лечении.

Цель исследования – получение системы адресной доставки проспирина в пораженный орган-мишень и оценка кинетики релиза противоопухолевого вещества из гидрогелей в модельных опытах *in vitro* и *in vivo* в зависимости от степени сшивки фосфатов декстрана, массового соотношения полимер / противоопухолевое вещество.

В настоящей работе фосфаты декстрана с содержанием фосфорнокислых групп 2.0 - 2,9 ммоль/г были получены путем этерификации ортофосфорной кислотой в расплаве мочевины [1]. Приготовление противоопухолевого гелеобразующего препарата (доза проспирина 1000 мг/г) проводили путем смешения проспирина с фосфатом декстрана и последующей стерилизацией γ - излучением в дозе 2,5 Мрад. Воду для инъекций добавляли за 15 – 20 мин до применения.

Установлено, что в течение первых 30 минут из фазы носителя в фосфатный буферный раствор высвобождается от 45 до 70% массы сорбированного проспирина. Максимальная доля высвобожденного проспирина зависит от степени сшивки гидрогелей и массового соотношения ФД / проспирин: чем ниже степень сшивки, и соответственно, выше степень набухания, тем выше количество высвобождающегося цитостатика. По мере дальнейшего роста времени инкубации в буферном растворе наблюдается потеря массы гелеобразующей лекарственной формы. Этот факт, (с учетом неизменности состава гелеобразующего остатка) свидетельствует о том, что цитостатик, прочно связанный с гидрогелем, может высвобождаться из гидрогеля в виде комплекса ФД – проспирин в результате осуществления перехода гель-золь.

Приведены результаты изучения противоопухолевой активности пролонгированной формы проспирина в условиях *in vitro* и *in vivo*. В опытах *in vitro* установлено, что скорость высвобождения проспирина из гидрогелей замедляется по мере роста массового соотношения полимер- носитель / цитостатик. На модели гепатомы Зайдела установлено увеличение противоопухолевой активности пролонгированной формы проспирина по сравнению с субстанцией.

Список литературы

1. Патент РФ № 2442586. Гидрогелевый противоопухолевый препарат / Юркштович Т.Л., Кладиев А.А., Голуб Н.В. и др.; заявитель НИИФХП БГУ. - № 2010134398; заявл. 11.11.2009 г., опублик. 20.02.2012 г.

УДК 66.071.6+54.058

Я.Ю. СТЕПАНОВА, П.Н. ДРОЗДОВ

ФИЛЬТРЫ ИЗ НИКЕЛЯ И ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ДЛЯ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поскольку процессы фильтрации очень широко используются в химической и микроэлектронной промышленности и смежных отраслях, значение процессов фильтрации возрастает с увеличением масштабов производства. Основной проблемой при реализации мембранных методов является разработка и изготовление мембран, которые отвечали бы следующим требованиям: высокая разделяющая способность; высокая удельная производительность; устойчивость и неизменность к действию среды разделяемой системы и ее компонентов; неизменность характеристик в процессе эксплуата-

ции; достаточная механическая прочность, отвечающая условиям монтажа, транспортирования и хранения мембран; низкая стоимость.

Одним из перспективных металлов для этих целей является никель. Основное преимущество - однородность структуры и, как следствие, одинаковые размеры пор. Эти мембраны не разрушаются бактериями, химически стойки в различных средах и могут подвергаться термической обработке, легко очищаются прокаливанием.

Поставленная цель для получения пористого никеля достигается путем термообработки материала в присутствии кислорода для получения слоя компактной окалины с последующим восстановлением (водородом) до металла. Первое окисление в твердом состоянии дает окалину, на следующей стадии – восстановлении получают твердый металл, так как новая фаза растет в недрах старой, она и получается пористой.

Данный способ позволяет получить пористый материал и фильтр любой формы, в том числе тонкостенные и сложного профиля, с однородной сообщающейся открытой и ультратонкой пористостью, не содержащих объемных дефектов.

Экспериментально прорабатывается задача на листе пористого никеля получить слой с открытой пористостью из химически осажденного никеля путем его окисления и последующего восстановления в кварцевом реакторе, для исследования свойств и полученной пористости.

Ведется анализ материала по пористым фильтрам из диоксида кремния ввиду их доступности и быстрой окупаемости. Мембраны диоксида кремния могут быть изготовлены в виде трубок или капилляров.

УДК 543.421

Е.А. СУТЯГИНА, А.Н. ПЕТУХОВ, И.А. СПИРИН,
И.И. ГРИНВАЛЬД, И.В. ВОРОТЫНЦЕВ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АММИАКА И ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА С ВОДОЙ В МАТРИЦЕ KBr

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Как известно, основной проблемой, возникающей при изучении компонентов, содержащих воду, кислоты, щелочи и т.п. методами ИК-спектроскопии является высокая чувствительность оптических материалов к этим компонентам. В то же время, именно такие вещества при взаимодействии с органическими и неорганическими соединениями дают системы, перспективные для изучения межмолекулярного переноса атомов водорода в различных формах. Поэтому нами была разработана методика, позволяющая измерять Фурье ИК-спектры в широком спектральном диапазоне для различных систем, содержащих воду. Суть этого подхода заключается в следующем: на порошок KBr, подготовленный специальным образом, наносится жидкая фаза (вода, раствор кислоты, щелочи и т.п.). Если необходимо, к этой смеси добавляется второй компонент и после этого образец подвергается прессованию в таблетку под давлением около 3000 бар. Как показывают измерения, предложенная методика не искажает спектральные характеристики исследуемых соединений в широком диапазоне для соединений различных классов, но, в то же время, позволяет изучать проявления межмолекулярных взаимодействий в конденсированной фазе для систем, содержащих воду и агрессивные компоненты (кислоты, щелочи).

Система аммиак – вода. При насыщении порошка KBr водой, а затем аммиаком в области $3500-3000\text{ см}^{-1}$ наблюдаются новые полосы, по сравнению со спектрами

матрицы KBr, насыщенной только водой. Эти полосы были отнесены к проявлению в спектре образования гидратов типа: $(\text{NH}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O})$. В то же время, при 1420 см^{-1} наблюдается полоса, которая совпадает с положением полосы в аммонийных солях (NH_4Br , NH_4NO_2). Из этого следует, что в матрице KBr идет гидролиз с переносом протона от молекулы воды к аммиаку. Такой перенос возможен через образование в системе иона гидроксония, связанного с исходными компонентами. Для системы аммиак – вода был сделан квантовохимический расчет по методу DFT в приближении B3LYP. Расчет подтверждает сделанное предположение о возможности переноса протона от молекулы воды к аммиаку через стадию образования комплекса с гидроксоний - катионом.

Система вода - двуокись углерода. В этом случае порошок KBr насыщается двуокисью углерода, которая проходит через слой воды. Для этой системы мы зафиксировали образование гидратов, аналогичных системе аммиак-вода. В матрице KBr образуется анион $(\text{CO}_3)^{-2}$, полосы которого проявляются при 1401 и 896 см^{-1} . Эти полосы совпадают по положению и соотношению интенсивностей со спектрами солей углекислоты.

Система вода – двуокись углерода - аммиак. Для этой системы подготовка образцов для измерений проводилась следующим образом: двуокись углерода пропускалась через слой воды и смешивалась с аммиаком. Затем этой смесью насыщали порошок KBr. Поэтому мы можем предположить образование в твердой матрице комплексов, включающих CO_2 , NH_3 и воду.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, грант № 11-08-00707-а.

УДК 541.136

Н.Ю. ШАМИНА, А.И. АНДРУХИВ, И.В. СКОБЕЛЕВА, А.А. БАЧАЕВ

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА РАСТВОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИНКОВЫХ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наиболее рациональным способом изготовления пористых цинковых электродов для источников тока сухозаряженного типа является способ электролитического осаждения губчатых дисперсных осадков цинка из цинккислых электролитов. На свойства цинкового электрода влияют условия осаждения. При введении добавок значения выходов по току и структура осадков отличаются от таковых, полученных из цинккислых растворов без добавок. Введение добавки «Цинкамин» привело к изменению структуры порошкового цинкового электрода и увеличению коэффициента использования цинка при его разряде.

За критерии оптимизации электролитического получения губки цинка из цинккислых растворов с добавкой «Цинкамин» принят в первую очередь коэффициент использования цинка при разряде порошкового электрода и катодный выход по току цинка при его осаждении. Большее значение выхода по току цинка в процессе электроосаждения обеспечит минимальное время наработки необходимой массы и сократит потери электроэнергии на побочный процесс выделения водорода.

Для определения влияния концентрации цинка (19,3; 26,8; 36,6; 48 г/л Zn^{2+}) использовались растворы на основе 7М NaOH, с добавлением 10 мл/л добавки «Цинкамин». Для определения влияния концентрации щелочи (5 М, 6 М, 7 М, 8М NaOH) ис-

пользовались цинкатыми растворами содержащими 30 г/л Zn^{2+} , 10 мл/л добавки «Цинкамин». Во всех растворах процесс осаждения цинковой губки проводился 20 минут при катодной плотности тока 40 А/дм² и температуре 18±2 °С, аноды – никелевая фольга.

С увеличением концентрации цинка (с 19,3 г/л до 48 г/л) выход по току цинка увеличивается с 31 % до 85,1 %. Это связано с тем, что при увеличении концентрации ионов цинка в растворе облегчается их диффузия. Но в тоже время увеличение концентрации цинка в электролите осаждения отрицательно сказывается на коэффициенте использования цинка при разряде полученного электрода, который снижается с 74 до 56 %. При увеличении концентрации цинка в электролите структура полученного осадка изменяется от плотного, хорошо сцепленного до мелкодисперсного и сыпучего порошка, частицы которого плохо сцеплены между собой.

В интервале от 5 М до 8 М NaOH наибольшее значение коэффициента использования цинка (75%) достигается при концентрации щелочи NaOH 6М и 7М, осадок хорошо сцеплен с основой и между собой. Наибольший выход по току наблюдается при проведении электролиза в 7 М NaOH.

Таким образом, в исследованном интервале осаждение порошка цинка рекомендуется вести из электролита состава: 7 М NaOH, 25-35 г/л, Zn^{2+} , 10 мл/л добавки «Цинкамин». При этом коэффициент использования достигает 75%, а выход по току 65%.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 681.5

Н.И. БАРАНОВА, С.Г. САЖИН

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КАРБАМИДА, КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Дзержинск политехнический институт

Карбамид представляет собой бесцветные кристаллы легко растворимые в воде, спирте, жидком аммиаке, сернистом ангидриде. Температура плавления 132,7 °С, плотность $1,33 \cdot 10^3$ кг/м³.

В настоящее время карбамид широко применяют в сельском хозяйстве, животноводстве, а также химической, фармацевтической промышленности. Интересные направления применения карбамида связаны с использованием его для очистки выбросов ТЭЦ и мусоросжигательных установок. Еще одним перспективным направлением использования карбамида является производство продукта AdBlue – 32,5 %-го раствора карбамида, используемого для обработки выхлопных газов дизельных двигателей.

Все промышленные способы получения карбамида основаны на его образовании по реакции аммиака с диоксидом углерода при температурах около 200 °С и давлениях порядка 200 атм. и выше. Из всех известных способов получения карбамида широкое промышленное значение получила технология получения карбамида по схеме со стриппинг-процессом.

Сырьем для производства карбамида являются диоксид углерода и аммиака. Синтез протекает в две стадии: стадия образования карбамата аммония, описываемая ниже представленным уравнением



и стадия дегидратации карбамата аммония



Важным показателем производства является степень конверсии CO_2 в карбамид. Эта величина зависит от взаимного влияния всех параметров синтеза – температуры, давления, чистоты исходных компонентов и соотношения между ними, времени пребывания реагирующих веществ в реакционном объеме.

Соотношение исходных реагентов имеет большое значение для эффективности синтеза. В связи с этим необходимо поддерживать на заданном уровне оптимальное мольное соотношение расходов аммиака и диоксида углерода, поступающих в колонну синтеза (W) и процентное отношение диоксида углерода к общему потоку углеаммонийных солей (L).

При рассмотрении технологической схемы производства карбамида, как объект управления, определяем входные и выходные параметры. Входными параметрами бу-

дут три вещественных потока воды, аммиака и диоксида углерода. Выходными параметрами являются степень конверсии, соотношение аммиака – двуоксида углерода и крепость раствора углеаммонийных солей по CO_2 .

Заданные оператором значения W и L вводятся в программу в качестве задания, а их поддержание является основной задачей управления. Согласно технологической схеме поддержание требуемых выходных параметров будет осуществляться регулированием входных параметров, а именно, потоками воды и аммиака.

Общую схему управления на основе математической модели можно представить в виде совокупности трех звеньев: математической модели, контроллера и технологической схемы.

УДК 681.5

С.Ю. БУДНИКОВ

УПРАВЛЕНИЕ ЗАМКНУТОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДА ПО СХЕМЕ СТРИППИНГ ПРОЦЕССА

Дзержинский политехнический институт (филиал)
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Карбамид представляет собой бесцветные гранулы без запаха. Техническая мочеви́на обычно окрашена в белый цвет и иногда в желтоватый.

В данной работе рассматривается управление замкнутой технологической системой производства карбами́да по схеме стриппинг-процесса. Схема основана на принципе разложения карбамата, непрореагировавшего в карбамид, при давлении синтеза путем подогрева и подачи в раствор, входящий в стриппер, диоксида углерода.

В данной работе используются алгоритмы оптимизации производства карбами́да по математическим моделям. Основу математической модели агрегата получения карбами́да как сложной химико-технологической системы составляют балансовые уравнения агрегата в целом и математические описания технологических процессов, протекающих в отдельных узлах системы.

К числу показателей, существенно влияющих на работу всех узлов технологической схемы, относится степень превращения CO_2 . При постоянной нагрузке колонны синтеза по CO_2 и фиксированных значениях температуры и давления величина степени превращения CO_2 зависит от соотношений L ($\text{NH}_3:\text{CO}_2$) и W ($\text{H}_2\text{O}:\text{CO}_2$).

В данной работе разработана программа, которая позволяет рассчитать массовые расходы и концентрации всех веществ каждого потока, протекающего между аппаратами. Расчеты производятся на основе входных данных, к которым относятся параметры каждого аппарата схемы, входящие потоки в технологическую схему извне, значения крепости раствора углеаммонийных солей и соотношения $\text{NH}_3:\text{CO}_2$. В результате расчета получаем следующие расчетные параметры: степень конверсии диоксида углерода, соотношения $\text{NH}_3:\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}:\text{CO}_2$, которые должны совпадать с заданной точностью с их заданными значениями.

В основе программы управления процессом получения карбами́да лежит итерационный метод. Технологическая схема разбивается на модули и каждый из них описан в подпрограмме, которая вызывается из основной программы по завершении расчета предыдущего аппарата.

Данная программа разработана на языке программирования Visual Basic for Application в виде макроса к программе Microsoft Office Excel.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО АКСЕЛОМЕТРА

Арзамасский политехнический институт

Одно из актуальных направлений, соответствующее критическим технологиям РФ: «Технологии наноустройств и микросистемной техники» – это разработка и исследование микросистемных датчиков информации с применением кристаллических анизотропных материалов (кремния, других полупроводниковых материалов и сплавов), а также развитие принципиально новых технологий, связанных с созданием и интеллектуализацией микросистемных датчиков. В настоящее время микроакселерометры с электростатической обратной связью находятся в стадии разработок. Такие микроакселерометры привлекательны тем, что они при повышенной точности имеют минимальные массогабаритные характеристики.

Недостатки акселерометров с электростатической обратной: недостаточность силы электростатического преобразователя для компенсации силы инерции свыше 2 g; маятник чувствителен к двум движениям: линейному по осям z и y и угловому относительно оси x . В связи с этим возникают грубые ошибки; в связи с несимметрией чувствительной массы, образованной несквозным травлением, осью чувствительности акселерометра является не только ось x , но в равной степени и ось y .

С учетом этих недостатков разработана конструкция чувствительного элемента и фотошаблоны микроакселерометра. Конструкция акселерометра с электростатической отработкой включает основные узлы: чувствительный элемент (ЧЭ), емкостной преобразователь перемещения, электростатический преобразователь силы. По разработанной модели ЧЭ акселерометра изготовлен упрощенный макет чувствительного элемента для определения стабильности работы электростатического датчика момента обратной связи.

Для проведения эксперимента электрическая схема преобразования «емкость-напряжение» заимствована из изделия АТ 1104-50. На обкладки датчика момента подается высокостабильное напряжение с источника опорного напряжения, а управляющее напряжение подается не с выходного усилителя прямой цепи, а с источника напряжения.

По результатам эксперимента крутизна акселерометра составляет 55 mV/g, стабильность электростатического датчика момента составляет 5 %. Качественная оценка работы датчика момента показывает отсутствие направленного смещения нулевого сигнала акселерометра под воздействием электростатического поля. С учетом большой жесткости подвесов чувствительного элемента оценка количественного значения стабильности датчика момента носит приблизительный характер.

При подаче управляющего напряжения 5 В на датчик момента обратной связи удалось компенсировать ускорение, равное 2,2 g. Для увеличения диапазона измерения без увеличения управляющего напряжения необходимо обкладки датчика момента обратной связи расположить на двух неподвижных обкладках. Введение дополнительной пары силовых электродов увеличит момент электростатического датчика обратной связи в 2 раза. Помимо этого, необходимо уменьшить начальный зазор 20 мкм до 6 мкм. Уменьшение зазора в 3,3 раза приведет к увеличению момента в 11,1 раза. Использование данных предложений при создании нового макетного образца электростатического акселерометра позволит достичь диапазона измерения 49 g, что совпадает с теоретическим расчетом и моделированием.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТРОСОВОГО ВИБРОИЗОЛЯТОРА

Арзамасский политехнический институт (филиал
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е.Алексеева)

Недостатками устройств амортизации является невозможность одновременной настройки трех параметров амортизации: амплитуды и частоты резонанса и заданного спада амплитудно-частотной характеристики после резонанса, что при случайном характере вибрационной или ударной нагрузки приводит к выходу из строя защищаемых объектов.

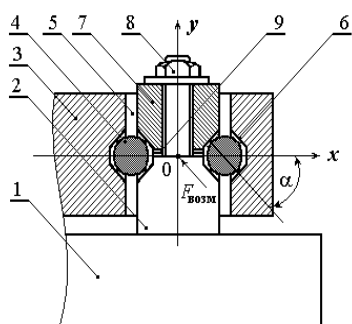


Рис. 1 Амортизатор

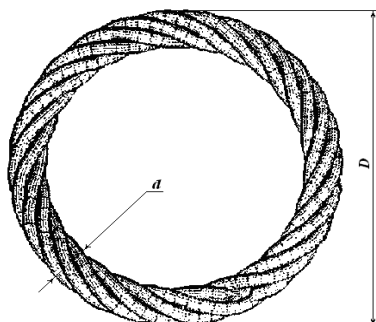


Рис.2 Кольцо аморти-

затора. На подвижную платформу действует возмущающая сила $F_{возм}$. Пусть угол между направлением возмущающего усилия и осью x составляет α . Тогда проекции возмущающего усилия на оси координат составят:

$$F_x = F_{возм} \cos \alpha; F_y = F_{возм} \sin \alpha. \quad (1)$$

Одно из требований к устройствам амортизаторам такое, чтобы они работали одинаково по перпендикулярным осям. Из этого требования имеем $\alpha = 45^\circ$.

$$\omega_{рез} = \sqrt{\frac{k_y (1 + \eta)}{2m}}, \quad (2)$$

где $\omega_{рез}$ - резонансная частота устройства амортизации; k_y - осевая жесткость кольцевого элемента амортизации; η - безразмерный коэффициент гистерезисных потерь в элементе амортизатора; n - число кольцевых элементов амортизации в системе виброзащиты (чаще всего для подвижных платформ $n = 4$); m - масса виброзащищаемого полезного груза.

Параметры, входящие в формулу (2) определяются экспериментально. Кроме того, в устройстве амортизации предусмотрена регулировка поджатия кольцевых элементов амортизации в пределах до 10%, что соответствует подгонке жесткости.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ВОЛНОВОГО ГИРОСКОПА

ФГБОУ ВПО «НГТУ», ОАО «АПЗ»

Стабильность, неизменность во времени параметров чувствительного элемента (ЧЭ) является основным требованием, определяющим эффективность работы систем обработки информации и управления колебаниями и, как следствие, оказывают существенное влияние на точность измерения прибора.

Исследование влияния изменения геометрических параметров утолщения в виде кольца (ребро жесткости) в конструкции осесимметричного ЧЭ на изменение его собственной частоты под действием постоянной нагрузки осуществляется с помощью моделирование его конструктивных параметров на основе метода конечных элементов (МКЭ). Конструкция исследуемого ЧЭ представлена на рисунке 1. В процессе исследования было осуществлено более 100 расчетов с различными параметрами: номинальные значения Y и B варьируются с шагом в 0,4 мм. Величина шага, также как выбор расположения утолщения в виде кольца с внешней стороны, связана с наиболее простой технологической реализацией. В процессе изготовления возможна выдержка размеров с допуском $\pm 0,3$ мкм, что минимизирует влияние технологических погрешностей.

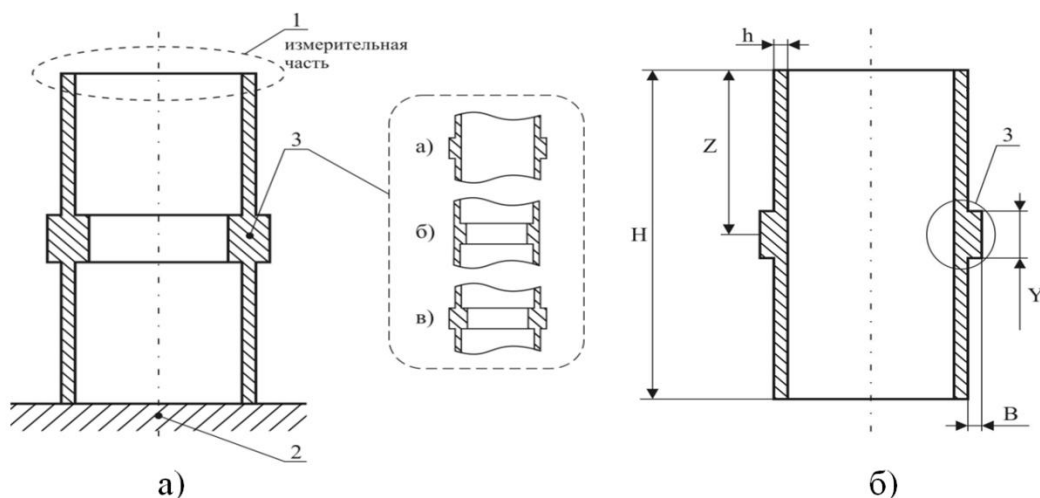


Рисунок 1 – Конструкция ЧЭ с утолщением в виде кольца жесткости: а) общий вид конструкции и варианты утолщения в виде кольца; б) прототип исследуемой конструкции; 1 – измерительная часть, 2 – жесткое закрепление ЧЭ; 3 – варианты утолщений в виде кольца с внешней стороны;

В результате исследования рассмотрено изменение конструктивных параметров ЧЭ установлено, что наиболее оптимальным конструктивным параметром, который обеспечивает линейную характеристику изменения значений собственной частоты под действием постоянной нагрузки, является Y (высота выступа). При вариации значений параметра B (ширина выступа) не обеспечивается линейность характеристики изменения собственной частоты. Полученные результаты показывают целесообразность применения ребра жесткости и могут быть использованы при разработке ЧЭ для ТВГ в части корректировки его собственной частоты (методиках балансировки).

**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ
ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ ВЫСОКОМАНЕВРЕННЫХ
ВРАЩАЮЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ**

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

На сегодняшний день существует необходимость в системах, которые были бы способны определять пространственную ориентацию вращающихся с большой частотой объектов. Однако специфика применения накладывает свои ограничения по массогабаритным параметрам системы и, как следствие, ограничивает в выборе чувствительных элементов.

Используя методы компьютерного моделирования в программе *Matlab*, проведена проверка возможности применения традиционных алгоритмов инерциальной систем ориентации (СО). Рассмотрены несколько алгоритмов, основанных на пересчете кватерниона ориентации и отличающихся методами аппроксимации функций угловых скоростей, а также порядком приближенного представления решения дифференциальных уравнений, описывающих поведение параметров Родрига-Гамильтона. В качестве исходных данных задавалась типичная траектория движения объекта, описанная углами Эйлера-Крылова. Также использовалась контрольная траектория, описывающая движение менее динамичного не вращающегося объекта. Ошибка определения углов являлась алгоритмической, поскольку измерение угловых скоростей было принято идеальным и другие погрешности не учитывались.

Результаты моделирования показали, что изменение метода аппроксимации угловых скоростей, как и увеличение порядка алгоритма, незначительно влияют на точность определения углов ориентации, в то время как повышение частоты работы системы существенно уменьшает погрешность. Это связано с применением методов численного интегрирования из-за которых ошибки определения углов накапливаются со временем. Было выяснено, что частота работы традиционного алгоритма ориентации в идеальных условиях при вращении должна быть выше 15 кГц. Данная частота нереализуема на существующих микроконтроллерах.

При создании инерциальной СО вращающегося объекта резко встает вопрос измерения угловой скорости по продольной оси, которая достигает 15000 %/сек. На данный момент не существует ДУС, способных измерить подобные скорости, но разработаны методы, позволяющие измерить частоту вращения.

Таким образом, для построения инерциальной СО высокоманевренных вращающихся объектов необходима новая элементная база, которая позволит разрешить описанные проблемы. Альтернативным вариантом может стать мгнитоинерциальная СО. Существуют алгоритмы, позволяющие на основе трехосного магнитометра и данных об угле курса вычислить крен и тангаж. Было предложено добавить дополнительно два ДУС для вычисления курса объекта. Моделирование в пакете *Simulink* показало, что данная система способна решить поставленную задачу.

МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА АММИАКА НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ АНАЛИЗАТОРОВ

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

В работе рассматриваются задачи мониторинга потенциально опасного процесса синтеза аммиака из азотоводородной смеси.

Процесс производства можно разделить на пять стадий: фильтрация, охлаждение, синтез, конденсация и сбор.

С целью введения мониторинга безопасности и улучшения качества протекания процесса были определены точки автоматизированного отбора компонентов, выбраны соответствующие для этого аналитические приборы контроля и разработана трехуровневая информационная система автоматизации и мониторинга.

Азотоводородная смесь содержит примеси веществ, некоторые из которых являются каталитическими ядами, вызывающими как обратимое (кислород, оксиды углерода, пары воды), так и необратимое (различные соединения серы и фосфора) отравление катализатора.

Для прогноза процентного содержания данных примесей и контроля качества исходной азотоводородной смеси был установлен газоанализатор ULTRAMAT/OXYMAT 6 фирмы Siemens.

Реакция образования аммиака проходит при температуре 500°C. Выход аммиака в этом случае составляет 12–18%. В зависимости от процентного содержания аммиака на выходе из реактора регулируется подача пара в теплообменник, тем самым изменяя температуру реакции. Для реализации этого был разработан контур регулирования: газоанализатор – электро-пневмопреобразователь – регулирующий клапан. В качестве газоанализатора был установлен инфракрасный газоанализатор ULTRAMAT 6 для достижения максимального процентного выхода аммиака после реактора синтеза.

Для процесса конденсирования аммиака из азотоводородной аммиачной газовой смеси, поступающей после реактора в конденсатор, необходима определенная температура. Данный параметр поддерживается в заданном интервале благодаря изменению расхода подаваемого охладителя в рубашку конденсатора с помощью регулируемого клапана. Управляющее воздействие на электро-пневмопреобразователь выдает контроллер, в зависимости от сигнала с газоанализатора ULTRAMAT 6.

Для оценки поступающего водорода в азотоводородной смеси был установлен термокондуктометрический газоанализатор ДИСК-ТК.

Для обнаружения в воздухе рабочей зоны опасных паров аммиака был установлен газоанализатор СИГМА-03. Данный контроль необходим для обнаружения утечек в аппаратах и технологических трубах и местах их соединения.

Все выбранные приборы имеют унифицированный выходной сигнал 4...20 мА, что позволяет создать систему автоматизированного управления и мониторинга процесса синтеза аммиака на базе микропроцессорного контроллера и компьютера. Сбор и обработка информации происходит в контроллере по каналам аналогового ввода. Связь процесса с оператором достигается с помощью разработанной программы визуализации. С помощью этой программы оператор может наглядно увидеть реальное значение параметров: концентрации кислорода, водорода в азотоводородной смеси, концентрации аммиака в области рабочей зоны, а также на

выходе и участке реакции синтеза.

УДК 681.2

М.И. КАЛЛИСТОВ, А.А. ЯКОВЛЕВ, И.В. ЦЫБРЯЕВА

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ ИНКЛИНОМЕТРОМ ИГН 73-100/80

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

В данной работе объектом исследования является гироскопический инклинометр ИГН73-100/80, выпускаемый ОАО АНПП "Темп-Авиа" (г. Арзамас).

Скважинный прибор инклинометра содержит гиростабилизированную платформу, на которой установлены два акселерометра со взаимно перпендикулярными осями чувствительности и двухкомпонентный индикаторный трехстепенный гироскоп, на базе одного канала которого выполнен одноосный гиростабилизатор, а другой используется в режиме датчика угловой скорости (ДУС).

Алгоритм работы гириноклинометра представляет собой две части. Первая часть работает при углах зенита не превышающих 52° , и система ведет себя как гиростабилизированная платформа. Когда угол зенита превышает значение 52° , система переходит в режим неограниченных углов и ведет себя как бесплатформенная инерциальная навигационная система. В данном режиме азимутальный угол считывается с канала датчика угловой скорости, а угол зенита с одного из акселерометров.

В процессе бурения горизонтальных скважин необходимо постоянное измерение траектории ствола скважины. К забойным телесистемам предъявляются высокие требования обеспечения точности проводки скважины, особенно ее горизонтального участка в пределах 0,5-1,0 м. При этом погрешность измерения зенитного угла и азимута должна быть не более $0,5^\circ$. Это объясняет актуальность работ, направленных на минимизацию погрешности определения траектории скважины.

В данной работе предложен аппаратно-алгоритмический метод повышения точности прибора для режима неограниченных углов. Отличительной особенностью модернизированной модели является использование микроконтроллера, в котором запрограммированы функции аппроксимации сигнала по каналу ДУС полиномом 3 степени и обработке данных с частотой 100 Гц.

В ходе проведенной работы были проведены экспериментальные исследования по определению реальной характеристики канала датчика угловых скоростей гироскопа:

$$I = f(\omega),$$

где I - ток (А), ω - угловая скорость ($^\circ/\text{сек.}$).

Средствами MATLAB выполнено приближение градуировочных характеристик методом наименьших квадратов. Получен аппроксимирующий полином пятой степени:

$$y = \pm p_0 * x^5 \pm p_1 * x^4 \pm p_2 * x^3 \pm p_3 * x^2 \pm p_4 * x \pm p_5.$$

В MATLAB Simulink была спроектирована модель работы канала ДУС и проведен сравнительный анализ обработки данных действующего прибора и модернизированной модели.

В ходе проведения моделирования и исследований подтвердилась целесообразность внесения предлагаемых изменений в конструкцию и программное обеспечение прибора. За счет внесенных изменений повышается точность прибора, увеличивается диапазон измеряемых величин, а также расширяется число способов воз-

возможного перемещения прибора по скважине.

УДК 681.5

В.К. КАРЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ КОНТРОЛЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ СОСУДОВ, АППАРАТОВ И ТРУБОПРОВОДОВ

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

Контроль герметичности оборудования, а также течеискание является одной из важных задач при техническом диагностировании производственного оборудования.

Нарушение герметичности и возникающие при этом утечки продукта вызывают как минимум экономические потери, а в случае с опасными производственными объектами могут послужить причиной производственной аварии, травм и гибели людей. Кроме того в ряде случаев, как правило с теплообменными аппаратами, переток среды из трубного пространства в межтрубное или наоборот может привести к нарушению технологического процесса и ухудшению качества продукции.

В настоящее время наибольшее развитие получило применение методов акустической эмиссии при течеискании на трубопроводах. Для данных применений созданы специализированные приборы, позволяющие не только обнаруживать наличие течи и ее местоположение, но и оценивать общее техническое состояние трубопровода. При анализе сигналов в данных приборах применяется корреляционный анализ.

Классические акустико-эмиссионные (АЭ) системы также могут применяться при течеискании на трубопроводах, при этом используются традиционные методы анализа, в частности линейная локация. Особенность анализируемых сигналов заключается в том, что при наличии течи АЭ-системой регистрируется непрерывная акустическая эмиссия. Применение линейной локации позволяет определить местоположение дефекта.

При контроле сосудов и аппаратов наиболее традиционным и распространенным методом контроля герметичности является гидравлическое либо пневматическое испытание с визуальным осмотром. При пневмоиспытании для выявления места течи используется обмыливание.

Течи наиболее наглядно выявляются при гидроиспытаниях ввиду наличия влаги в месте пропуски и относительно быстрому падению давления. Однако проведение гидроиспытаний не всегда возможно по различным причинам, поэтому вместо них применяются пневматические испытания с сопровождением АЭ методом контроля.

В связи с этим проявляются следующие трудности определения герметичности объекта и места дефекта:

- сложная конфигурация, в частности теплообменных аппаратов, не всегда доступная даже для визуального осмотра без применения специального оборудования;
- большие размеры объекта (затруднение обмыливания и визуального контроля);
- медленное падение давления при наличии дефектов малого размера, особенно при больших размерах объекта или малых давлениях.

В связи с этим применение АЭ-метода для контроля герметичности и поиска

местоположения течей может оказаться весьма эффективным методом контроля, обеспечивающим высокую достоверность и снижение затрат при техническом диагностировании.

УДК 681.2

Д.А. КОВАЛЕВ

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДАТЧИКА МОМЕНТА В МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРАХ

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

В настоящее время активно разрабатываются приборы измерения механических параметров движения в классе МЭМС – микроэлектромеханических систем. Особое место занимают микромеханические акселерометры.

Исследование влияния ряда параметров МЭМС акселерометра на показатели качества является актуальной задачей.

Доклад посвящен исследованию возможности уменьшения статических и динамических ошибок в ММА программным путем. В связи с тем, что в работе ММА могут возникать нестационарные режимы, для обработки сигнала используется наиболее перспективный фильтр Калмана.

В программный фильтр включена следующая математическая модель ММА, найденная из структурной схемы:

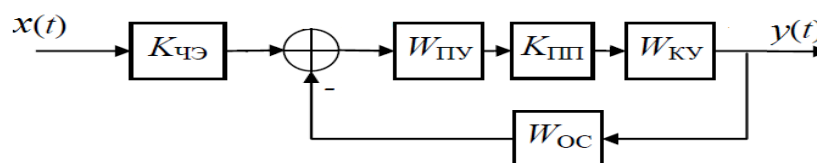


Рис. 1. Структурная схема МЭМС акселерометра

где обозначено: $W_{ПУ}$ - передаточная функция подвижного узла; $K_{ПП}$ - коэффициент передачи преобразователя перемещения; $K_{qЭ}$ - коэффициент передачи чувствительного элемента; $W_{КУ}$ - передаточная функция корректирующего устройства; W_{OC} - передаточная функция силового элемента обратной связи.

В соответствии со структурной схемой передаточная функция ММА имеет вид:

$$W = K_{qЭ} \frac{W_{ПУ} \cdot W_{КУ} \cdot K_{ПП}}{1 + W_{ПУ} \cdot W_{КУ} \cdot K_{ПП} \cdot K_{OC}};$$

где коэффициенты зависят от конструктивных и схемных параметров ММА.

В качестве возмущающего процесса ММА использовалась математическая модель в виде спектральной функции:

$$S_g = \frac{\omega^2 + 0,001}{\omega^4 + 1,02\omega^2 + 2,2201}.$$

На основе программы, реализующей фильтр Калмана для ММА в аналоговом и цифровом варианте, было проведено моделирование системы в программном пакете Matlab (среда Simulink). Результатом моделирования являются графики процессов: на выходе непрерывного фильтра Калмана (обеспечивает среднеквадратическую погрешность $СКО=0.4521 \cdot 10^{-9}$), на выходе дискретного фильтра Калмана

($SKO=0,9542 \cdot 10^{-9}$). В ходе эксперимента выяснено, что реализация МЭМС акселерометра в виде математической модели реальна, это дает возможность сделать выводы, что возможно создать датчик на разные диапазоны измерения с минимальными статическими и динамическими ошибками.

В докладе приводится вывод математической модели объекта контроля (датчик плюс процесс) и результаты машинного эксперимента в виде графиков.

УДК 681.5

А.И. КУЛЬКОВ

МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ЭТАНОЛАМИНОВ НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ГАЗА И РАСТВОРОВ

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе рассматривается задача мониторинга безопасности потенциально опасного процесса синтеза этаноламинов. Этот процесс является одной из стадий процесса получения этаноламинов. Процесс получения этаноламинов состоит из следующих стадий: прием исходного сырья, синтез этаноламинов, отгонка аммиака, отгонка возвратного моноэтаноламина, отгонка товарного моноэтаноламина, доотгонка моноэтаноламина, отгонка диэтаноламина, прием, хранение и отгрузка готового продукта. Синтез этаноламинов осуществляется в безводной среде с использованием продукта реакции моноэтаноламина в качестве катализатора. Процесс проводится в двух реакторах: реакторе смешения и реакторе вытеснения, работающих при мольном избытке аммиака. Основные реакции синтеза проводятся в циркуляционном контуре, состоящем из реактора смешения, двух насосов и теплообменника. В трубопровод циркуляционного контура, на вход теплообменника подается циркуляционные МЭА (моноэтаноламины). Реакционная смесь из реактора смешения поступает в реактор вытеснения, подогреваемый горячей водой или паром через рубашку. В буферный реактор поступает также возвратный МЭА с насоса. Из буферного реактора реакционная смесь поступает через сепаратор в испаритель, работающий при одном и том же давлении с реактором. Аммиак, испаренный из основного и буферного реактора и испарителя, конденсируется в теплообменнике и через емкость посредством эжектора возвращается в циркуляционный контур синтеза.

Как же осуществить этот контроль? Прежде всего, нужно контролировать нормальный ход процесса синтеза, т.е. состав смеси поступающей на вход обоих реакторов и состав смеси после прохождения через сепаратор и испаритель. Чтобы это осуществить можно использовать промышленные проточные рефрактометры PRM-100 alpha. Чтобы быть уверенным, что испаренный аммиак из реакторов и сепаратора весь доходит до конденсатора, где он конденсируется и возвращается в процесс, будем использовать непрерывный инфракрасный газоанализатор фирмы Siemens ULTRAMAT 6 на входе в конденсатор. Для обнаружения в воздухе рабочей зоны паров аммиака будем пользоваться детектором газов Dräger Polytron 7000. Также, работникам, которые обслуживают данный процесс либо находятся по долгу службы в непосредственной близости к нему, с целью обеспечения собственной безопасности рекомендуем пользоваться персональным карманным газоанализатором Dräger Pac 7000. Следует отметить, что не стоит ограничиваться одним детек-

тором газов в рабочей зоне, чем их будет больше и чем дальше они будут расположены друг от друга, тем быстрее вероятность обнаружить протечку, а значит быстрее принять меры. Все выбранные приборы, за исключением Dräger Pac 7000, имеют унифицированный выходной сигнал 4 - 20 мА, что позволяет создать систему автоматизированного управления и мониторинга процесса синтеза аммиака на базе микропроцессорного контроллера и компьютера. Сбор информации для контроллера происходит по каналам аналогового ввода. Связь процесса с оператором достигается с помощью разработанной программы визуализации. С помощью этой программы оператор сможет в режиме реального времени видеть значение концентрации аммиака в разных точках отбора технологического процесса, а также его концентрацию в области рабочей зоны. Отметим, что в программе контроллера должна быть заложена программа аварийной остановки всего производственного процесса.

УДК 681.5

И.А. ЛИПИН, В.П. ЛУКОНИН

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛИРУЮЩЕГО АЛГОРИТМА ПРОЦЕССА НОРМАЛИЗАЦИИ ЭКСТРАКТОВ

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследуемый объект относится к процессам противоточной экстракции с последующей регенерацией экстрагента. Установлено, что наиболее важным узлом с точки зрения обеспечения регламентированного качества целевого продукта является экстракционная колонна. Исходя из нестационарности объекта предложен адаптивный тип системы управления, основанный на методах математического моделирования, включающая в себя блоки адаптации и прогнозирования. Основой построения блоков выступает математическая модель, алгоритмизация решения которой на основе численных методов интегрирования позволяет обеспечить возможность прогнозирования результатов проведения массообменного процесса.

Дифференциальное уравнение массопередачи, определяющее массу dM вещества, переносимого из фазы в фазу в единицу времени (нагрузку аппарата), выражают:

$$dM = K_{II} \cdot dF \cdot \Delta,$$

где dM – масса вещества (примеси) переносимого из фазы очищаемого потока в фазу экстрагента; K_{II} — коэффициент массопередачи примеси; dF – поверхность контакта фаз; Δ – движущая сила процесса массопередачи.

Учитывая основное уравнение массопередачи, математическая модель экстракционной колонны выражается в виде:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dh} = (a \cdot x^2 + b \cdot x - y) \cdot \frac{K_{OB}}{H \cdot G} \\ \frac{dx}{dh} = (a \cdot x^2 + b \cdot x - y) \cdot \frac{K_{OB}}{H \cdot L} \\ y_{верх} = 0 \\ x_{низ} = x_{зад} \end{cases}$$

Для решения системы дифференциальных уравнений предложено использо-

вать метод Эйлера численного интегрирования. Шаг интегрирования напрямую влияет на погрешность метода. С другой стороны, его уменьшение приводит к значительному повышению вычислительных операций. Произведя ряд математических операций, получены следующие рекуррентные соотношения:

$$\begin{cases} y_{k+1} = y_k + \Delta h \cdot \left((y^*(x_k) - y_k) \cdot \frac{K_{OB}}{H \cdot G} \right) \\ x_{k+1} = x_k + \Delta h \cdot \left((y^*(x_k) - y_k) \cdot \frac{K_{OB}}{H \cdot L} \right) \\ y_{k=0} = 0 \\ x_{k=M-1} = x_{3AD} \end{cases}$$

Адекватность модели подтверждена испытаниями. Разработанный моделирующий алгоритм составил базовый инструмент для создания адаптивной системы управления процессом, что позволило обеспечить наилучшее функционирование объекта с точки зрения сформулированного критерия качества и экономических показателей.

УДК 681.5

Е.И. МАЛЬКОВА

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТРЕНАЖЕР И ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА (МДЭА)

Дзержинский политехнический институт (филиал)
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

В настоящее время в промышленной зоне города функционирует химическое предприятие по производству метилдиэтанолamina (МДЭА). Производство метилдиэтанолamina (МДЭА) введено в эксплуатацию в 1994 году. Имеются значительные проблемы в оснащении данного производства средствами контроля и управления. Промышленное химическое предприятие имеет компьютерный тренажер, разработанный ОАО «Цвет» в декабре 2002 года. Химическая промышленность развивается, предприятие стремится производить более качественную продукцию силами высококвалифицированного персонала. Функциональные возможности существующего компьютерного тренажера устарели, т.о. для качественной подготовки персонала необходимо разработать усовершенствованный компьютерный тренажер – в настоящее время это для меня основная задача.

Существующий тренажер работает на двух персональных компьютерах (ПК), связанных между собой сетью Ethernet.

Предлагается компьютерный тренажер на одном ПК. Мастер сможет отслеживать действия оператора по сообщениям. Компьютерный тренажер разрабатывается с помощью программного пакета WinCC и Step7 и обеспечит качественную подготовку персонала для работы на технологическом объекте. Различают следующие типы компьютерных тренажеров: электронный экзаменатор; статические (или логико-динамические) тренажеры; динамические тренажеры; пультовые тренажеры; диалоговые обучающие программы. Я буду заниматься разработкой динамического компьютерного тренажера – наиболее интересного и полезного программного продукта, который позволит по модели наблюдать протекание реального технологического процесса.

Автоматизированное рабочее место, на котором будет установлен компью-

терный тренажер, позволит выбрать сценарий для обучения (всего будет предложено 17 сценариев), режим работы тренажера («Обучение» или «Экзамен»), нагрузку по окиси этилена, позволит выбрать и активировать возмущения, будет осуществлять представление текущей информации, изменять режим работы и задания регуляторам, позволит управлять отсечными клапанами, насосами и вентилями.

Функции динамического компьютерного тренажера:

- 1) проведение эксперимента для исследования различных режимов оборудования, а также для анализа аварийных ситуаций;
- 2) демонстрация физической сущности протекающих в оборудовании процессов;
- 3) постоянная поддержка квалификации и готовности персонала, формирование навыков действий в сложных ситуациях;
- 4) отработка перцептивных и интеллектуальных навыков оперативного персонала;
- 5) осуществление качественной переподготовки персонала.

Применение современного компьютерного тренажера будет способствовать более эффективной подготовке персонала предприятия, позволит обеспечить безопасность технологического процесса.

УДК 681.2

А.В. МАРКОВ, Д.В. ПОПОВ

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ И БАЛАНСИРОВКИ РВГ

Арзамасский политехнический институт (филиал НГТУ)

Роторные вибрационные гироскопы (РВГ) в настоящее время являются одним из самых распространенных типов базовых чувствительных элементов, применяемых для построения систем ориентации и навигации.

Однако остается еще много практических вопросов, связанных с погрешностями и методиками их устранения, которые недостаточно полно представлены в существующей литературе. Поэтому задача разработки алгоритмических методов повышения точностных характеристик РВГ является актуальной.

Преимуществом данного комплекса, применительно к балансировкам РВГ, по сравнению с существующими аналогами, является его точность. С помощью АЦП Е-14-440 измеряются выходные напряжения с датчиков углов, на основе которых программа позволяет определять значение удаляемой массы с точностью до десятых долей миллиграмм, тогда как в существующих алгоритмах балансировок значение удаляемой массы выдается с точностью до грамм. Это повышает точность балансировки и, в конечном счете, приводит к повышению точности самого прибора.

Систематические и случайные составляющие нулевых сигналов гироскопа определяются на основе разработанной математической модели погрешностей РВГ по результатам измерения выходных сигналов гироскопов по измерительным осям Х и Y в 12-ти пространственных положениях гироскопа при нормальных климатических условиях. Для точного учета составляющих вращения Земли при определении коэффициентов модели измерительные оси гироскопа в каждом из положений должны быть ориентированы относительно меридиана (направление север-юг) и вертикали места (плоскости горизонта) с погрешностью $\pm 5'$.

Измерение выходного сигнала гироскопа осуществляется с использованием АЦП Е-14-440, благодаря высокой точности которого увеличивается точность измерения, что приводит к повышению точности определения составляющих нулевого сигнала, статического и динамического дисбалансов, что в свою очередь приводит к

увеличению точности самого РВГ.

В ходе выполнения работы были получены следующие результаты: разработана математическая модель погрешностей РВГ, разработан алгоритм определения составляющих нулевого сигнала, дрейфа нулевого сигнала РВГ, разработаны алгоритмы статической и динамической балансировки, отвечающие требуемым точностным характеристикам.

Разработанный программный комплекс проверки апробирован и применяется на предприятии ОАО АНПП ТЕМП-АВИА. Данный программный комплекс успешно используется в технологическом процессе балансировки РВГ, а также при всех видах проверок, разрабатываемого предприятием РВГ. Программный комплекс позволяет определить величину дрейфа РВГ, а также используется при испытаниях прибора на вибропрочность и виброустойчивость. Программный комплекс используется при регулировке РВГ, служит для определения частоты динамической настройки гироскопа, а также позволяет определить другие основные параметры РВГ.

Таким образом, разработанный программный комплекс используется на всем этапе сборки РВГ от балансировки до конечной проверки собранного гироскопа и определения всех его параметров, при всех видах испытаний и проверок РВГ.

УДК 681.5

Д.А. МУНТЯНУ

МОНИТОРИНГ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ПИРОГАЗА НА БАЗЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ГАЗА

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологическая схема служит для разделения пирогаза на ацетилен и диацетилен путем абсорбции с последующей регенерацией абсорбента десорбцией целевых продуктов – ацетилена и диацетилена. Схема должна перерабатывать весь пирогаз, поступивший из отделения пиролиза. Абсорбцию диацетилена и ацетилена проводят при заданных значениях температуры и давления. В товарном ацетилене ограничивается содержание диацетилена, а в инертах – содержание ацетилена.

Прежде всего, по ходу процесса необходимо контролировать нормальное протекание процесса разделения. Для измерения концентрации диацетилена в товарном ацетилене и концентрации ацетилена в инертах будем использовать промышленный газовый хроматограф Махит II, комбинирующий различные аналитические компоненты. При отклонении измеряемых величин от заданного значения будем воздействовать на процесс путем изменения расхода охлаждающего агента в абсорберах.

Для контроля возможных утечек взрывоопасных газов и обнаружения их скопления будем использовать датчик для непрерывного контроля горючих газов и паров в окружающем воздухе Dräger Polytron IR Ex. В случае достижения взрывоопасной концентрации газов в воздухе, будет выводиться сообщение оператору, включаться звуковая сигнализация и система вентиляции.

Выбранные приборы, имеют унифицированный выходной сигнал 4 - 20 мА, что позволяет создать систему автоматизированного управления и мониторинга процесса разделения пирогаза на базе микропроцессорного контроллера и компьютера. Сбор и обработка информации происходит в контроллере по каналам аналогового ввода. Значения концентрации анализируемых газов передаются по сети Industrial Ethernet в компьютер. Связь процесса с оператором достигается с помощью разработанной программы визуализации. С помощью этой программы опера-

тор может наглядно увидеть реальное значение концентраций ацетилен и диациетилена в разных точках отбора технологического процесса, а также концентрацию взрывоопасных газов в области рабочей зоны.

УДК 681.5

К.В. ПЕНКИН

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ЭТАНОЛАМИНОВ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследуемый технологический процесс реализован в реакторах непрерывного действия и представляет собой многомерный объект с внутренними и внешними рециклами для проведения сложных последовательно-параллельных реакций.

Системный анализ процесса синтеза как объекта управления с большим числом одновременно и совокупно действующих факторов выполнен с помощью статистических методов.

Целевыми продуктами производства являются моноэтаноламин (МЭА), диэтаноламин (ДЭА) и триэтаноламин (ТЭА) – продукты взаимодействия окиси этилена с аммиаком.

Если объединить целевые (выходные) переменные узла синтеза, вектор $Y(Y_1, Y_2, Y_3)$, входные параметры управления узлом синтеза, вектор $U(X_1, X_2, X_3, X_4)$, параметры состояния реактора, вектор $X_p(X_5, X_6)$, и параметры состояния смесителя, вектор $X_c(X_7, X_8)$, схема объекта управления будет выглядеть следующим образом (рис. 1):

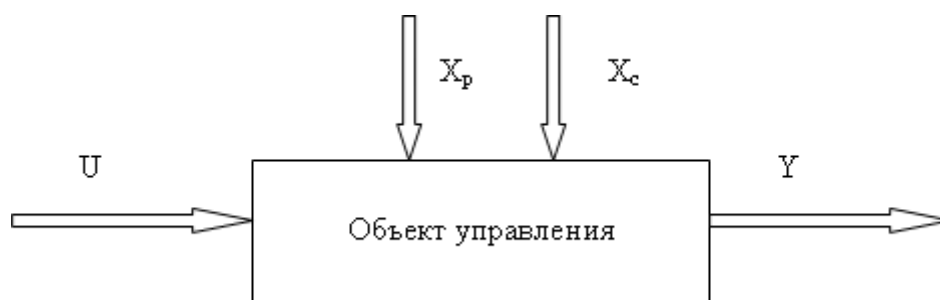


Рисунок 1 – Схема управления процессом синтеза этаноламинов

Для изучения статических характеристик объекта управления использован метод пассивного контроля квазистатики узла синтеза. Исходная статистическая выборка включала 170 результатов наблюдений. В процессе сбора информации были исключены неполные данные и результаты ошибочных измерений, что позволяет считать выборку репрезентативной (представительной).

На первом этапе исследования объекта выполнили корреляционный анализ связей между параметрами многофакторного процесса синтеза этаноламинов. Коэффициенты парной корреляции вычислены для всех пар, включенных в анализ факторов.

В результате регрессионного анализа оказывается возможным прогнозирование состава продуктов синтеза в процессе управления технологическим процессом.

ОЦЕНКА ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ДЕМПФИРОВАНИЯ МАЯТНИКОВОГО ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

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

Оптимизация маятникового подвижного узла акселерометра интегрального исполнения с газодинамическим демпфированием обусловлена противоречивыми требованиями к конструкции. Для повышения помехоустойчивости в акселерометре с емкостным преобразователем перемещений стремятся увеличить начальную емкость за счет увеличения площади электродов и уменьшения зазора. Но эти меры приводят к передемпфированию подвижного узла, и для уменьшения демпфирования выполняют перфорацию чувствительного элемента (ЧЭ), которая неизбежно уменьшает площадь ЧЭ и электродов, т. е. начальную емкость. Отсюда вытекает цель оптимизации: найти рациональное размещение перфорирующих отверстий по плоскости ЧЭ, дающее максимально возможное снижение коэффициента демпфирования при минимальных потерях емкости первичного преобразователя (ПП). Одним из вариантов является крестообразное расположение перфорирующих отверстий по осям симметрии прямоугольного в плане ЧЭ.

Моделирование динамики ЧЭ в газовом пространстве является сложной задачей, требующей решения уравнений газовой динамики и механики деформируемого твердого тела. Поэтому данная задача разбита на две подзадачи. В первой, с помощью прочностного решателя ANSYS Mechanical, рассчитывается напряженно-деформированное состояние (НДС) ЧЭ, во втором, с помощью гидрогазодинамического решателя ANSYS-CFX, рассчитывается состояние газовой среды вокруг ЧЭ. Для учета взаимного влияния друг на друга ЧЭ и газовой среды была применена технология двустороннего связывания прочностного и газодинамического решателей. В рамках данной технологии два решателя обмениваются необходимыми данными: прочностной решатель передает перемещение границы раздела сред, гидрогазодинамический передает давление, действующее на эту границу.

Поскольку геометрические модели и нагрузки симметричны относительно плоскости OXY, то рассматривается только половина ЧЭ, с приложением соответствующих граничных условий на плоскости симметрии.

Для решения поставленных задач были построены подробные трехмерные модели ЧЭ и окружающего его воздушного пространства, рассчитана динамика и НДС ЧЭ при его нагружении угловой скоростью равной 0,1042 рад/сек, с различным расположением перфорационных отверстий. Для обеспечения оптимального времени переходного процесса при соблюдении минимальной колебательности системы на ЧЭ выполняется перфорация в виде отверстий по продольной и поперечной осям. Была проведена серия расчетов, в которых расстояние от края ЧЭ до перфорационных отверстий варьировалось от 2,2 до 3,3 мм, во всех случаях рассчитывался коэффициент демпфирования системы. На основании проведенных расчетов был выбран оптимальный вариант расположения перфорационных отверстий с точки зрения минимизации коэффициента демпфирования. Для оптимального варианта приведены картины напряженно-деформированного состояния ЧЭ и состояния газовой среды, которые показывают, что минимальное давление на поверхности ЧЭ наблюдается в областях наиболее отдаленных от перфорации и краев. Согласно расчетам отток газа происходит из области с минимальным давлением через перфорационные отверстия и края ЧЭ.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИВИНИЛФОРМАЛЬЭТИЛАЛЯ ВЫСШЕГО СОРТА

Дзержинский политехнический институт филиал
Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева

Поливинилформальэтиляль (ПВФЭ) относится к классу поливинилацеталей. ПВФЭ получают методом гетерогенного последовательного ацеталирования поливинилового спирта (ПВС) формальдегидом и ацетальдегидом в водной среде в присутствии минеральной кислоты.

Метод производства ПВФЭ периодический. Реакцию ацеталирования можно оборвать на любой стадии, благодаря чему имеется возможность получать поливинилформальэтиляль желаемого функционального состава.

Реакция ацеталирования ПВС в воде проходит сначала в гомогенной фазе, т.к. частично ацеталированные продукты еще растворимы в воде, преимущественно холодной. Для того, чтобы по возможности дольше вести реакцию в гомогенной фазе, следует поддерживать низкую температуру. При определенной степени ацеталирования полимер выпадает из раствора в виде тонкой дисперсии, и дальнейшее ацеталирование протекает в гетерогенной среде. Для получения равномерного по составу продукта с высокой степенью замещения особое значение имеет выбор условий проведения процесса, обеспечивающих выпадение осадка частично ацеталированного ПВС в тонкодисперсном состоянии с большой поверхностью раздела между твердой и жидкой фазами. Синтез ПВС в водной среде позволяет избежать сложных и экономически невыгодных операций осаждения полимера из реакционного раствора и регенерации многокомпонентной смеси растворителей.

Необходимо отметить ряд факторов, оказывающих существенное влияние на процесс получения ПВФЭ, а именно:

— высокие адгезионные свойства полимера, которые в процессе ацеталирования приводят к налипанию частиц полимера на мешалку, стенки реактора. Кроме того, частицы полимера склонны к образованию укрупненных агломератов, которые не только ухудшают однородность полимера, но и которые просто невозможно отмыть от остаточных количеств кислоты, альдегида и солей.

— на качество и гранулометрический состав ПВФЭ большое влияние оказывает гидродинамический режим перемешивания и скорость вращения мешалки. Регулируя скорость перемешивания можно получать полимер с различным размером частиц. Высокую скорость перемешивания поддерживают и для снижения примесей в гранулах, так как мелкие частицы легче отмыть.

Таким образом, проблема управления мешалкой реактора ацеталирования является актуальной. Поэтому предложено оптимальное управление мешалкой реактора ацеталирования.

Измерение момента на валу привода мешалки может быть заменено измерением силы тока, потребляемого двигателем привода. Определение оптимального значения скорости вращения мешалки, при котором величина тока (потребляемого приводом мешалки) будет минимальна, может быть выполнена непосредственно на процессе, путем одномерного поиска оптимальной скорости вращения.

Для решения этой задачи необходимо использовать частотный преобразователь для питания электродвигателя привода мешалки.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Арзамасский политехнический институт (филиал Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева)

В современном мире, когда рыночные отношения характеризуются ростом номенклатуры выпускаемых изделий, а машиностроительные предприятия переходят на мелкосерийный тип производства, актуальной является задача сокращения сроков технологической подготовки производства.

Одним из способов повышения эффективности производства является использование системы универсально-сборных приспособлений (УСП). Она позволяет сокращать сроки освоения выпуска изделий, способствует экономии материальных затрат и ресурсов, а также позволяет высвободить до 80% конструкторов от проектирования специальной оснастки, а инструментальные цеха – от изготовления специальных приспособлений, которые практически никогда не окупаются. Однако, отсутствие единой методики проектирования приспособлений системы УСП сдерживает ее распространение на машиностроительных предприятиях.

Анализ технической литературы и опыта промышленных предприятий показывает, что в настоящее время можно выделить три подхода к проектированию станочных приспособлений – производственный, инженерный и научный. Их наиболее подробное рассмотрение показывает, что в современном производстве следует использовать системный подход, в котором необходимо учесть производственный опыт (производственный подход), достижения инженерного проектирования (инженерный подход) и теоретические основы проектирования (научный подход). Его применение при проектировании значительно ускоряет процесс создания окончательного проекта конструкции универсально-сборного приспособления.

Проектирование приспособлений УСП с точки зрения системного подхода предполагает выполнение шести последовательных этапов: 1 этап – анализ технологической операции; 2 этап – создание конструкции приспособления УСП; 3 этап – расчет и оценка условий закрепления заготовки; 4 этап – расчет и оценка точности обработки заготовки; 5 этап – разработка конструкторской документации; 6 этап – оценка экономической целесообразности применения разработанной конструкции приспособления.

Решение прикладных задач на этапах проектирования приспособлений системы УСП, включающей большое количество различных наименований и типоразмеров элементов, требует наличия эргономичной и информативной электронной базы моделей деталей и узлов универсально-сборных приспособлений. С этой целью была разработана библиотека объемных моделей элементов УСП в приложении «Менеджер шаблонов» системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D. Библиотека является визуальной реализацией системного подхода к проектированию универсально-сборных приспособлений и позволяет пошагово создавать их электронную 3D-модель.

Применение библиотеки объемных моделей деталей и узлов УСП в сочетании с системным подходом позволяет визуально представить процесс проектирования и сборки приспособления, сократить временные затраты на проектирование и технологическую подготовку производства нового изделия.

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ДАТЧИК АБСОЛЮТНОГО ДАВЛЕНИЯ

АПИ(ф)НГТУ

Целью проведения исследования является снижение влияния линейных ускорений на чувствительность датчика. Интегральный датчик абсолютного давления содержит проводящую кремниевую мембрану с жестким центром, первую и вторую стеклянные обкладки, соединенные жестко с кремниевой мембраной. В первой стеклянной обкладке имеется приемное отверстие. Между первой стеклянной обкладкой и кремниевой мембраной образована входная камера. Между второй стеклянной обкладкой и кремниевой мембраной образована вакуумированная камера, на внутренней поверхности второй стеклянной обкладки нанесены первый и второй неподвижные проводящие электроды. Первый электрод размещен против подвижного жесткого центра на кремниевой мембране. Второй электрод размещен против недеформируемой части на кремниевой мембране. Первый и второй неподвижные проводящие электроды подключены к входам электронного блока. В жестком центре кремниевой мембраны со стороны входной камеры вытравлено углубление в виде усеченной пирамиды, боковые стенки которой параллельны боковым стенкам жесткого центра. Толщина перегородки, образованной боковыми стенками усеченной пирамиды и жесткого центра, выполнена равной толщине гибкой части кремниевой мембраны.

К техническому результату можно отнести исключение влияния линейных ускорений на чувствительность датчика.

Этот технический результат достигается за счет снижения массы жесткого центра. Широтно-импульсный преобразователь обеспечивает режим стыковки датчика с микроконтроллерами.

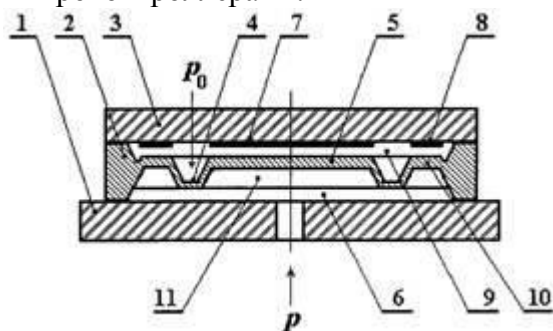


Рис.1 Продольный разрез датчика давления.

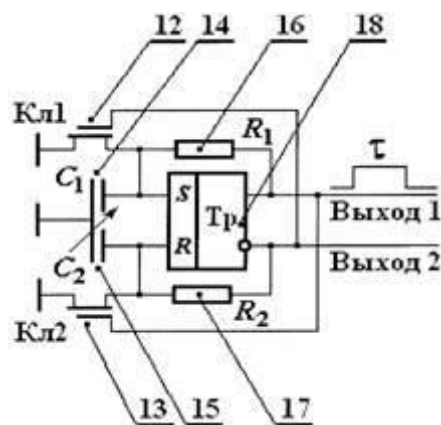


Рис.2. Электронная схема датчика давления.

Электронный блок выполнен в виде широтно-импульсного преобразователя, в котором первый и второй неподвижные проводящие электроды включены последовательно с первым и вторым резисторами и совместно представляют времязадающие цепочки симметричного мультивибратора на R - S триггере. Центральным электродом емкостей является жесткий центр 5 кремниевой мембраны, который заземлен.

В работе рассмотрен один из вариантов снижения влияния линейных ускорения на интегральный датчик давления.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА СТИРОЛ-АКРИЛОВОЙ ДИСПЕРСИИ

Дзержинский политехнический институт (филиал Нижегородского государственного
технического университета имени Р. Е. Алексеева)

Рассматриваемый процесс получения стирол-акриловой дисперсии является периодическим и осуществляется в следующей последовательности. В реактор синтеза загружается затравочная порция эмульсии мономеров, реакционная масса подогревается до рабочей температуры T , подается первая порция инициатора. Реакция проводится в изотермическом режиме путем регулирования температуры изменением подачи хладоносителя в рубашку реактора. Затем химическое превращение исходных веществ проводится при непрерывной подаче в реактор синтеза исходной предварительной эмульсии мономеров и инициатора процесса персульфата аммония. Процесс проводится до тех пор, пока готовая стирол-акриловая дисперсия не будет удовлетворять требованиям технологического регламента. Основным параметром готового продукта: в реакционной массе должно быть не более 0.1 % остаточных мономеров.

С целью обеспечения высокого качества конечного продукта необходимо проводить рассматриваемый процесс насколько возможно стабильно. Поддержание температурного режима играет в процессе реакции полимеризации важную роль. Для стабилизации процесса предлагается использовать три регулятора: температуры реакционной массы T ; расхода предварительной эмульсии мономеров в реактор синтеза $F_{ПЭМ}$; расхода инициатора процесса полимеризации персульфата аммония $F_{ПСА}$. Последние два регулятора также важны, так как расходы исходных компонентов влияют на скорость процесса и соответственно на количество выделяемого в процессе синтеза стирол-акриловой дисперсии тепла.

Что касается регулятора температуры, то его настройка – достаточно сложная задача, поскольку по параметру температуры реактор синтеза представляет собой объект без самовыравнивания. В связи с этим регулятор температуры не должен иметь интегральной составляющей, а к величине пропорциональной составляющей управляющего воздействия предъявляются высокие требования по точности настройки, в зависимости от запаздывания и коэффициента передачи объекта управления.

Использование указанных трех регуляторов измеряемых технологических параметров позволит также стабилизировать скорость химической реакции W_p , которую можно косвенно определить из уравнения теплового баланса (1):

$$W_p \cdot V \cdot \gamma = F_{хн} \cdot C_{хн} (T_{хн} - T_{0 хн}) + F_{ПЭМ} \cdot C_{ПЭМ} (T - T_{0 ПЭМ}) + F_{ПСА} \cdot C_{ПСА} (T - T_{0 ПСА}), \quad (1)$$

где V – объем реакционной массы в реакторе; γ – тепловой эффект реакции полимеризации; $F_{хн}$, $C_{хн}$, $T_{хн}$, $T_{0 хн}$ – расход, удельная теплоемкость, конечная и начальная температура хладоносителя; $C_{ПЭМ}$, $T_{0 ПЭМ}$, $C_{ПСА}$, $T_{0 ПСА}$ – удельная теплоемкость и начальная температура предварительной эмульсии мономеров и инициатора персульфата аммония соответственно.

Для стабилизации температурного режима и скорости химической реакции полимеризации W_p приемлемым решением является использование алгоритма управления с нечеткой логикой. В качестве управляющих воздействий использовать как изменение расхода инициатора, так и изменение температуры реакционной массы, но на малую величину, которая не нарушает технологического регламента.

Таким образом, стабилизация скорости процесса полимеризации при соблюдении температурного режима позволит стабилизировать выход готовой стирол-

акриловой дисперсии высокого качества.

УДК 621.3

Н.Н. ТИТОВА

МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СИЛЫ ДЛЯ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА RR-ТИПА

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

Магнитоэлектрический преобразователь силы широко применяется в качестве обратного силового преобразователя. Работа данного преобразователя основана на взаимодействии магнитного потока постоянного магнита и тока, проходящего по катушке (рамке). Достоинствами магнитоэлектрического преобразователя силы являются: линейность характеристики, возможность компенсации температурной ошибки и большая величина развиваемой силы.

Цель исследования – оптимизация конструкции магнитоэлектрического преобразователя по критерию максимума развиваемой силы.

Магнитоэлектрический преобразователь изображен на рисунке 1.

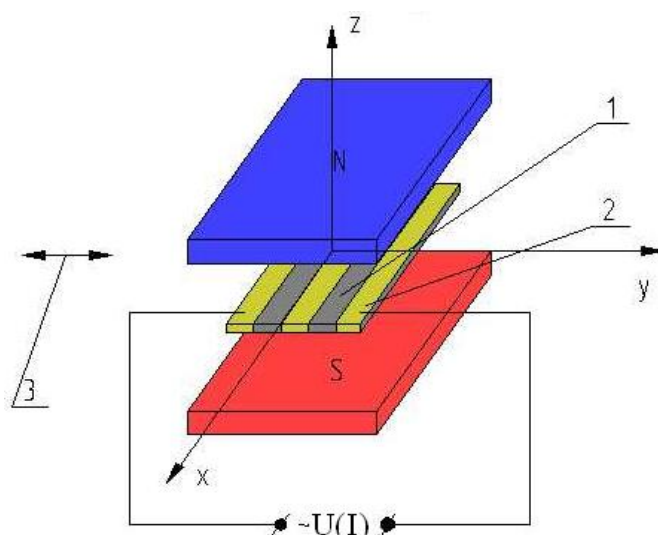


Рисунок 1- Магнитоэлектрический ПС

1 – пластина, 2 – проводящие напыленные полоски или провода, 3 – направление перемещения пластины

В нем под действием магнитоэлектрической силы пластина 1 движется в горизонтальной плоскости. Сила Ампера в данном случае пропорциональна величине тока, протекающего по проводящим полоскам. В преобразователе данного типа на пластине из кремния с размерами $b_0=5$ мм, $l=5$ мм (b_0 – ширина, l – длина пластины), напылены 2 слоя: слой изолятора и слой алюминия толщиной 1,0мкм, где находятся полоски 2 шириной b с зазором между ними 10 мкм.

Напыление слоя изолятора и слоя алюминия можно выполнить разными способами: вакуумным напылением нескольких слоев с изоляцией между ними, эпитаксиальным выращиванием чередующихся p- и n-слоев или методом многократных диффузий с различной примесью различной проводимости.

В работе представлен расчет силы, необходимой для возбуждения чувствительной массы микрогироскопа RR-типа. При этом определялись значения индукции, мак-

симального тока и силы Ампера для задаваемого различного количества напыленных полосок.

В результате расчета получено оптимальное количество полосок, равное 150 при ширине 23,4 мкм; магнитоэлектрическая сила в данном случае будет равна 114 мкН.

УДК 621

Д.С. ФОКИН, А.А. ГУСЬКОВ

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВодОВ ДЛЯ ПАРИРОВАНИЯ ВОЗМУЩАЮЩИХ МОМЕНТОВ ГИРОСТАБИЛИЗАТОРА

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ

ГС 28 (ОАО АНПП ТЕМП-АВИА) – комплекс командных приборов, позволяющих получать полную информацию обо всех параметрах движения ракеты в полете и управлять ее движением, как на активном, так и на пассивном участках траектории, а также производить прицеливание ракет.

Гиросtabilизатор представляет собой двухостный управляемый гиросtabilизатор антенной системы и состоит из:

- чувствительного гироскопического элемента;
- разгрузочных датчиков момента (датчиков стабилизации);
- потенциометрических датчиков углового положения;
- элементов (рамок) карданова подвеса;
- корпуса, объединяющего элементы привода и обеспечивающего установку на объект.

Датчики стабилизации (ДС) служат для создания необходимых управляющих моментов и парирования всех возмущающих моментов. В связи с расширением области применения и ужесточением технических требований, предъявляемых к гиросtabilизатору в части уровня стабилизирующих моментов, встала задача увеличения крутизны датчиков моментов, при заданном напряжении.

Этого можно достичь несколькими путями, например: за счет увеличения диаметра провода или за счет уменьшения толщины пакета,

Причем полученный датчик разгрузки должен подходить по определенным размерам.

Суть силового расчета стабилизатора сводится к следующему. На изделие, в т.ч. на им стабилизируемую механическую нагрузку, действуют возмущающие воздействия. Они определяются в первую очередь самой нагрузкой, конструкцией ее подвеса и кинематикой подвеса, а также при внешних угловых колебаниях взаимодействием характеристик нагрузки с характеристиками и спецификой кинематики карданова подвеса. Их расчет не представляет особой трудности и, в случае выполнения компенсирующего их привода безредукторным, сводился бы к простому обеспечению необходимого момента разгрузки моментного двигателя в пусковом режиме, т.к. потери от вращения в безредукторном моментном датчике обычно очень малы. Но безредукторный привод не может быть использован из-за больших механических возмущений разного рода действующих со стороны объекта. Поэтому конструкция приводов ГС-28 – редукторная, и при колебаниях объекта относительно стабилизируемой нагрузки возникают большие угловые скорости и ускорения вращения элементов приводов: ротора двигателя, шестеренок, вала двигателя, что вызывает дополнительную, работу двигателя разгрузки на компенсацию моментных потерь в самом приводе. Кроме того, в приводах присутствует момент трения от взведения люфтоуборочных пружин силовых

редукторов, редукторов датчиков угла, а также от щеток датчиков момента и датчиков угла. Правильный учет всех перечисленных факторов представляет собой задачу по решению компенсации этих общих потерь и возмущений.

В данной работе производится попытка реализовать следующий вопрос: нельзя ли в существующем типоразмере высечки выполнить датчик определенными характеристиками, допустим с другими обмоточными данными (толщина провода, количество витков) или с другой толщиной пакета высечек? Т.е. нельзя ли найти в этом многообразии какой-то оптимум или даже установить закономерность изменения требуемого напряжения на датчик от его следующих переменных характеристик: радиус провода \varnothing , количество витков w и толщина пакета h .

УДК 681.2

И.А. ЦАРЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА

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

В настоящее время активно разрабатываются приборы измерения механических параметров движения в классе МЭМС – микроэлектромеханических систем. Среди них особое внимание уделяется разработке микромеханических гироскопов (ММГ) и на их основе микромеханических датчиков угловых скоростей (ММДУС). Эти приборы применяются во многих областях: приборостроении, робототехнике, медицине, энергетике, нефтяной и газовой промышленности, автомобилестроении и т.д.

Точность работы создаваемых в настоящее время ММГ не отвечает современным требованиям, и повышение точности является актуальной задачей.

Доклад посвящен исследованию возможности шумоподавления в ММГ программным путем. В связи с тем, что в работе ММГ могут возникать нестационарные режимы, для обработки сигнала используется наиболее перспективный фильтр Калмана.

В программный фильтр включена следующая математическая модель ММГ, найденная из структурной схемы:

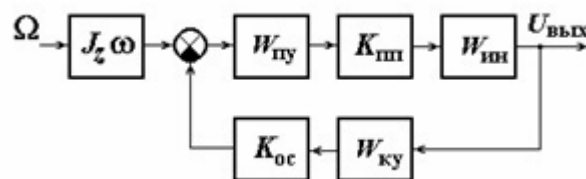


Рис. 1. Структурная схема ММГ с интегратором в прямой цепи контура где обозначено: $W_{пy}$ - передаточная функция подвижного узла; $K_{шп}$ - коэффициент передачи датчика угла; $W_{ин}$ - передаточная функция интегратора; $W_{кy}$ - передаточная функция корректирующего устройства; $K_{ос}$ - коэффициент передачи электростатического преобразователя момента.

В соответствии со структурной схемой передаточная функция ММГ имеет вид:

$$W = \frac{K}{a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0};$$

где коэффициенты зависят от конструктивных и схемных параметров ММГ.

В качестве возмущающего процесса ММГ использовалась математическая модель в виде спектральной функции:

$$S_g = \frac{2\omega^2 + 8}{\omega^4 + 198\omega^2 + 10201},$$

На основе разработанной программы, реализующей фильтр Калмана для ММГ в аналоговом и цифровом варианте, было проведено моделирование системы в программном пакете Matlab (визуальная среда Simulink). Результатом моделирования являются графики процессов: на выходе непрерывного фильтра Калмана (обеспечивает среднеквадратическую погрешность СКО= $3.39 \cdot 10^{-6}$), на выходе дискретного фильтра Калмана (СКО= $7.13 \cdot 10^{-6}$) и на выходе объекта контроля (СКО= $4.15 \cdot 10^{-4}$). Выяснено, что использование фильтра уменьшает среднеквадратическую погрешность ММГ на 2 порядка, в связи с чем он рекомендован для обязательной обработки сигналов ММГ.

В докладе приводится вывод математической модели объекта контроля (датчик плюс процесс) и результаты машинного эксперимента в виде графиков.

УДК 681.2

И.В. ЦЫБРЯЕВА, А.А. ГУСЬКОВ

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗИМУТАЛЬНОГО УГЛА ГИРОИНКЛИНОМЕТРОМ ИГН73-100/80

Арзамасский политехнический институт (филиал НГТУ)

Гироскопический инклинометр ИГН73-100/80 и его модификация для неограниченных углов предназначены для измерения в непрерывном режиме траектории наклонно направленных и горизонтальных скважин, соответственно. Гироинерциальный модуль прибора содержит одноосный индикаторный гиросtabilизатор, на платформе которого установлены: два акселерометра, двухканальный гироскоп со сферическим подвесом ротора гиromотора, а также синусно-косинусный трансформатор (СКТ).

Увеличение протяженности исследуемых скважин, а также развитие горизонтального бурения делают все более сложным выполнение требования по точности построения траектории (0,5% от пройденного пути в плане скважины).

Решить поставленную задачу обеспечения требуемой точности возможно за счет повышения точности определения начального азимутального угла, а также зенитного и азимутального углов в режиме измерения, а для этого требуется совершенствование и модернизация аппаратной и программной части гироскопического инклинометра.

Данная работа посвящена значимой и сложной проблеме: повышению точности определения азимутального угла на всех этапах исследования скважины.

На этапе эксплуатации инклинометра было замечено, что имеется некоторое влияние одного канала гироскопа (канала стабилизации) на второй канал гироскопа (канал датчика угловой скорости (ДУС)).

Проведенные эксперименты показали, что изменение ошибки стабилизации гироскопической платформы вызывает сдвиг фазы в сигнале ДУС, что приводит к погрешности определения азимутального угла, поскольку в данном гироскопическом инклинометре информация с ДУС используется при определении начального азимутального угла и азимута при исследовании горизонтальных участков скважины.

С целью изучения влияния ошибки стабилизации разработана математическая модель датчика информации, на основе которой составлены нелинейные дифференциальные уравнения с учетом влияющих факторов – моментов трения, ошибки стабилизации, угловой скорости вращения Земли. Ввиду сложности дифференциальных

уравнений их аналитическое решение невозможно. В среде программирования *Matlab* выполнено численное решение данных дифференциальных уравнений. Результаты моделирования качественно совпали с экспериментальными данными.

Разработан алгоритм компенсации погрешности от угла ошибки стабилизации гироскопа в сигнале датчика угловой скорости, заключающийся в том, что в процессе вращения гироскопа измеряют значение напряжения пропорциональное углу ошибки стабилизации, по окончании вращения рассчитывают угловую скорость без погрешности от угла ошибки стабилизации, подбирают коэффициент нормирования, а при исследовании горизонтальных участков скважины непрерывно измеряют значение напряжения пропорциональное углу ошибки стабилизации и, учитывая коэффициент нормирования, рассчитывают угловую скорость без погрешности от угла ошибки стабилизации.

Предложенный метод за счет введения дополнительных связей в аппаратную часть прибора и новых алгоритмов в программное обеспечение позволяет решить поставленную задачу обеспечения требуемой точности построения траектории и обеспечить надежную и качественную эксплуатацию прибора при исследовании протяженных наклонно направленных и горизонтальных скважин.

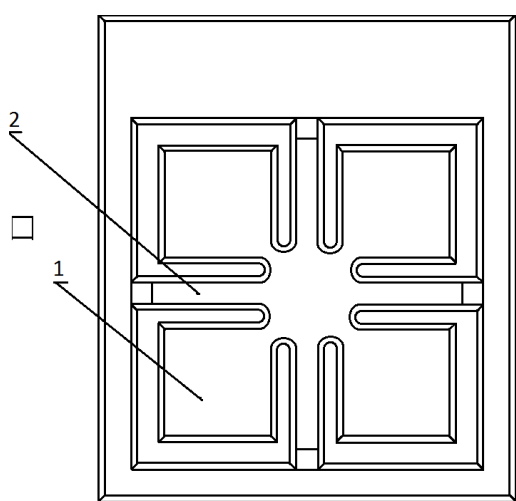
УДК 621.3

В.А. ЦЫГАНОВА, Т.В. КАРАСЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ БЛОКА АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

Арзамасский политехнический институт (филиал Нижегородского государственного технического университета)

В приборах подземной навигации для исследования профиля скважин при буровых работах используется блок акселерометров, состоящий из трех акселерометров. Как правило для построения таких блоков применяют чувствительный элемент осевого типа, чтобы обеспечить линейность выходной характеристики. Наиболее популярным в использовании является крестообразный чувствительный элемент.



Но длина таких подвесов чаще всего является недостаточной, для обеспечения высокой чувствительности. Чтобы повысить данный показатель прибора надо увеличить длину подвесов без изменения габаритных параметров инерционной массы (рис. 1). Такой чувствительный элемент осевого типа имеет две пары упругих подвесов, крестообразно расположенных вдоль осей z и x , начало координат, которых находится в геометрическом центре
1 – инерционная масса; 2 – упругий

подвес. пластин инерционной массы. Если

рис. 1 – Чувствительный элемент осевого типа акселерометр используется в качестве наклономера, то чаще всего применяется тензорезистивный съём сигнала. Такое построение обеспечивает высокие показатели чувствительности, стабильности и точности.

Тензочувствительный элемент – неотъемлемая часть упругого подвеса. Тензорезисторы могут быть получены путем диффузии, но это приводит к значительным температурным ошибкам и появлению ложных сигналов. Поэтому их необходимо формировать путем эпитаксиального осаждения кремния р-типа или n-типа. Они представляют собой тонкие полоски на упругих подвесах. Резисторы снабжены контактными площадками для передачи сигнала в электронный блок. Это исключает соединительный слой, что устраняет явление ползучести и гистерезиса характеристики и способствует повышению стабильности преобразователя. Для обеспечения необходимой чувствительности тензорезисторы располагают в местах наибольшей концентрации напряжений.

Исследование основных характеристик первичных преобразователей вместе с тензорезисторами и без них, в статическом режиме, проводится в программе ANSYS Workbench 14.0. Моделируя работу первичного преобразователя при внешней нагрузке, исследованы следующие основные характеристики: деформации чувствительного элемента и механические напряжения. Проведена оценка характеристик в различном температурном диапазоне.

Исходя из проведенной оценки, можно сделать вывод, что максимальные деформации находятся в местах перехода от упругих подвесов к инерционной массе. Исследование поведения чувствительного элемента в различном температурном режиме показали, что ошибка от температуры соизмерима с уровнем выходного сигнала. В связи с этим необходимо вводить температурную компенсацию путем соответствующего построения измерительного моста или с помощью дополнительных элементов электронного преобразователя.

УДК 681.5

М.В. ЧУРДАЛЕВА

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА

Дзержинский политехнический институт (филиал)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алкилбензол является полуфабрикатом, используемым в производстве сульфанола, который применяется для получения моющих средств. Алкилбензол получают в ходе химической реакции взаимодействия олефинов с бензолом в адиабатическом реакторе периодического действия в присутствии катализаторного комплекса, получаемого из треххлористого алюминия и толуола. Перед проведением процесса в реактор загружается бензол и катализаторный комплекс, которые перемешиваются, после чего в него подаются олефины с управляемым расходом F .

Качество готового продукта зависит от содержания в нем исходных олефинов. Чем меньше их содержится по отношению к прореагировавшим олефинам, тем лучше качество продукта. Для достижения высокого качества готовой продукции разумно осуществлять оптимальное управление процессом алкилирования. Основным критерием оптимальности будет степень конверсии олефинов в алкилбензол. Для достижения наилучшего результата следует стремиться к максимизации этого показателя. Степень конверсии олефинов зависит от расхода олефинов, подаваемых в реактор. В общем случае расход олефинов должен уменьшаться в ходе процесса, а к концу становиться равным нулю.

Для технической реализации оптимального управления процессом необходимо использовать контроллер, который должен регулировать расход олефинов F и

подавать управляющее воздействие на клапан, а также реализовать математическую модель процесса, позволяющую определить этот расход.

Данная задача является вариационной и ее решение возможно путем использования эффективных вычислительных методов. Для ее решения будет разработана программа, моделирующая процесс алкилирования бензола и позволяющая находить оптимальное управление для установки, путем изменения во времени подачи олефинов.

Проведена разработка математических моделей, являющихся достоверными, адекватными и надежными, а также разработанными с учетом физико-химических особенностей и закономерностей протекающего процесса. Такие модели должны позволить прогнозировать показатели процесса в зависимости от условий его проведения, выбирать оптимальный технологический режим, который бы обеспечил как увеличение выхода готового продукта, так и избежание преждевременного отравления катализатора.

В работе рассмотрена система автоматизации процессом алкилирования бензола.

Таким образом, цель настоящей работы состоит в повышении эффективности процесса алкилирования бензола методом математического моделирования и разработке оптимальной системы управления в условиях различной эффективности катализаторного комплекса.

УДК 629.7.05/06: 531.781.2 (075.8)

А.Н. ШИПУНОВ

УГЛОВОЙ АКСЕЛЕРОМЕТР

Арзамасский политехнический институт

Наряду с угловой скоростью и линейным ускорением одной из величин, служащих для управления движением летательного аппарата, а также диагностики вращающихся элементов различной аппаратуры и силовых установок, является угловое ускорение вращательного движения объекта.

В отличие от линейного ускорения уровень сигнала углового ускорения в разы меньше, поэтому механика измерения угловых ускорений пока еще находится в стадии становления и для ее развития требуется анализ и обобщение многолетнего опыта работы в этой области измерительной техники. Принимая во внимание быстрый рост технологий и усовершенствования измерительной техники в сфере ее быстрого действия и миниатюризации, стало возможным изготавливать угловые акселерометры, способные регистрировать низкий уровень входного сигнала.

При выборе схемы построения датчика предпочтительней оказалась схема компенсационного типа с магнитоэлектрической обратной связью, т.к. в датчиках прямого измерения не обеспечиваются требуемые динамические характеристики, а датчики с электростатической ОС имеют низкий уровень компенсации внешнего воздействия, что с увеличением инерционной массы ЧЭ для повышения чувствительности приведет к увеличению статической погрешности устройства. Чувствительный элемент представляет собой инерционную массу, содержащую подвижную обкладку из кремния с закрепленным на ней инерционным кольцом из алюминия. Подвижная обкладка закреплена на двух упругих подвесах и содержит 2 катушки обратной связи. Рамка подвижной обкладки соединена электростатической диффузионной сваркой со стеклянной неподвижной обкладкой ДУ с нанесенными на нее металлизированными полигонами. Подвижная и неподвижная обкладки образуют

емкостной датчик угла.

При действии углового ускорения $\ddot{\psi}$ подвижная обкладка чувствительного элемента отклоняется на определенный угол α , изменяя при этом дифференциальную емкость датчика угла. Разбаланс емкостей преобразуется сервисной электроникой акселерометра в напряжение, которое подается на катушки ДМ и нагрузочное сопротивление R_n .

Для увеличения чувствительности акселерометра к малым угловым ускорениям в подвижную обкладку кристаллического элемента установлено инерционное кольцо, содержащее элементы статической и динамической балансировки (6 винтов).

Конструкция ЧЭ, выбранная при рассмотрении принципов построения датчиков углового ускорения, является принципиально-новой. Проведенные теоретические расчеты доказывают возможность отстройки акселерометра углового от действия линейного ускорения и угловой скорости, что подтверждается экспериментальными исследованиями макетных образцов.

Подсекция 11.1

Экономика, менеджмент и инновации

УДК 512.68

И.В. АЛЕНКОВА

ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Основной преградой, стоящей на пути инновационного развития России, является исторически сложившаяся катастрофическая нехватка предприимчивых лидеров инноваций, способных не только генерировать инновационные идеи, но и, что самое главное, быстро превращать их в успешный инновационный бизнес или продукт.

В связи с чем руководство РФ провозглашая курс на инновационную экономику в течение последних лет предприняло ряд усилий по осуществлению этих намерений. В их числе - меры по строительству экосистемы инноваций, в частности бизнес - инкубаторов, технопарков, инвестиционных фондов, законодательная и финансовая поддержка инновационных процессов в ВУЗах и так далее, кроме того, отмечается и частная инициатива в этом направлении - частные бизнес - инкубаторы, организации бизнес - ангелов, частные инвестиционные фонды.

Элементы инновационной системы и соответствующее им законодательство еще только формируются, однако на федеральном уровне уже принят закон, целью которого является обеспечение реального внедрения в производство создаваемых за счет бюджетных средств результатов научно-технической деятельности, права на которые принадлежат учреждениям науки и образования, а также правовое обеспечение установленных Гражданским кодексом Российской Федерации возможностей для учреждений науки и образования быть участником и учредителем хозяйственных обществ, занимающихся практическим применением (внедрением) результатов интеллектуальной деятельности, права на которые принадлежат данным учреждениям. Следует отметить, что в России, в силу многих причин, институт выращивания проектов, тем более инновационных, еще не сложился, поэтому не определены и базовые принципы отбора проектов для последующего выращивания, философии мониторинга и поддерживающего инструментария эффективного развития проекта, включая дифференцированный отраслевой подход.

Известной проблемой является низкая интенсивность и качество генерируемых проектов, при этом одна из серьезных причин этого лежит в недостаточной информированности потенциальных генераторов идей в отношении алгоритмов запуска проектов, инструментов трансфера новых разработанных технологий в инновационный про-

дукт, что является следствием отсутствия стандартизированного языка и культуры в этой сфере деятельности. Не менее острой является проблема оценки состоятельности предлагаемых идей и инноваций, как с точки зрения научно-технического содержания, так и еще в большей мере с точки зрения коммерческой перспективности - по наличию рынков сбыта, привлекательности для потенциальных покупателей и так далее. Большинство вопросов решаются с помощью экспертных оценок, аналитические и математические методы используются в основном в финансовых аспектах. Естественно, что в таких условиях востребованными являются средства и методы повышения эффективности инвестиций, оценки и снижения рисков, увеличения потока идей и проектов с повышением их качества, повышения объективности, точности и актуальности оценок проектов в течение всего их жизненного цикла, мониторинга инвестиционных проектов и предприятий.

Поэтому системные мероприятия в области стимулирования инновационной экономики, развития инфраструктуры, анализа инновационных предложений, мониторинга проектов и их ранжирования, оценки рисков в ходе выполнения проектов, причем, не только коммерческих, но и технических, маркетинговых и прочих являются актуальными и необходимыми.

УДК 65.012

В.А. АНДРЕЕВА, К.И. КОЛЕСОВ

ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ КЛАССА ERP

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Существует множество программных продуктов класса ERP, представляемые как зарубежными, так и отечественными разработчиками. Перед компаниями стоит серьезная задача выбора определенной корпоративной системы, которая отвечала бы не только критериям минимизации цены и срока внедрения, но также подбиралась бы в соответствии с масштабом деятельности компании и сложностью бизнес – процессов.

Я предлагаю рассмотреть 3 зарубежные и 3 отечественные КИС: Ахарта, Infor ERP SyteLine, iScala, Alfa , Галактика, 1С (УПП Предприятие). В таблице №1 представлены данные о временных и стоимостных затратах по внедрению систем.

Таблица №1

Система	Стоимость лицензии (1 рабочее место, \$)	Срок внедрения
Ахарта	3,5 тыс	6 месяцев – 2 года и более
Infor ERP SyteLine	2-4 тыс	6 – 9 месяцев и более
iScala	2-5 тыс	3 мес. – 1,5 года и более
Alfa	1,5-2 тыс	4 месяца -1 год
Галактика	3-5 тыс	1-1,5 года
1С (УПП Предприятие)	1,5 тыс	3 месяца

В ходе проведенного мною анализа выяснилось, что предприятиям (средним и крупным), работающим в области промышленности подходит Alfa, iScala, SyteLine, т.к.

именно эти системы обладают хорошо отлаженными теми функциональными модулями, которые необходимы для обеспечения бесперебойного производственного процесса.

К системам, хорошо зарекомендовавшим себя среди средних предприятий, относятся Ахарта и Галактика.

Для небольших компаний разумно устанавливать систему 1С, т.к. при сравнительно небольших затратах на внедрение, система хорошо функционирует и предоставляет много возможностей работникам разных должностей.

УДК 130

О.А. БАШКАЕВА

ТВОРЧЕСКИЙ ТРУД КАК ИННОВАЦИОННЫЙ РЕСУРС РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Глобальные изменения в экономике России на данном этапе требуют глубокой трансформации различных сторон жизни общества. Переход к постиндустриальному обществу базируется на интеллектуальных технологиях, и именно они определяют уровень развития техники. Творческий труд является важным ресурсом в принципиально новых экономических условиях.

Творческий труд является причиной инновационной деятельности, и в этом случае вся ответственность за процесс изменения лежит на человеке труда. Но в действительности на процесс оказывают влияние множество различных средовых и социальных факторов. Творчество – это деятельность, порождающая нечто качественно новое, что отличается неповторимостью, оригинальностью и общественно-исторической уникальностью [1]. Творческий труд основан на проявлении в деятельности своей индивидуальности и важным аспектом является развитие и активизация поддержки данного направления. Предварительным условием творческой деятельности выступает процесс познания, накопления знания о предмете, который предстоит изменить.

Инновации не могут создаваться, минуя этап научных исследований, когда возникает идея, прорабатывается концепция и затем следует непосредственно разработка [2]. Научные знания создают основу для инноваций.

Формирование новых идей и разработка путей их реализации является основой развития инновационных процессов. Изобретение является тем, чего на данный момент нигде нет и, следовательно, таким образом, формирует мир техники и новых социальных отношений. Человек в творческом процессе изменяет не только внешнюю среду, но и себя.

На данном этапе актуальным вопросом является активация инновационных процессов в образовании. Воспитание творческой личности является первоочередной задачей. Сейчас можно наблюдать множественные преобразования в сфере дошкольного, школьного, среднеспециального и высшего образования. С одной стороны применение новых активных форм обучения должно активизировать развитие творческого потенциала населения, но с другой стороны, нацеленность на универсальные тестовые формы, которые показывают результативность обучения, призывают мыслить универсально, не выходя за очерченные рамки. С этой точки зрения, не универсализация оценки знаний с помощью тестовых форм может сыграть с нами злую шутку, а планомерная подготовка школьников, год за годом заставляющая их мыслить штампами, заложенными в экзаменационных формах подготовительных тестов. Индивидуальные особенности мышления каждого человека проявляются в повседневной жизни, в обучении, в

работе и важным аспектом, особенно для детей и подростков, является поощрение и развитие этой индивидуальности.

Введение инноваций в производственную деятельность сопряжено с дополнительными затратами, но для наращивания и удержания технологического преимущества на мировом рынке для любой страны необходимо инновационное развитие.

Список литературы

- 1.Сбитнев А. Корни креатива // Реклама. Теория и практика. 2007. No 3, с. 204 –209.
- 2.Дынкин А., Сироткин О., Уткин А.Нелинейная инновационная модель: не принять – значит проиграть // Человек и труд. 2004. No 6, с. 84 –87.
3. Бердяев Н.А. Смысл творчества. Собр.соч. Т2. М.1991, 168с.

УДК [004.78:33] (075.8)

С.А. БОРИСОВ, А.Ф. ПЛЕХАНОВА ВИДЫ ЭФФЕКТОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача определения экономической эффективности информационных систем является одной из важнейших задач, поскольку ее решение тесно связано с вопросом об использовании в компаниях различного вида техники и труда специалистов в области информационных технологий. В течение нескольких последних лет крупнейшими агентствами, занимающимися аналитическими исследованиями на рынке информационных технологий (Gartner, Meta Group, ISM), на основании отчетов крупнейших фирм – производителей и интеграторов программного и аппаратного обеспечения (ORACLE, SAP, Microsoft Solutions и др), были получены данные об эффектах, возникающих при внедрении информационных систем на предприятиях различных сфер деятельности. Данные эффекты можно разделить на три группы: 1) эффекты, приводящие к увеличению выручки; 2) эффекты, приводящие к снижению затрат; 3) эффекты, приводящие к ускорению бизнес – процессов. С учетом данного разделения можно представить эффекты от внедрения информационных систем в виде таблицы 1.

Таблица 1 Виды эффектов от внедрения информационных систем

Эффект от внедрения/использования ИС	Показатель
1.Эффекты, приводящие к увеличению доходов	
Увеличение выручки	Темп увеличения или снижения (% к предыдущему, ден.ед.)
Увеличение количества покупателей	Темп роста продаж, %
2.Эффекты, приводящие к снижению затрат	
Сокращение производственного цикла	Длительность производственного цикла, %, дн
Уменьшение оборотных средств в запасах	Темп снижения оборотных средств в запасах (изменение % статей активов баланса)
Уменьшение складских площадей	Темп снижения складских площадей
Сокращение транспортно – заготовительных расходов	Темп снижения ТЗР, %
3.Эффекты, приводящие к ускорению бизнес - процессов	
Повышение уровня обслуживания клиентов	
Производство новых товаров и предостав-	

ление новых услуг	
Ускорение вывода нового товара на рынок	%, дн
Ускорение выполнения заказов	
Повышение производительности и эффективности управленческого труда	
Сокращение ошибок	%
Масштабируемость ИС	

Как видно из приведенной таблицы, многие из получаемых эффектов при оценке эффективности информационных технологий, являются качественными и слабоформализуемыми. Данные обстоятельства приводят к необходимости разрабатывать специальные шкалы, собирать экспертное сообщество, а далее применять методы обработки экспертных оценок при оценивании таких параметров.

УДК 330

К.В. ВОЛОДИНА, А.С. УЗБЕКОВА

РОЛЬ КЛАСТЕРОВ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Стратегической целью развития Российской Федерации в настоящее время является комплексная модернизация, снижение сырьевой зависимости экономической системы и переход к устойчивому сбалансированному инновационному развитию. Решение данной задачи предполагает необходимость использования эффективных механизмов взаимодействия государственных институтов, хозяйствующих субъектов и домохозяйств, апробированных в глобальной экономической среде и адаптированных к отечественным условиям. Как показывает анализ мировой практики развития субъектов хозяйствования, одной из наиболее эффективных форм взаимодействия является разделение труда и формирование комплексного конкурентного преимущества группы предприятий. Таким образом, интеграция российских предприятий в современное экономическое пространство предполагает активизацию процессов формирования и развития кластерных образований.

Кластер представляет собой группу географически локализованных взаимосвязанных компаний, взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества каждой отдельно и кластера в целом. Важно, что в кластере достигается прежде всего синергетический эффект, поскольку участие конкурирующих предприятий становится взаимовыгодным.

После того, как кластер достиг уровня отлаженного функционирования, половина его экономических преимуществ выходит за пределы кластера. Это означает, что повышающие производительность труда технологии перестают быть достоянием конкретного кластера и внедряются в других областях экономики. Кроме того, дополнительный рост, обусловленный деятельностью кластера, создает прибыль, первичное и вторичное расходование которой идет в других секторах экономики.

Внедрение кластерных технологий объединения предприятий способствует росту деловой активности предпринимательских структур, улучшению инвестиционного климата, развитию социальных, экономических, информационных и интеграционных систем, что, в свою очередь, дает импульс для более интенсивного развития предпринимательства, привлечения инвестиций и экономического подъема территорий.

Главной задачей внедрения кластерной модели является изменение психологии предпринимателей, понимания ими возможности честного, открытого и взаимовыгод-

ного сотрудничества всех участников кластерного объединения ради общей экономической выгоды.

Умелое использование такого инструмента как кластеры способствует достижению следующих выше еще не отмеченных целей:

- повышение конкурентоспособности участников кластера за счет внедрения новых технологий;
- консолидированное лоббирование интересов участников кластера в различных органах власти;
- снижение затрат на внедрение новых технологий за счет эффекта масштаба;
- повышение возможности предприятий, в том числе малых, к привлечению инвестиций и грантов;
- более эффективная система выхода на зарубежных партнеров и новые рынки.

Таким образом, кластерный подход дает эффективный инструментарий для достижения основных целей развития регионов и страны в целом.

УДК 005

А.Н. ВОРОНОВ, Н.С. ХЕРСОНСКИЙ

РОЛЬ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ И УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ С УЧЕТОМ НАЦИОНАЛЬНОГО МЕНТАЛИТЕТА

НГТУ имени Р.Е. Алексева, СОЮЗ ПО СЕРТИФИКАЦИИ

Существует мнение, что статистические методы могут применяться только для серийного производства продукции, а для мелкосерийного и единичного производства, оказания услуг и осуществления процессов, с целью дальнейшего системного анализа они не применимы. Это связано с неправильной трактовкой, как руководителями наших компаний, так и исполнителями на местах понятий «статистический приемочный контроль изделий» и «статистические методы» в целом. Также это связано с существующей, в настоящее время системой образования. К сожалению, студентам первых-вторых курсов наших высших учебных заведений, в процессе изучения «Высшей математики» дают прикладную теорию статистики, в максимально сложном формате, что в будущем вызывает скорее полное отвращение к использованию статистики в любой деятельности, чем желание применять этот полезный раздел математики на практике.

В результате, осуществляя любую деятельность, наши специалисты и руководители- очень мало внимания уделяют мелочам, потому что не умеют своевременно применять и накапливать информацию, получаемую в процессе своей работы, систематизировать и анализировать ее. Понимание, о том, что, что то было упущено происходит уже в тот момент, когда эти мелочи перерастают в огромную проблему, решить которую можно либо путем больших денежных вливаний, либо путем закрытия организации.

Задача статистических методов - обработать любой статистический набор данных по любому интересному для организации вопросу, как методами теории вероятности и математической статистики, так и без применения этих методов, используя семь простых статистических методов, широко известных в мировой практике. Результат обработки этих данных поможет принять наиболее оптимальное решение, основываясь на фактах.

При этом применение статистических методов не зависит от того серийное это производство, мелкосерийное, единичное, либо вообще оказание услуг и т.д.

Применение статистических методов в организациях должно выливаться в систему статистических методов анализа, прогнозирования основных критериев процессов управления, параметров бизнес-процессов, а также взаимосвязь критериев процессов управления и бизнес-процессов с основными финансовыми и технико-экономическими показателями организации. С учетом обратной связи анализируя далее докапываться до истинных причин снижения их или увеличения, образовывая цепочки прогнозирования и корректировки показателей организации за счет корреляционных связей между различными параметрами. Проведенный корреляционный анализ позволит выяснить наличие сильных связей (коэффициент корреляции $K \geq 0,85$), средних связей (коэффициент корреляции $0,20 \leq K \leq 0,85$), слабых связей (коэффициент корреляции $0,1 \leq K \leq 0,2$), и очень слабых связей, когда практически связь отсутствует и результат прогнозируется на уровне статистической ошибки (коэффициент корреляции $K \leq 0,1$).

Для того, чтобы докопаться до истины, и выделить значимые факторы, нужно провести довольно большую и кропотливую работу. И ресурсы для этого в наших организациях, имеются. Проведенные исследования показывают, что в настоящее время численность сотрудников, задействованных в крупных корпорациях и коммерческих холдингах, зачастую на 30% избыточна, тогда как малый и средний бизнес ощущают недокомплект в этих же 30% сотрудников. При этом даже имея, в течении рабочего дня достаточное количество свободного времени, применять статистические методы в нашей стране никто не стремится, тогда как в Японии ими пользуются 95% трудоспособного населения, включая рабочих.

УДК 65.012

К.С. ГАЛКИНА, О.В. ГЛЕБОВА

ПРИМЕНЕНИЕ MICROSOFT PROJECT ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЗАТРАТАМИ НА НИОКР

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

Управление затратами на научно-исследовательские и опытно конструкторские работы предполагает полный комплекс задач, присущих управлению любым объектом, таких как разработку и принятие решений, а также контроль за ходом их выполнения. Функции управления затратами на НИОКР реализуются через всю систему управленческого цикла: планирование и прогнозирование, организацию, координация и регулирование затрат, активизация и стимулирование выполнения работ, учет и анализ.

Формирование работ по договору на НИОКР предполагает некоторую последовательность действий: инициация заключения договора (постановка целей, определение задач), планирование работ (разработка календарного плана, формирование бюджета затрат), управление и исполнение работ, контроль мониторинг и оценка исполнения и завершение работы по договору. Этап планирования является одним из самых важных. Зачастую данный этап характеризуют только созданием графика работ, упуская из вида управление ресурсами и составление бюджета.

Стоимостная оценка ресурсов на НИОКР с помощью средств Microsoft Project включает в себя следующие этапы: определение списка и последовательности работ, формирование потребности в ресурсах и назначение их на этап.

Начало планирование затрат на НИОКР определяется составлением списка этапа предполагаемых работ. Далее каждый из данных этапов разбивается на задачи, необходимые для достижения целей каждого этапа. Задачи в свою очередь должны быть ограничены временными интервалами, что в последующем станет основой формирова-

ния критического пути проекта. Далее определяется четкая последовательность этапов. Общий календарный план проекта представлен на диаграмме Ганта.

Все необходимые затраты на реализацию проекта НИОКР заносятся в лист ресурсов. Microsoft Project предполагает два типа используемых ресурсов: материальные и трудовые. Возможности программы для удобства дальнейшего анализа и учета затрат создавать группы ресурсов. В рамках данного продукта предусмотрено корректировка ресурсов по мере выполнения задач, что приобретает свою актуальность в связи со сложностью раннего планирования затрат на НИОКР. После определения состава задач, их сроков и необходимых ресурсов, необходимо назначить ресурсы для каждой задачи. После чего автоматически создается план с бюджетом ресурсов.

Применение Microsoft Project при управлении затратами на проект НИОКР обеспечивает множество преимуществ. Простота и прозрачность программы позволяет формировать задачи и этапы проекта и эффективно управлять ими. Наглядное представление временных рамок, затрат и требуемых инвестиционных вложений на проект НИОКР позволяют оценить влияние изменений компонентов проекта на величину затрат при изменении сроков реализации, недоступности необходимых ресурсов. Целостное представление о предстоящем проекте позволяет достигнуть эффективного распределения задач и управления затратами, улучшить координацию между участниками.

УДК 338.2(075.8)

П.И. ДАЛЕКИН, О.В. ГЛЕБОВА

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ЕДИНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Арзамасский политехнический институт
(филиал Нижегородского государственного технического университета)

Вопрос правовой регламентации единых технологий выделен в рамках Гражданского кодекса Российской Федерации, федерального закона от 25.12.2008 г. № 284 – ФЗ (ред. от 06.12.2011) “О передаче прав на единые технологии” и др. нормативно-правовых актах. В соответствии с вышеуказанными источниками единой технологией признается: выраженный в объективной форме результат научно-технической деятельности, который включает в том или ином сочетании изобретения, полезные модели, промышленные образцы, программы для ЭВМ или другие результаты интеллектуальной деятельности, подлежащие правовой охране в соответствии с правилами настоящего раздела, и может служить технологической основой определенной практической деятельности в гражданской или военной сфере.

Передача технологий в современных условиях осуществляется в форме:

1. Лицензионные договоры.
2. Договоры отчуждения.
3. Франчайзинг (договор коммерческой концессии).
4. Приглашение специалистов на контрактной основе.
5. Конференции и семинары.

Процедуре оценки стоимости единых технологий должна предшествовать инвентаризация нематериальных активов в составе единых технологий, сертификация отдельных ОИС. В соответствии с международными стандартами оценки единых технологий оперируют следующими категориями:

1. Рыночная стоимость.
2. Инвестиционная стоимость.
3. Утилизационная стоимость.
4. Ликвидационная стоимость.

5. Стоимость действующего предприятия.

6. Справедливая стоимость.

7. Синергетическая стоимость.

В рамках оценки стоимости единых технологий в отечественной практике используются такие подходы, как:

1. Затратный (восстановительной стоимости, стоимости замещения и др.)

2. Доходный (прямой капитализации, освобождения от роялти, преимущества в прибыли и др.)

3. Сравнительный (стоимости приобретения, сравнения продаж).

Оценка стоимости единых технологий имеет ряд проблем на различных стадиях проведения процедуры. В условиях современной России на данный момент невелик и потенциал отечественных оценочных компаний в сфере инновационной продукции. Полезен и примечателен опыт европейских стран и США в этом плане, где оценочные процедуры инновационной продукции находятся на достаточно более высоком уровне.

УДК 623

Е.В. ЕФРЕМОВА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ, А.Д. РОМАНОВ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА НЕАТОМНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

НГТУ, НИИ Высокотемпературных технологий

В настоящее время на вооружении ВМС 44 стран стоит около 600 подводных лодок (ПЛ). Атомные ПЛ входят в состав флотов 5 стран - Россия, США, Великобритания, Франция, Китай, индийская INS Arihant проходит испытания. Флоты других стран представлены только неатомными ПЛ.

На рынке вооружения в настоящее время представлены в основном ПЛ третьего и четвертого поколения. ПЛ второго поколения закуплены Северной Кореей в Китае, но это скорее исключение. Основными поставщиками ПЛ третьего поколения являются: ThyssenKrupp Marine Systems – ТКМС (Германия; владеет также шведской фирмой Kockums) - более 67 единиц (пр. 209 и др.), Рособоронэкспорт (Россия) – более 29 единиц (пр. 877ЭКМ/636), другими компаниями, например DCNS (Франция) и RDM (Нидерланды) поставлено всего по несколько экземпляров. США не имеет собственного производства неатомных ПЛ, и например для поставки Тайваню ПЛ прорабатывался вариант строительства на территории США по ПЛ пр. 209. ПЛ четвертого поколения с воздухонезависимыми энергоустановками предлагают компании ТКМС (пр. 212 и др., энергетическая установка на основе электрохимического генератора), DCNS (Agosta 90B, ЭУ на основе турбины замкнутого цикла), RDM (Walrus/ Moray, двигатель внутреннего сгорания по замкнутому циклу).

В настоящее время воздухонезависимые энергоустановки уже востребованы рынком, так в ходе объявляемых тендеров на поставку ПЛ иностранные заказчики чаще требуют подтверждения возможности оснащения в ходе строительства или модернизации воздухонезависимыми энергоустановками. Также в ходе модернизации ПЛ третьего и частично второго поколения оснащаются крылатыми ракетами и др. оборудованием увеличивающие боевой потенциал ПЛ. Причем часто это проводится на «территории Заказчика» с участием его специалистов и на судостроительных и судоремонтных заводах. Кроме поставки самих ПЛ, в ряде случаев передается документация/лицензия на строительство корпусных конструкций и ряда элементов на верфях страны заказчика (212A, Agosta 90B).

Таким образом, производители дизельных подводных лодок в ближайшем десятилетии будут решать в основном две задачи - технологическое усовершенствование продукции и предоставление максимально выгодных условий продаж.

УДК 338

А.А. ИВАНОВ, Н.Д. ИВАНОВА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ ACTIVITY-BASED COST SYSTEM

НГТУ им Р.Е. Алексеева

Анализ печатной литературы выявил, что в трудах российских специалистов Activity-Based Cost System (ABC System):

- 1) известна под различными названиями;
- 2) не имеет устоявшейся терминологии;
- 3) представлена в виде двухуровневой системы распределения затрат по аналогии с двухуровневыми традиционными системами учета,
- 4) рассматривается лишь как более точная, но дорогая система калькулирования (что является заблуждением).

Все вышеперечисленное значительно усложняет процесс понимания и, соответственно, применения данного инструмента контроллинга на практике.

В целях устранения выявленной проблемы и оказания методической помощи по практическому применению предлагается авторский алгоритм реализации трехступенчатой модели ABC System:

- I. Постановка цели применения ABC System.
- II. Определение объекта затрат.
- III. Отнесение прямых затрат на объект затрат.
- IV. Составление перечня субъектов операций (персонал, машины и оборудование).
- V. Выбор фактора затрат для каждой статьи (группы) накладных расходов.
- VI. Определение общего количества фактора затрат для каждой статьи (группы) накладных затрат.
- VII. Расчет коэффициента распределения для каждой статьи (группы) накладных расходов.
- VIII. Распределение накладных расходов по субъектам операций.
- IX. Выбор фактора затрат субъектов операций.
- X. Определение общего количества фактора затрат субъектов операций.
- XI. Расчет коэффициента распределения затрат субъектов операций.
- XII. Распределение затрат субъектов между выполняемыми ими операциями.
- XIII. Уточнение перечня операций.
- XIV. Выбор фактора затрат для операций.
- XV. Определение общего количества факторов затрат операций.
- XVI. Расчет коэффициентов распределения затрат операций.
- XVII. Распределение затрат операций между объектами затрат.
- XVIII. Определение стоимости объекта затрат.

Результатами применения трехступенчатой системы для контроллинге затрат являются:

- 1) Определение себестоимости любых объектов затрат.
- 2) Получение информации относительно прибыльности мероприятий, клиентов, каналов сбыта, эффективности производственных подразделений, рентабельности то-

варных линий, брендов, себестоимости работы с поставщиками и пр.

3) Выявление стоимости субъектов операций на основе потребляемых ими ресурсов, что лежит в основе создания системы мотивации персонала.

4) Уточнение перечня осуществляемых операций и состоящих из них процессов.

5) Формирование единой базы данных с наличием причинно-следственных связей между выполняемыми операциями и количеством потребляемых ими ресурсов, что является основой для рассмотрения альтернативных вариантов управленческих решений.

УДК 33

Н.А. КАЗАРИНА

АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОЦЕНОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

АПИ НГТУ им. Р.Е.Алексеева

С развитием рыночных отношений в российской экономике увеличивается и потребность в оценке бизнеса. В настоящее время, оценка бизнеса - это один из наиболее нужных и актуальных видов оценочной деятельности. Особое место в этом занимает оценка интеллектуального капитала.

В своей профессиональной деятельности любой оценщик обязан руководствоваться российским законодательством, а именно: Федеральным законом от 29.07.1998 г. N 135-ФЗ "Об оценочной деятельности", Федеральным законом от 01.12.2007 г. N 315-ФЗ "О саморегулируемых организациях" и Федеральными стандартами оценки.

В первую очередь необходимо точно определить методы получения, использования, обработки, хранения и защиты информации, касающейся интеллектуальной собственности, так как ее неправомерное использование может нанести моральный и имущественный ущерб.

Важный аспект оценочной деятельности - это введение саморегулирования. Это объясняется публичным характером работы любого оценщика, требованиями по соблюдению стандартов не только работы, но и качества. Саморегулирование и есть действующий механизм, который обеспечивает ответственность профессиональных стандартов. Также механизм саморегулирования призван обеспечить должный уровень оценочной деятельности, не уступающий по своему качеству признанным зарубежным экспертным компаниям. Так же очень важен аспект перехода системы лицензирования в систему саморегулирования.

Необходимо выделить три направления в оценке интеллектуальной собственности — непосредственно контроль над осуществлением данной деятельности; стандартизация деятельности и информатизация, обеспечивающая прозрачность оценочной деятельности.

Недостаток в развитии оценочной деятельности в России является ориентация на зарубежных коллег, но из-за определенной специфики российского бизнеса адаптация требует серьезной подготовки. Так, например, на данный момент не разработано достаточное количество нормативных правовых актов, которые могли бы регулировать порядок отбора оценщика, существуют лишь требования, установленных Федеральным законом N94-ФЗ. В нашей стране одним из главных требований является опыт и обширные познания, но при выполнении оценки ИК, например, необходимо соответствующее образование, непосредственно нацеленное на изучение интеллектуального капитала в области менеджмента и инноваций.

**ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЕТА ИТОГОВОГО
ПОКАЗАТЕЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Экспертной группой, состоящей из представителей министерства промышленности и инноваций Нижегородской области, ОАО «Русполимет», Выксунского металлургического завода, факультета экономики, менеджмента и инноваций НГТУ им. Р.Е. Алексеева и экономического факультета национального исследовательского университета ННГУ им. Н.И. Лобачевского, был проведен анализ по оценке важности представленных в методике показателей инновационной активности и соответственно назначены весовые коэффициенты (в сумме не превышающие единицы).

На основе проведенных исследований были определены средние значения показателей, и рассчитан итоговый показатель инновационной активности по каждому из выбранных предприятий за последние 5 лет в таблице 1.

Таблица 1. Расчет итогового показателя инновационной активности с учетом весовых коэффициентов

№ п/п	Показатели ИА	Весовой коэффициент	Предприятие №1	Предприятие №2	Предприятие №3	Предприятие №4
1	Доля сотрудников занятых в НИР и ОКР	0,20	0,161	0,148	0,226	0,172
2	Уровень освоения новой техники	0,17	0,780	0,533	0,572	0,620
3	Степень освоения новой продукции	0,10	0,267	0,218	0,053	0,007
4	Доля материальных ресурсов для НИР и ОКР	0,08	0,113	0,210	0,093	0,156
5	Степень обеспеченности предприятия интелл. собственностью	0,15	0,699	0,455	7,215	1,324
6	Инновационный потенциал	0,30	0,623	-0,196	0,623	0,665
Итого		1,00	0,492	0,168	1,424	0,551
Ранг			3	4	1	2

Расчет итогового показателя инновационной активности предприятий на основе предложенной методики, показал, что наиболее инновационно активным является предприятие №3. Наибольшее влияние на такой результат оказали показатель обеспеченности предприятия интеллектуальной собственностью, числящейся на его балансе и показатель доля сотрудников занятых НИР и ОКР. Такие показатели, как уровень освоения новой техники; доля материальных ресурсов для НИР и ОКР практически не повлияли на итоговый показатель данного предприятия.

На втором месте по величине итогового показателя инновационной активности - предприятие №4. Наибольшее влияние на этот результат оказали: высокая степень обеспеченности предприятия интеллектуально собственностью и высокий уровень инновационного потенциала.

Третье место в ранжировании по уровню инновационной активности занимает предприятие №1, четвертое место - предприятие №2.

УДК 685.1(075)

С.Д. КАРЛИНА, С.Н. ЯШИН

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ВЕЛИЧИНЕ ИТОГОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ

НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Оценку интегрального показателя инновационной активности металлургических предприятий, для анализа текущего состояния предприятий и выбора соответствующего направления действий и стратегии развития, предлагается производить с использованием таблицы 1.

Таблица 1. Оценка уровня инновационной активности промышленного предприятия по величине итогового показателя инновационной активности

Базовые величины	Характеристика	Выбор стратегии и рекомендации
$0 < K_{ит} \leq 0,2$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предприятие не является инновационно активным. 2. Низкий уровень обеспеченности интеллектуальной собственностью 3. Низкий уровень инновационного потенциала. 	Наращивание инновационного потенциала и приобретение объектов интеллектуальной собственности
$0,2 < K_{ит} \leq 0,5$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предприятие активно развивается в направлении повышения уровня инновационной активности 2. Уровень обеспеченности интеллектуальной собственностью чуть выше низшего 3. Обладает высоким уровнем инновационного потенциала 	Активное приобретение объектов интеллектуальной собственности
$0,5 < K_{ит} \leq 1$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предприятие зарекомендовало себя как инновационно активное 2. Обеспечено интеллектуальной собственностью в достаточной степени 3. Обладает высоким уровнем инновационного потенциала 	Развитие производственных мощностей и реализация новых инновационных проектов
$K_{ит} > 1$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предприятие давно является инновационно активным 2. Высокий уровень обеспеченности интеллектуальной собственностью (продажа патентов и лицензий другим организациям) 3. Обладает высоким уровнем инновационного потенциала 	Удерживание позиций инновационно активного предприятия

Использование данного метода по оценке величины интегрального показателя инновационной активности позволяет дать характеристику металлургических предприятий с точки зрения их инновационной активности и разработать ряд рекомендаций для стимулирования и повышения уровня их инновационной активности. Таким образом, предложенная методика позволяет оценить уровень инновационной активности промышленных предприятий на основе анализа их финансовой отчетности и статистиче-

ской информации, выявить наиболее эффективные направления развития предприятий и обосновать полученные результаты при разработке стратегии инновационного развития.

УДК 519.8

А.С. КАТЕРОВ

ЗАДАЧА БЮДЖЕТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК МНОГОИНДЕКСНАЯ ЗАДАЧА С 1-ВЛОЖЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Рассматривается задача бюджетирования при изготовлении сложных изделий. Дадим постановку задачи бюджетирования.

Предприятие разделено на сектора, в каждом из которых ведется работа над определенными проектами. Каждый из проектов выполняется только одним сектором. Определены такты планирования, в качестве которых могут рассматриваться сутки, месяца, кварталы и т.д. Задан максимально возможный объем финансирования, которое может получить предприятие за период планирования. Известны минимально допустимый объем финансирования каждого из секторов предприятия за период планирования; минимально допустимый объем финансирования каждого из проектов, необходимый для работы над ним течение периода планирования; максимальный объем финансирования, который может быть использован каждым из секторов по каждому из проектов за такт планирования. Определены оценки ожидаемой прибыли от вложения в каждый из проектов единицы объема финансирования. Требуется определить объем финансирования каждого из проектов секторов предприятия по тактам планирования, учитывая ограничения на допустимые объемы финансирования, таким образом, чтобы ожидаемый доход предприятия от выполнения проектов был максимален.

Не нарушая общности, будем считать, что во всех секторах ведется работа над одинаковым количеством проектов. Тогда пусть I – множество секторов предприятия, J – множество номеров проектов, T – множество тактов планирования. Обозначим через A – максимально возможный объем финансирования предприятия; B_i – минимально допустимый объем финансирования сектора i ; C_{ij} – минимально допустимый объем финансирования проекта с номером j , выполняемого сектором i ; D_{ij} – максимальный объем финансирования проекта с номером j , выполняемого сектором i , за такт планирования; p_{ij} – ожидаемая прибыль от вложения единицы объема финансирования в проект с номером j , выполняемый сектором i , $i \in I$, $j \in J$. Тогда задача бюджетирования проектов предприятия заключается в определении таких величин x_{ijt} – объем финансирования выделенный на проект с номером j , выполняемый сектором i , в такт планирования t , $i \in I$, $j \in J$, $t \in T$, для которых выполняются ограничения:

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} x_{ijt} \leq A;$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{t \in T} x_{ijt} \geq B_i, \quad i \in I;$$

$$\sum_{t \in T} x_{ijt} \geq C_{ij}, \quad i \in I, \quad j \in J;$$

$$0 \leq x_{ijt} \leq D_{ij}, \quad i \in I, \quad j \in J, \quad t \in T;$$

и принимает максимальное значение критерий $\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} p_{ij} \sum_{t \in T} x_{ijt}$, характеризующий ожидаемый доход предприятия.

Данная задача представляет собой многоиндексную задачу линейного программирования транспортного типа с 1-вложенной структурой. Предложен метод решения, в основе которого лежит возможность сведения данного класса задач к классу задач поиска потока в сети с древовидной структурой. Рассматриваемый метод разработан в исследованиях, проводимых по данной тематике ранее. Вычислительная сложность решения задачи данным методом составляет $O(n^2)$, где n – количество переменных исходной задачи, причем для данной задачи $n = |I| \cdot |J| \cdot |T|$.

УДК 339.9

М.А. КЛЮЕВА

МЕТОДЫ СТАТИСТИКИ В СФЕРЕ ФИНАНСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ

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

Финансовый контроллинг является одной из ведущих систем, направленной на оценку финансового состояния предприятия и поиск способов повышения эффективности управления и расходования финансовых ресурсов. Следует отметить, что, в настоящее время контроллинг широко применяет различные методы статистики в целях управления предприятием.

Одним из них является корреляционно-регрессионный анализ, основой которого является выявление зависимостей и присвоение им количественных оценок. Для этого в статистике существует определенный способ – вскрытие причинных зависимостей. Данный процесс предполагает выявление таких связей, при которых изменение одного параметра является следствием изменения другого.

Применение контроллингом корреляционного и регрессионного анализов одновременно повышает эффективность и достоверность полученных результатов, т.е. увеличивает процент точности прогноза. Являясь, по сути, смежными разделами математической статистики, эти методы используются в целях определения статистической зависимости как неслучайных, так и случайных величин.

Применение корреляционно-регрессионного анализа на базе использования продуктов Microsoft способствует становлению и укреплению последнего в повседневной жизни управленца. Однако требует значительных усилий для освоения, так как, являясь методом статистики, содержит в себе ряд операций, трудно воспринимаемых обычным пользователем (не профессионалом или специалистом в данной области).

Автор предлагает использовать корреляционно-регрессионный анализ как инструмент контроллинга в сфере финансового управления в некоторой модификации, опираясь на множественную корреляцию. При этом объектом анализа являются финансовые показатели, отражающие деятельность предприятия, т.е. предполагается поиск зависимостей между элементами финансовой структуры.

Регрессионный анализ позволит выявить связи между финансовыми показателями, не имеющими на первый взгляд никаких общих признаков и, по сути, не связанных логическими связями.

Корреляционный анализ даст возможность выявить и оценить зависимость между показателями, не имеющими функциональных связей, но в случае того, если изменение одного элемента, возможно, приведет к изменению математического ожидания другого.

На основе формирования уравнений зависимости и расчета параметров уравнения определяется степень зависимости финансовых показателей как от изменения друг друга, так и изменения какого-либо параметра от ожидаемого значения другого. Полученные результаты подлежат группировке и анализу, в ходе чего возможно формиро-

вание методических рекомендаций по повышению эффективности управления финансовыми потоками предприятия.

Список литературы

1. Гинзбург, А. И.. Статистика: учеб.пособие. – С.Петербург: Питер, 2007. - 128 с.
2. Мелкумов, Я.С. Социально-экономическая статистика. - М.: Инфра-М,2010. - 236 с.
3. Шерстнева, Г.С. Финансовая статистика. Конспект лекций. - М.: Эксмо, 2008.- 160 с.

УДК 330

М.А. КНЯЗЬКИНА, А.С. УЗБЕКОВА

РЕГИОНАЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРАНЫ

НГТУ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

В условиях глобализации и международной конкуренции усиливается необходимость повышения конкурентоспособности страны и ее регионов. Повышение конкурентоспособности является экономическим приоритетом для многих стран, в том числе и для России.

Глобальные изменения в мире, вызванные политическими, экономическими причинами, а также научно-техническим прогрессом требуют новых подходов к социально-экономическому развитию страны в целом и регионов, в частности. Одним из способов эффективной реализации экономического потенциала и стимулирования экономического роста страны является создание конкурентоспособных региональных кластеров.

Развитие экономики регионов по пути кластеризации позволяет увеличить приток капиталов и технологий, прямых инвестиций, которые привносят в регион кроме финансовых средств и новые технологии, и интеллектуальные ресурсы, и управленческие навыки. Правительство России определило кластерный подход в качестве основного инструмента управления региональным развитием.

Стоит отметить, что самостоятельные и независимые представители бизнеса, которые объединяются в кластеры, получают возможность активно реализовать инициативы, позволяющие всем повысить уровень конкурентоспособности и, как следствие, обеспечить рост частной прибыли на долгосрочную перспективу.

Однако на сегодняшний день данная проблема является одной из наиболее сложных для решения в сфере регионального управления, поскольку анализ мировой практики показывает достаточно высокую эффективность развития экономик многих стран на основе применения кластерного подхода в противовес отраслевому. К тому же, этот подход требует детального изучения, прежде всего, с точки зрения адаптации международного опыта к российским условиям.

В этой связи возникает необходимость в исследованиях, направленных на обобщение и анализ зарубежного и отечественного опыта в области идентификации и активизации кластерных процессов в регионе, определения роли кластеров в повышении эффективности региональной экономики, выявления приоритетных направлений формирования региональных кластеров, обоснования эффективной модели кластера на региональном уровне.

АСПЕКТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Переход к рыночной экономике отразился на деятельности многих предприятий. Для успешной работы любой фирмы недостаточно повысить конкурентоспособность производимых изделий, необходимо обеспечить заинтересованность покупателей, быстро поставить на рынок усовершенствованную или новую продукцию.

До 2011 года отечественные конвейеры выпускались под брендом «SpectraSort».

Сегодня ЭкоМеханика открывает ряд профессиональных производителей качественного конвейерного оборудования, которые специализируются на процессах сортировки твердых бытовых отходов. Конвейеры работают на мусоросортировочных станциях в различных областях России, например, во Владимирской, Калужской, Самарской областях.

В современных условиях создаются конвейеры, применяемые на полиграфических комбинатах, при производстве строительных материалов и на других предприятиях, где требуется перемещение сыпучих и штучных грузов.

По состоянию на май 2012 года отечественные конвейеры успешно эксплуатируются более чем в 50 городах России.

Одной из важнейших причин создавшегося тяжелого положения с конвейерным транспортом на предприятиях России является неоправданно высокая стоимость применяемых типовых ленточных конвейеров, обусловленная: высокой стоимостью ленты и роликкоопор и энергоемкость.

При этом большинство российских предприятий, выпускающих ленточные конвейеры, такие как Сызранский завод тяжелого машиностроения, Александровский машиностроительный завод и др. снизили производство ленточных конвейеров в десятки раз, а еще более мощные заводы Украины - фактически прекратили их выпуск и часть из них перешли на производство другой продукции.

По этим причинам многие предприятия (горно-обогатительные, горнодобывающие, металлургические и др.) готовы заказать ООО ИПЦ "КОНВЕЙЕР" конвейеры с подвесной лентой и осуществить техническое переоснащение действующего на этих предприятиях промышленного транспорта - ленточных конвейеров, состояние которых на данный момент отличается катастрофическим.

Ранее рассматривались вопросы организации серийного производства конвейеров с подвесной лентой конструкции. ИПЦ "КОНВЕЙЕР" были рассмотрены и одобрены на Международном семинаре – совещании, проведенном таких городах как Брянск, Губкин специалистов предприятий, занимающихся производством окатышей.

На этом семинаре специалистам из России, Украины, Белоруссии, Казахстана, а также из Болгарии и Греции были продемонстрированы ОАО «Лебединский ГОК» действующие, высокоэффективные и экономичные конвейеры с подвесной лентой, транспортирующие окатыши и крупнокусковую железную руду.

В итоге между ОАО "Лебединский ГОК", ИПЦ "КОНВЕЙЕР" и ООО "Инженерный и экономический центр" было заключено "Генеральное соглашение о совместной деятельности", предусматривающее поэтапную замену всего существующего парка типовых роликовых конвейеров на ОАО "Лебединский ГОК" (в количестве 176 километров) на конвейеры с подвесной лентой. Кроме того, указанным соглашением были закреплены обязательства указанных предприятий об организации в Брянском промышленном регионе совместного (на долевых началах) серийного производства нового

высокоэффективного вида промышленного транспорта - конвейеров с подвесной лентой.

Несмотря на сдерживающие факторы, модернизация конвейерного оборудования набирает сил, и активными участниками этого процесса являются ОАО "Лебединский ГОК", ИПЦ "КОНВЕЙЕР" и ООО "Инженерный и экономический центр".

УДК 623.19

Д.А. КОРНИЛОВ, Е. ВАСИЛЬЕВА

ШАНХАЙСКИЙ РЕЙТИНГ ЛУЧШИХ ВУЗОВ МИРА: ARWU

НГТУ

За последнее десятилетие при оценке рейтинга вузов важную роль играет Шанхайский рейтинг лучших вузов мира: ARWU. Он составляется Институтом высшего образования шанхайского университета Цзяо Тун и включает в себя 500 лучших вузов мира, полагаясь на ряд параметров.

Профессор Нянь Цай Лю для университетской среды фигура во многом знаковая. Химик по первому образованию, обладатель докторской степени Университета Куинс (Канада), он в 1999 году переключился на образовательные исследования, собрав в Шанхайском университете Цзяо Тун небольшую команду коллег и студентов. Всего через четыре года на их сайте в интернете впервые был опубликован Академический рейтинг мировых университетов (ARWU), получивший неофициальное название «Шанхайского рейтинга». Примечательно, что это исследование сразу привлекло внимание за пределами Китая. Доходило до забавного, один из руководителей Университета Цзяо Тун, по словам профессора Лю, впервые узнал о существовании рейтинга от своего немецкого коллеги.[1] Начиная с 2003 года каждый год Шанхайским Университетом публикуется рейтинг ARWU.

Чтобы определить рейтинг ВУЗов, специалисты Шанхайского Университета используют следующие критерии:

1. Научные публикации, куда входят
 - Число статей, опубликованных в Nature или Science со значимостью критерия 20%
 - Число часто цитируемых публикаций (показатель цитируемости SCIE) со значимостью 20%
2. Качество преподавательского состава, а именно
 - Число преподавателей, обладающих Нобелевскими или Филдсовскими премиями (значимость критерия 20%)
 - Число часто цитируемых в научных изданиях публикаций (значимость критерия 20%)
3. Качество обучения. Здесь подразумевается количество выпускников, получивших Нобелевскую или Филдсовскую премию. Значимость этого критерия меньше и составляет 10%.
4. Академическая производительность - соотношение пяти вышеизложенных показателей к численности персонала вуза (значимость критерия 10%).

Вузы в основном «Шанхайском рейтинге» оцениваются по шести индикаторам, каждый из которых имеет свой вес и характеризует качество образования, качество профессорско-преподавательского состава, результаты исследований и научную «производительность» вуза в среднем на одного преподавателя. Данные берутся из открытых, не зависящих от составителей рейтинга источников. [1]

Работа над совершенствованием методологии «Шанхайского рейтинга» продолжается. По словам профессора Лю, к числу индикаторов могут быть добавлены такие

показатели, как наличие среди выпускников топ-менеджеров ведущих компаний, а среди профессоров — обладателей главных научных наград в отдельных областях. Кроме того, возможна публикация рейтингов региональных и специализированных вузов. Впрочем, с этим связана одна методологическая проблема — трудно воспринимать, например, Массачусетский технологический институт или Georgia Tech «специализированными» вузами только потому, что они являются мировыми лидерами в сфере инженерной подготовки. [1]

Список литературы

[1] - <http://www.hse.ru/news/recent/63943243.html>

[2] - <http://www.education-medelle.com/articles/schankhajsij-rejting-luchschikh-vuzov-mira-arwu.html>

УДК 623.19

Д.А. КОРНИЛОВ

БРОКЕРСКИЕ УСЛУГИ НА РЫНКЕ АВТОКРЕДИТОВАНИЯ

НГТУ

В условиях динамично развивающегося рынка сферы услуг становится трудно уследить за всеми тенденциями и направлениями деятельности современных финансовых институтов. В настоящее время на рынке автокредитования функционирует значительное количество кредитных организаций, у каждой из которых существует свой кредитный продукт, обладающий индивидуальными особенностями. Если учесть динамику и ритм жизни, то потребитель сталкивается с недостатком времени, профессиональных знаний и других необходимых ресурсов для заключения грамотной и выгодной сделки в области автострахования и автокредитования. С целью предотвращения данных недостатков на рынке услуг и появились брокеры, чьей основной задачей стало умение разбираться во всех тонкостях и особенностях кредитных и страховых продуктов, что в совокупности позволяет им предлагать клиентам наиболее оптимальный вариант приобретения автомобиля.

Современный рынок автокредитования предлагает различные кредитные программы. Ставки по этим кредитам – одни из самых низких, а процедура оформления одна из самых простых (получить в банке наличные деньги или оформить ипотеку гораздо сложнее). Объясняется это тем, что автокредиты защищены самим наличием автомобиля в качестве залога (в отличие от потребительского кредита) и не требуют крупных денежных ресурсов, как ипотека.

На российский рынок внедряются новые схемы автокредитования. Например, программы сотрудничества автопроизводителя и банка. Они уже действуют и приносят свои динамично положительные результаты. Так же существует программа «Свой банк» – особые условия получения автокредита для тех, кто уже пользуется услугами определенного банка и, соответственно, вызывает у банка доверие. Взяв предложенный банком кредитный лимит (то есть, получив его на свой кредитный счет), заемщик оформляет покупку у автодилера.

Весьма перспективно направление интернет-банкинга – оформление автокредита через интернет. Это очень удобно, во-первых, существенно снижаются расходы банка, во-вторых, клиент экономит время, получая деньги на счет после отправки заявки на автокредит через сайт банка (конечно, при получении положительного решения).

При выборе программы автокредитования, помимо банковской ставки, необходимо обратить внимание на условия досрочного погашения - банки устанавливают мораторий (срок, в течение которого запрещается полное погашение кредита). Однако на

сегодняшний день многие банки упростили эту процедуру, сняв мораторий на досрочное погашение либо сократив его срок до 3-6 месяцев, а также полностью отменив или снизив штрафные санкции за частичное или полное досрочное погашение кредита (в среднем размер штрафа составляет 0,5% - 2% от остатка задолженности по кредиту).

Также необходимо обратить внимание на взимаемые банком комиссии:

- единовременные комиссии за открытие и ведение ссудного счета - от 2 тысяч рублей до 2% от суммы кредита);
- ежемесячные комиссии за ведение ссудного счета - от 0,2% до 0,6% от суммы кредита (причем данная комиссия считается от полной суммы кредита, а не от остатка);
- комиссии за перевод средств на счет автосалона – до 1% от полной суммы кредита.

УДК 339.9

О.В. КУДРЯШОВА, И.Б. ГУСЕВА

КОРПОРАТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СФЕРЕ НИОКР С УЧАСТИЕМ СИСТЕМ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА И РИСК-КОНТРОЛЛИНГА

Арзамасский филиал Нижегородского государственного технического университета
им. Р.Е. Алексева

Исследование особенностей функционирования современных российских предпринимательских структур свидетельствует об актуальности построения комплексной системы управления рисками с использованием достижений риск-менеджмента и риск-контроллинга. Причем риск-менеджмент в корпоративной системе управления рисками отвечает за постановку целей, планирование и организацию мероприятий, направленных на минимизацию портфеля рисков НИОКР, мотивацию и контроль. В свою очередь, риск-контроллинг, как составляющая корпоративной системы, направлен на анализ, методическое и информационное обеспечение управления рисками в сфере НИОКР, а также на выработку рекомендаций по минимизации портфеля рисков НИОКР.

С целью внедрения действующей системы управления рисками в сфере НИОКР, представляющей собой систематический процесс выявления, оценки и регулирования рисков, направленной на повышение надежности, достижения запланированных результатов, содействие устойчивому развитию и росту эффективности распределения ресурсов, автор предлагает реализацию следующих мероприятий:

1. Организация и разработка общей политики управления рисками в сфере НИОКР (формирование культуры и выработка общей концепции управления рисками в сфере НИОКР с участием системы риск-менеджмента и риск-контроллинга, выбор и обоснование организационной структуры управления рисками НИОКР, разработка внутрифирменной документации по управлению рисками проекта).

2. Идентификация рисков НИОКР (разработка программ по сбору информации и диагностике рисков НИОКР, выявление рисков, присущих отдельным стадиям НИОКР).

3. Оценка рисков НИОКР и результатов их воздействия на деятельность предприятия (оценка рисков на отдельных стадиях проекта и расставление их значимости, определение степени устойчивости проекта НИОКР к рискам, формирование карты рисков по отдельным проектам).

4. Разработка методики управления рисками НИОКР для конкретного проекта (определение способов разрешения и инструментов снижения рисков для конкретных стадий НИОКР, подготовка программы по управлению рисками с выделением эта-

пов, инструментов, сроков, ответственных и т.д., апробация предложенной программы и ее корректировка).

5. Формирование системы мониторинга и контроля управления рисками НИОКР (проведение мониторинга и контроля управления рисками НИОКР согласно принятого методического обеспечения, распределение функций между системами риск-менеджмента и риск-контроллинга на этапе мониторинга и контроля в сфере НИОКР).

6. Выработка рекомендаций в сфере управления рисками НИОКР.

Следует учитывать, что в практической деятельности применение данной системы не может дать одномоментного результата. Необходимо пройти несколько раз цикл управления рисками на отдельных стадиях НИОКР - от их выявления до разработки конкретных мер противодействия. Убедившись, что количество рисков сократилось, а оставшиеся носят толерантный характер, можно говорить, что корпоративная система управления рисками в сфере НИОКР действует эффективно.

УДК 338

С.М. БРЫКАЛОВ, Л.В. ГУРЕЕВА, М.В. КУЗНЕЦОВА, А.В. ЧИСТЯКОВА

МЕТОДОЛОГИЯ ДИАГНОСТИКИ УРОВНЯ БЮРОКРАТИЗАЦИИ И ВЫРАБОТКИ МЕР ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

ОАО «ОКБМ Африкантов»

В 2012 г. ОАО «ОКБМ Африкантов» была проведена работа по снижению избыточного администрирования и регламентирования процессов межорганизационного и межфункционального взаимодействия ОАО «Атомэнергомаш» и его дочерних зависимых обществ.

Основными этапами выполнения работ являлись следующие:

- 1) определение целей и задач работы;
- 2) проведение диагностики и определение структуры документооборота путем прямого анализа данных канцелярии с целью выделения документации, адресованной к исполнению (приказы, распоряжения, отчетность, запросы и др.);
- 3) разработка опросных анкет по проблемным видам и зонам взаимодействия;
- 4) проведение анкетирования (24 предприятия);
- 5) обработка результатов, анализ и систематизация на базе разработанной методологии;
- 6) подготовка предложений по сокращению отчетности и повышению эффективности взаимодействия и обсуждение на Комитете по управлению изменениями;
- 7) оценка потенциального экономического эффекта;
- 8) формирование графика внедрения.

Основная цель работы - повышение эффективности взаимодействия с ОАО «Атомэнергомаш» по созданию добавленной стоимости через сокращение сроков принятия решений, ограничение перечня приоритетных показателей, важных для функций управления, персонафикацию ответственности.

В материалах доклада представлены:

- 1) результаты прямого выборочного опроса ключевых функциональных руководителей и топ-менеджмента 24 предприятий, входящих в контур машиностроительного дивизиона ОАО «Атомэнергомаш» Госкорпорации «Росатом»;
- 2) методология диагностики уровня бюрократизации, включая:

- однофакторное ранжирование по видам взаимодействия и проблем, которое осуществляется по абсолютному числу голосов и доле (в %) от общего числа проголосовавших.

- построение профилей видов взаимодействия (в зависимости от проблем) с определением критичных областей, требующих принятия решений и внесения корректировок.

3) методология оценки экономического эффекта от внедрения предложенных мероприятий по сокращению отчетности и повышению эффективности взаимодействия.

4) основные итоги работ по снижению избыточного администрирования и регламентирования процессов межорганизационного и межфункционального взаимодействия ОАО «Атомэнергомаш» и его дочерних зависимых обществ.

УДК 338

М.В. КУЗНЕЦОВА, С.М. БРЫКАЛОВ, Л.В. ГУРЕЕВА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ
МЕХАНИЗМОВ И АЛГОРИТМОВ РЕАЛИЗАЦИИ, МОНИТОРИНГА
И АКТУАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ НА ПРИМЕРЕ
ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ»**

ОАО «ОКБМ Африкантов»

Ключевую роль в решении стратегических задач организации играет стратегическое планирование, под которым понимается процесс разработки и поддержания стратегического равновесия между целями и возможностями организации в изменяющихся рыночных условиях. Стратегическое планирование – основа для управления организацией и средство обеспечения скоординированного и сбалансированного развития в условиях широкой диверсификации и жесткой конкуренции.

В связи с тем, что атомная отрасль и Россия в целом переживают сложный процесс реформирования, сопровождающийся глубинными изменениями в политической, экономической, социальной и других сферах, для каждого предприятия должна быть сформулирована собственная стратегия развития с целью стабильного и динамичного развития компании, понимания целей и задач, ее места на рынке. При этом должны быть определены методы, позволяющие достигнуть запланированного в «Стратегии развития» целевого позиционирования.

Зарубежная практика накопила значительный опыт стратегического планирования, однако, в экономической литературе в большей степени содержится информация о реализации стратегического плана, процессах его разработки, системы планирования в целом и в меньшей степени о методических вопросах, особенно в части актуализации стратегии.

Актуализация Стратегии развития – учет пройденного за прошедший период пути, приведение стратегии в состояние, соответствующее современным условиям и происходящим изменениям. В экономической литературе понятие «актуализация стратегии» не встречается, а лишь подразумевается на этапе «реализации» или «контроля».

В ОАО «ОКБМ Африкантов» накоплен значительный опыт стратегического менеджмента, в том числе по разработке, реализации, мониторингу и актуализации Стратегии развития (~ 15 лет).

Цель актуализации Стратегии развития предприятия - это «сверка курса». При этом в рамках ежегодного анализа выполняемых проектов, программ и мероприятий реализуются корректировки ближнесрочных целей, показателей и индикаторов, нося-

щих оперативный характер, при сохранении общего курса и целей. Тем самым накапливается база качественных и количественных данных о масштабе возникающих проблем, успехах или неудачах при их решении, темпах продвижения к достижению целей верхнего уровня.

В докладе представлены основные теоретические подходы и практические рекомендации, направленные на прикладное использование сформированных механизмов и алгоритмов при реализации, мониторинге и актуализации «Стратегии развития ОАО «ОКБМ Африкантов».

УДК 330

Е.А. ЛАГУНОВ, Н.К. ОЖЕРЕЛЬЕВА

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы отечественная холодильная промышленности находится не в лучшем состоянии, так как около 90% отечественного холодильного оборудования требует срочной замены. Это связано с прекращением производства и ввоза на территорию РФ фреона R- 12. Другая причина кроется в отсутствии передовых технологий производства современной холодильной техники на основе альтернативных озононеразрушающих хладагентов.

В области холодильных систем и систем кондиционирования воздуха имеется обширное поле деятельности для внедрения инноваций. Основные направления по которым активно идет развитие это: экологическая безопасность, альтернативные фреоны, энергосберегающие системы, технические инновации. В большинстве случаев компании, ведущие инновационную деятельность в области холодильной техники это ступенчатые инноваторы. Для них инновации не являются стержневым компонентом стратегии. Они ведут НИОКР силами собственных подразделений и усиливают инновационные разработки в тех случаях, когда рынок диктует свои условия. Однако по некоторым видам холодильного оборудования российский рынок завоеван зарубежными компаниями необратимо. Это относится, например, к бытовым и автономным кондиционерам. Особое место в развитии отрасли должны занять экономичные аммиачные холодильные машины нового поколения. Это автоматизированные, безопасные в эксплуатации машины с малой заправкой аммиака на базе преимущественно винтовых компрессоров.

В настоящее время наиболее распространенные представители инновационных моделей в сегменте среднетемпературного компрессорного оборудования являются: герметичный поршневой компрессор MT40 производства фирмы Maneurop (Danfoss), герметичный поршневой компрессор MTZ40 производства фирмы Maneurop (Danfoss), герметичный поршневой компрессор TFH4540Z производства фирмы Tecumseh (L Unite Hermetique), полугерметичный, бессальниковый поршневой компрессор 2EC-3.2Y производства фирмы Bitzer (Bitzer Gmbh), полугерметичный, бессальниковый поршневой компрессор D2DC-50X производства фирмы Copeland (DWM Copeland Gmbh). Среди данных моделей не рассматривается ни один представитель отечественного производства, поскольку российский производитель не может пока серийно выпустить конкурентную марку в сравнении с импортными аналогами.

В качестве ближайшей перспективы развития российских производителей холодильного оборудования отмечают: расширение производства оборудования типораз-

мерного ряда, вынос сборочных предприятий в районы с дешевой рабочей силой и в оффшорные зоны.

Несмотря на узкие места, проблемы и сдерживающие факторы в России есть поле деятельности для инноваций в области холодильного машиностроения и кондиционирования воздуха.

УДК 330

Д.В. МАЛЬКОВ, К.И. КОЛЕСОВ

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Экспертная система представляет собой набор специальных компьютерных программ, базирующихся на системном аккумулировании, обобщении и анализе знаний специалистов-экспертов для использования их в процессе решения различных задач. Экспертная система в лучшем виде должна объединять все подразделения и отделы предприятия. Должна работать в режиме одновременного пользования, содержать и обрабатывать информацию, касающуюся как самой производственной деятельности, так и управленческой и маркетинговой деятельности.

В общем виде экспертная система содержит следующие компоненты: базу данных, механизм выработки решений и пользовательский интерфейс.

База данных – это сердце и основание экспертных систем предприятия. Именно в ней должен храниться весь объем необходимой информации, четко разграниченной по направленности, содержанию, периодичности, необходимости использования различными подразделениями предприятия и так далее. Именно информация из базы данных становится основой принятия решений.

Механизм выработки решений - главная компонента экспертной системы предприятия. Это комплекс средств, определяющих порядок их интерпретации и использования. В процессе работы механизм выработки решений определяет все условия, способные повлиять на конечный результат. Механизм предполагает наличие определенных связей между отдельными блоками информации, он должен быть подтвержден хорошо разработанным программным обеспечением, отвечающим основным требованиям, предъявляемым к экспертной системе. Благодаря непрерывности и синхронности поступающей в базу данных информации, становится возможным накапливать, группировать, увязывать и систематизировать поступающие данные. На их основе можно получать устойчивые статистические коэффициенты и вытекающие из них временные тренды. По трендам строятся средне- и долгосрочные прогнозы. В результате достигается увязка текущих расчетов, прогнозирования и оперативных текущих плановых заданий.

Пользовательский интерфейс представляет собой программный комплекс, призванный обеспечить простое и удобное взаимодействие между экспертной системой и конечным пользователем. Он должен быть доступен и прост в использовании для каждого, так как предполагается, что в системе одновременно будет работать большое количество пользователей: от простых рабочих цехов до высших управленцев.

Экспертная система выгодна в использовании, как с работой касающейся внутренней информации фирмы, так и внешней. Сейчас на многих предприятиях в каждом отделе (кадрах, бухгалтерии, плановом, отделе, финансовой службе и так далее) имеются свои базы данных. Каждая из них на 90% дублирует остальные и лишь на 10% содержат информацию необходимую для данной конкретной службы. Поэтому рекомендуется использовать единую базу данных. Более того, при достаточно умном подходе

99% информации в ней должны быть полезны всем и только один процент, определяющий входные и выходные формы, какой-то конкретной службе.

Например, информация по зарплате должна поступать:

- В отдел кадров для отчета по средней зарплате;
- В бухгалтерию для занесения в карточку учета затрат на производство, а также в карточку учета для расчетного отдела, и в кассу;
- В плановый отдел для расчета прибыли и отнесения зарплаты на себестоимость производства.

Использование единой базы данных рационализирует деятельность предприятия, так как освобождает от рутинной бумажной работы на предприятии, особенно если это промышленное производственное предприятие, обеспечивает быстрое поступление необходимой информации в отделы и цеха. Благодаря наличию базы данных маркетинговые службы постоянно находятся в курсе движения материалов во времени и пространстве по каждому поставщику, заказу, товарному ассортименту, объему. На каждое изменение в хозяйственной обстановке служба маркетинга может мгновенно реагировать: аннулировать заявки и контракты на ресурсы, которые не могут быть использованы в ближайшей перспективе, заменить один вид сырья на другой, изыскивать внутренние и внешние возможности в удовлетворении потребностей производства.

Для успешной работы экспертной системы на предприятии необходимо:

1. Определить необходимую информацию с целью избежания “захламления” системы, т.е. обеспечить релевантность данных.
2. Обеспечить ввод и своевременное пополнение информации, прежде всего это касается внешней информации, поскольку внутренняя работает в непрерывном режиме. Это обеспечит актуальность информации, что особенно важно для изучения конкурентов и клиентов.
3. Обеспечить накопление, хранение, обработку и анализ получаемой информации.
4. Обеспечить максимальную доступность – каждый человек может получить доступ к информационно-технологическим ресурсам в любое время из любого места. Любой информационный объект должен быть доступен одновременно многим.
5. Обеспечить защиту данных от несанкционированного доступа, особенно это касается внутрифирменных секретов и конфиденциальной информации о частных лицах.
6. Определить приоритетность доступа конкретного пользователя к определенному разделу информации.
7. Обеспечить сохранность данных в случае непредвиденных сбоев программы.

Сейчас предприятия могут построить свою экспертную систему либо на основе уже существующих экспертных систем и баз данных, либо разработать собственную, что позволяет ее адаптировать к потребностям, задачам и целям работы конкретного предприятия.

УДК 339.13

Е.С. ЛЕЩЕНКО, Р.Ш. МАНСУРОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В ЭКОНОМИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Технология нейронной сети относится к сфере искусственного интеллекта, а свое название она получила потому, что многие задачи выполняет приблизительно так

же, как это делает человек. К таким задачам относятся: классификация объектов, деление схожих предметов на группы (кластеризация), ассоциация двух и более вещей (ассоциативная память), предсказание результатов на базе примеров (моделирование), прогнозирование (анализ временных рядов) и, наконец, совмещение нескольких целей для получения приемлемых решений.

В основе нейронной сети лежат механизмы выявления зависимостей в массивах данных. Данный подход направлен на разработку моделей: он не требует априорного определения причинной структуры. В нейронных сетях обучение строится на примерах. В них используются большие разрозненные массивы данных, а на выходе получают качественные гипотезы, основанные на накопленных знаниях. Это эвристический процесс. Пользователь задает тип зависимости, а затем «интеллектуальный агент» начинает поиск данной зависимости в массиве данных. Нейронные сети называют интеллектуальными, так как они обучаются на примерах, а также обладают структурной способностью к обобщению и запоминанию.

В современных условиях хозяйствования нейронные сети применяются главным образом в микромаркетинге. В качестве иллюстрации можно привести сеть розничных магазинов, которая часто проводит анализ «покупательской корзины» и выявляет взаимосвязи между товарами. На основании полученной информации делаются выводы о близости тех или иных товаров и выдаются рекомендации по наиболее эффективному стимулированию сбыта.

Технология нейронной сети применяется также в микросегментировании и управлении рисками, особенно в сфере индивидуального кредитования и страхования.

Другая популярная сфера применения нейронных сетей – выявление мошенничества при использовании кредитных карт. Идея чрезвычайно проста. Люди склонны совершать покупки определенным образом. Как правило, они тратят определенные суммы денег, приобретают определенные товары, а новинки покупает весьма точно прогнозируемая часть населения. Нейронная сеть строится с расчетом на то, чтобы выявлять поведение, не укладывающееся в общие рамки. Экспертная система ежедневно анализирует миллионы совершаемых по всему миру транзакций, используя 30 – 50 параметров и выявляя операции, которые могут оказаться мошенническими. Несколько раз в день система рассылает соответствующие уведомления в банки-эмитенты. Банк сам решает, связываться ли с потенциальным нарушителем или нет.

К примеру, одним из наиболее вероятных признаков мошенничества является следующее: кредитная карточка используется для оплаты на автозаправочной станции, а сразу после этого с ее помощью совершается ряд покупок дорогостоящей бытовой техники. Нейронная сеть принимает такое «совпадение» за признак мошенничества: весьма вероятно, что на АЗС карта была украдена и сразу же, пока владелец не успел заблокировать счет, использована для совершения покупок.

С повсеместным применением микрокомпьютеров, мобильных телефонов и Интернета сфера информационных технологий претерпевает стремительные изменения. Информационные технологии действительно могут повысить эффективность маркетинг-менеджмента, так как позволяют организациям создавать более тесные (и более прибыльные) отношения с потребителями, лучше изучать их потребности и быстрее реагировать на их ожидания.

УДК 330

Р.Ш. МАНСУРОВ, Е.С. ЛЕЩЕНКО

ВЛИЯНИЕ ПЕРЫВИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ НА СТРАТЕГИЮ РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ

На технологическом фронте параллельно с глобализацией наблюдается сближение рынков (конвергенция), подталкиваемое появлением разрушительных технологических инноваций, которые нарушают привычные границы традиционных рынков и меняют традиционное определение индустрии.

Под прерывистыми инновациями мы подразумеваем новый способ конкуренции, который одновременно и отличается, и противоречит традиционному способу, которым пользуются признанные лидеры. В качестве примера в данном случае можно привести через Интернет банковские операции; дешевые авиалинии; продажа книг на дому; интернет-телефония Skype и т.д. В результате признанные лидеры в различных отраслях были вынуждены задать себе один и тот же вопрос: «Должны ли мы реагировать на эти разрушительные инновации, учитывая, что это может нанести урон нашему основному бизнесу?».

Термин «прерывистая технология» относится не просто к новым хитроумным технологиям, а к тем, которые подрывают основы существующих технологий и этим осложняют жизнь множеству компаний, зависящих от существующих порядка вещей. Как это всегда бывает с прерывистой технологией, участники рынка, которым она угрожает, разделились на тех, кто пытается заблокировать новую технологию в надежде на то, что она сойдет на нет, и на тех, кто пытается овладеть ею, даже при условии того, что она подрывает основы их нынешнего бизнеса.

Конвергенция побуждает компании определять свой базовый рынок не в технологиях и товарах, поскольку технологии быстро меняются, а базовые потребности остаются неизменными. В результате многие фирмы склонны считать себя фирмами, предоставляющими услуги, где физический товар является вторичным, а миссия компании заключается в том, чтобы предложить клиенту решение проблемы, а не просто товар.

Быстрое развитие технологии оказывает большое влияние на стратегии инноваций. Нередко проводится различие между инновациями, требуемыми рынком, и инновациями, предлагаемыми технологией или фирмой, т.е. теми, которые являются результатом исследований, творчества и технологических возможностей.

В случае инноваций, притягиваемых рынком, потребности четко выражены и сформулированы. Задача заключается в том, чтобы выявить желание и удовлетворить его. В случае инноваций, проталкиваемых технологией или фирмой, предложение товаров и услуг опережает выраженные потребности рынка. Благодаря прерывистым инновациям рынки не имеют четко определенных границ, потребности не сформулированы, конкурентная ситуация неясна, а сами инновации нередко нарушают существующие на рынке привычки. Таким образом, главный вопрос здесь стоит так: узнать, существует ли на рынке потребность в инновации, предлагаемой компанией.

В индустриально развитых странах наблюдается ситуация, когда инновации на рынок проталкиваются технологией или фирмой. Именно благодаря этому возникают возможности роста.

Особенности высокотехнологичных отраслей индустрии влияют на процесс разработки нового товара, прежде всего на скорость и гибкость процесса, тесное взаимодействие с покупателями и систематический мониторинг технологической ситуации.

УДК 338.1

А.Н. НИКОНОВ, С.Н. МИТЯКОВ, Д.Н. ЛАПАЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ

Россия располагает значительными запасами энергетических ресурсов и мощным топливно-энергетическим комплексом, который является базой развития экономики. Энергетический сектор обеспечивает жизнедеятельность всех отраслей национального хозяйства. Эффективное его использование создает необходимые предпосылки для вывода экономики страны на путь устойчивого развития, обеспечивающего рост благосостояния и повышение уровня жизни населения.

В структуре потребления электрической энергии более 65 процентов всего объема приходится на 5 субъектов Российской Федерации, входящих в Приволжский федеральный округ, - Пермский край, Республику Татарстан, Республику Башкортостан, Самарскую и Нижегородскую области.

Анализ сложившейся ситуации в топливно-энергетическом комплексе свидетельствует, что существует ряд проблем в данной сфере.

Так, например, к основным проблемам электроэнергетики в Приволжском федеральном округе относятся: физический износ гидротехнических сооружений и оборудования гидроэлектростанций; ограничение выдачи мощности от крупнейших объектов генерации ПФО (Саратовская ГЭС, Балаковская АЭС); высокая доля газа в топливном балансе тепловых электростанций ПФО; проблемы распределенных сетей напряжением 110 кВ и ниже и др.

Указанные факторы, сдерживающие развитие ТЭК, являются одновременно источником угроз энергетической безопасности России. Можно сказать, что на данный момент не выработано единое понимание самого понятия энергетической безопасности. Рассматриваются понятия экономической энергобезопасности - это состояние защищенности страны, ее граждан, общества, экономики от угроз надежному топливно- и энергообеспечению, и техногенная энергобезопасность - состояние защищенности населения, технических систем и окружающей среды от техногенных аварий и катастроф, обуславливающих возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

В виду того, что исследуемый вопрос является актуальным и крайне важным для ПФО в частности и страны в целом, были разработаны такие документы как: «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года», «Стратегия развития Нижегородской области до 2020 года, утвержденная постановлением Правительства», «Программа развития электроэнергетики Нижегородской области на 2012-2016 годы» и др.

Для эффективного использования топливно-энергетического комплекса, а так же его развития и обеспечения энергетической безопасности, необходима разработка методических аспектов анализа параметров энергетической безопасности регионов.

УДК 330

Е.Д. ОВЧИННИКОВА, Е.Ж. УЗЛАНОВА, К.И. КОЛЕСОВ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА MS PROJECT И SPIDER PROJECT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

MS Project и Spider - программные продукты, предназначенные для управления проектами. Во многом они схожи, но имеют ряд значительных отличий, что может повлиять на выбор наиболее предпочтительной программы для компании.

Данная статья посвящена сравнительной характеристике этих продуктов. Ознакомившись с этими программами, мы смогли выявить критерии, которые являются наиболее важными для большинства компаний, использующие данный вид продукта.

Несмотря на то, что обе программы направлены на выполнение одной и той же задачи, они имеют ряд качественных отличий.

Эргономичность и необходимость обучения в MS Project - низкая, так как продукт интуитивно понятен пользователю в отличие от Spider, где без специального обучения работа с программой невозможна. Следовательно, возникает необходимость дополнительного обучения персонала, что влечет за собой трудовые, временные и стоимостные затраты. Что касается интеграции с другими программными продуктами от Microsoft, то в случае работы со Spider такая функция не предусмотрена.

В MS Project не предусмотрена возможность наличия более чем одной связи между работами, что может являться, как и сильной стороной, так и слабой стороной данного продукта. Это связано с тем, что мы можем создавать только простые цепочки действий, что исключает запутанность в плане выполнения работ, в то время как в Spider мы имеем возможность создавать более сложные цепочки, используя несколько связей между работами.

Также, некоторые виды затрат и ресурсов мы можем более детально рассмотреть в MS Project, в то время как в Spider эта возможность распространяется только на планирование затрат. Spider Project имеет преимущество перед MS Project в плане автоматического сдвига проектов при недостатке ресурсов. Spider является лучшим в классе эвристика по выравниванию.

В плане отслеживания и управления проектом, эти программы лишены возможности:

- редактировать проект совместно несколькими пользователями;
- разграничения доступа к блокам работ;
- нескольким пользователям одновременно заполнять колонки по задачам;

А также формы для запроса данных у удаленных пользователей различны. Но в MS Project существуют плюсы, такие как:

- наличие единого сервера управления проектами;
- работа на основе промышленной СУБД (SQL Server);
- Web-доступ к проектной информации;
- Web-анализ состояния ресурсов;
- поддержка интеграции через XML с 1C, SAP и т.п.

В ходе анализа мы пришли к выводу, что продукт MS Project более эффективен и менее затратен на начальном этапе проектирования без углубленного изучения, в то время как Spider является более профессиональной платформой.

УДК 330

Е.Д. ОВЧИННИКОВА, Е.Ж. УЗЛАНОВА, К.И. КОЛЕСОВ

«ФИЗИКА БУДУЩЕГО» В НАСТОЯЩЕМ

Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексева

Нам довелось побывать на лекции американского ученого, специалиста в области теоретической физики Митио Каку. Она была посвящена его книгам «Физика невозможного» и «Физика будущего: как наука изменит повседневную жизнь к 2100 году». Речь была о новых возможностях для бизнеса и общества, которые возникают при общем научно-техническом прогрессе.

В данной статье мы хотим обсудить тему вмешательства ИТ в нашу жизнь. В последнее время информационные технологии крайне тесно связаны с нашей повседневностью, и эта связь крепчает с каждым днем.

Мы с каждым днем приближаемся к той ситуации, которая была описана в работах Митио Каку, заключающихся в полной интеграции информационных технологий в нашу жизнь. Одним из первых доступных обывателю примеров данной интеграции является проект Google Glass, иначе говоря, очки дополненной реальности. Это прикрепляемый к голове дисплей с возможностью выхода в интернет, который, если верить рекламе, станет революционным новшеством в компьютерной индустрии и перевернет мир, но мы не можем с полной уверенностью утверждать, что это будет к лучшему.

Владелец Google Glass может записывать свои разговоры, и то, что его окружает, автоматически делать фото каждые 10 секунд, и отправлять записи в облако. Управлять очками можно как с помощью голосового управления, так и с помощью нажатия на дужку, которая одновременно является тачпадом. Прототип может подключаться к интернету с помощью Wi-Fi или с помощью Bluetooth и смартфона. Следующие версии, по всей видимости, будут содержать также антенну мобильной связи. А так же существует множество других разработок, но пока недоступных «простым смертным».

Познакомившись с данным продуктом, мы можем предложить альтернативу, которую замену Google Glass, это контактные линзы, с функциями дополненной реальности. Они не могут предложить всего того функционала, который есть у Google Glass, но они более удобны в использовании и не смущают в движении.

Также в обозримом будущем мы можем представить «умный дом». Его основной целью будет являться поддержание жизнедеятельности человека на высшем уровне. Такие вещи как ванная комната, холодильник будут следить непосредственно за здоровьем человека, сообщая полученные результаты в форме некоторого отчета его лечащему врачу, в то время как зеркало и платяной шкаф будут контролировать его внешний вид, вплоть до подбора одежды, макияжа и так далее.

Но несмотря на все положительные стороны развития ИТ, следует отдавать себе отчет в том, что это, во-первых, мы добровольно разглашаем сведения о своей личной жизни, вплоть до того, что мы едим; во-вторых, понижается уровень грамотности населения, и, в-третьих, самый главный недостаток, люди начинают отдаляться друг от друга, происходит уменьшение вербального контакта.

Исходя из вышесказанного, не стоит забывать, что у любой «медали» есть обратная сторона.

УДК 330

С.В. ОКУНЕВА, К.И. КОЛЕСОВ

ИННОВАЦИИ КАК СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Социально-экономическое явление это феномен современного развития общественных отношений, система жизнедеятельности. Элементами этой системы являются взаимодействие и взаимосвязь между социальными и экономическими институтами. Поэтому социально-экономическое явление обладает системными качествами.

Также социально-экономическое явление можно характеризовать как результат совместной экономической деятельности людей. Инновации относятся к такой деятельности и включают в себя технологические, социальные, организационные, маркетинговые процессы.

В настоящее время инновации являются активным звеном всех сфер жизнедеятельности общества. Невозможно представить современный мир без как уже существующих инноваций, так и без будущих, способствующих дальнейшему развитию. Большинство ученых считают, что инновации превратились в основную движущую си-

лу экономического и социального развития. Инновационная деятельность позволяет мировому сообществу прийти к новой, более высокой ступени развития.

Инновации выполняют многочисленные функции в развитии экономики и общества. Весь их спектр охватить довольно сложно, поэтому выделяют только основные.

Инновации способствуют:

- экономическому росту, конкурентоспособности и занятости населения страны.
- созданию новых отраслей экономики;
- интеграции общества, т.к. инновации применяются в многочисленных областях жизнедеятельности общества;
- получению коммерческой выгоды. С помощью инноваций физические или юридические лица имеют возможность получать более высокую прибыль посредством создания продукции более высокого качества, уменьшения затраченного времени на выполнение бизнес-процессов, снижения себестоимости производства, увеличения объемов выпуска продукции в единицу времени и т.д.;
- росту количества квалифицированных кадров, т.к., для работы на новом (инновационном) оборудовании необходимо пройти курс повышения квалификации.
- удовлетворению потребностей человека. Практическая каждая инновация, в той или иной степени способствует удовлетворению потребностей человека.

Термин «социальные инновации» в настоящее время является самым востребованным трендом в социологии, экономике, социальных и политических науках. Социальная инновация это новые идеи, которые работают для удовлетворения насущных неудовлетворенных потребностей и улучшения жизни людей. Социальные инновации это инновации, которые являются социальными в своих целях и средствах.

Социальная инновация представляет собой инициативу, сложный процесс внедрения новых высокотехнологических продуктов, процессов или программ, которые коренным образом изменяют основные процедуры, ресурсы, технологии производства, мировоззрение органов власти социальной системы или убеждения любой социальной системы.

Инновации как социально-экономическое явление основываются на знаниях человеческого познания, психологии принятия решений, а также знаниях по математике социально-экономических явлений.

С экономической точки зрения социальные инновации относятся к инновационной деятельности и услугам, которые мотивированы в целях удовлетворения социальных потребностей и которые преимущественно распространяются через социальные организации.

УДК 330

Д.В. ПИВИКОВ, Н.Г. КОТОМИНА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАР-АНАЛИЗА ПРИ ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для перевода названия методики Гар-анализ лучше всего подойдет слово "разрыв", так как речь в целом идет об анализе разрывов между действительным настоящим состоянием (где мы сейчас) и желаемым (куда мы хотим попасть).

Эти разрывы в общем виде могут включать:

1. Разрыв между рыночным предложением компании (в самом широком смысле) и существующим на рынке уровнем спроса
2. Разрыв между текущей деятельностью или бизнес-процессами и их характеристиками, и видением того, как должно быть в идеале или с точки зрения руководства.
3. Разрыв между действительными целями и задачами работы компании в целом и сотрудников в частности с одной стороны и с другой стороны — теоретически необходимыми целями и задачами
4. Разрыв между текущими показателями работы и лучшими показателями в отрасли.

Говоря о GAP-анализе, как правило понимают набор мероприятий, позволяющих делать выводы о несоответствии внутренней среды маркетинга внешнему окружению или о внутренних несоответствиях.

GAP-анализ это сравнение текущей ситуации в организационной структуре предприятия с желаемым положением дел в будущем, а также на основе собранной информации оценка возможности для организации понимания путей достижения задач и собственно их принципиальной достижимости.

Сначала разрабатывается прогноз касательно изменений объемов спроса и (или) поставок сырья, материалов в будущем. Если прогнозы неоднозначны и допускают множественность вариантов развития событий, то для каждого варианта необходимо разработать отдельный сценарий.

Наиболее часто применяемый вариант GAP-анализа - в том, чтобы преодолеть разрывы между поставками сырья и продажами.

GAP-анализ показывает как стратегическая инновационная деятельность научно-исследовательских организаций и инновационных компаний связана с такими функциями управления научно-исследовательской организацией или инновационной компанией, как маркетинг, реализация проектов коммерциализации технологий, производство и др., что означает максимально широкую компетентность менеджеров организаций и инновационных компаний, отвечающих за формулирование и реализацию стратегии инновационного развития.

Результатом GAP-анализа может быть принятие нового плана развития компании или принятие отдельных решений, например о:

- Модернизации продукции, изменения функциональности продукции, репозиционировании в другой сегмент потребителей;
- Пересмотре ассортимента;
- Изменении порядка работы с поставщиками;
- Пересмотре структуры бюджета компании;
- Пересмотре ценовой политики и т.д.

УДК 330

Д.В. ПИВИКОВ, Н.Г. КОТОМИНА

ТАРГЕТ-КОСТИНГ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Таргет-костинг система обеспечивающая процесс снижения затрат на стадиях:

- 1) Разработки и проектирования абсолютно новой модели продукции
- 2) Полной модификации модели или незначительной ее модернизации

Таргет-костинг состоит из двух основных процессов:

1) процесс планирования продукции, отвечающей потребностям потребителя и установления целевых затрат исходя из целевой прибыли и целевой цены продажи продукта

2) процесс реализации целевых затрат за счет использования функционально-стоимостного анализа (ФСА) и сравнения целевых затрат с достигнутыми затратами

Основная идея функционально-стоимостного анализа в том, что любые продукты и услуги выполняют определенные функции, и их ценность определяется отношением этих функций к затратам на них. ФСА позволяет оценить целесообразность производства продукции и выполнения услуги

Процесс таргет-костинг обладает следующими свойствами:

1) Применяется на стадиях разработки и проектирования продукции, чем отличается от традиционной системы контроля нормативных затрат, используемой на стадии производства

2) Для его использования требуется сотрудничество многих подразделений компании

3) Метод работает более эффективно при многономенклатурном производстве

Хотя таргет-костинг ориентирован главным образом на затраты, он тесно связан с планированием корпоративной прибыли. Если компания сосредотачивает свое внимание только на затратах, может возникнуть предубеждение против продукции, требующей больших расходов, даже если она обеспечивает высокую норму прибыли. Объединяя таргет-костинг с планированием прибыли, такое предубеждение можно предотвратить, ведь конечная цель компании – не сокращение затрат, а приращение прибыли.

Процесс таргет-костинг можно разделить на пять этапов: корпоративное планирование, разработка проекта создания новой продукции, определение исходного плана, проектирование продукта и разработка плана подготовки производства.

Принципами системы таргет-костинг являются следующие: первостепенная и постоянная ориентация на требования рынка и клиентов; калькуляция целевых затрат для новых продуктов, а также их составных частей, позволяющих достичь желаемой, заранее заданной прибыли при существующих рыночных условиях; учет влияния на себестоимость продукции пожеланий потребителей по качеству и срокам изготовления продукции; использование концепции жизненного цикла продукта.

Как показали практика, наиболее высокие проценты причин провала новых изделий выявлены на этапах разработки товаров (недостаточный анализ рынка, недостаток маркетинговых исследований) и во время его производства (дефекты продукта, производственные проблемы). Поэтому, применение современных систем управленческого учета - таргет-костинга на этапах разработки товаров- позволит сократить издержки при неизменном качестве товара и желаемом уровне прибыли.

УДК 338

М. А. ПЯТНИЦЫН

ПРИМЕНЕНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

НГТУ им Р.Е. Алексеева

Для того чтобы быть успешной и оставаться динамически развивающейся компанией, необходимо внедрять новые эффективные методы управления. Необходимо разрабатывать стратегии на долгосрочный период, а так же трансформировать их в

оперативные задачи, которые нужно выполнять за установленный период времени. В течение всей работы необходимо периодически измерять ключевые показатели деятельности, выявлять участие каждого исполнителя в рамках общей работы, а так же выстраивать цепи взаимодействия между ними. Для реализации бизнес-процессов в банковской деятельности необходимо использовать «Сбалансированную систему показателей» (ССП).

На сегодняшний день в банковской сфере существует значительное количество проблем, что заметно тормозит развитие бизнеса. К основным проблемам можно отнести:

1. Размытость задач между исполнителями. Работники зачастую выполняют свою оперативную деятельность, не замечая, а иногда даже противоречат целям компании.

2. Сложность структуры банковской системы создает бюрократические проблемы, с которыми работники сталкиваются постоянно на уровне согласования и принятия решения. Происходит столкновение интересов исполнителей, которое негативно влияют на цели компании.

ССП необходима банковскому сектору для выполнения следующих функций:

1. Для установления взаимосвязи между стратегическими целями и действиями рядовых исполнителей.

2. Для осуществления взаимодействия и координации на каждом уровне иерархии.
3. Оценка ключевых показателей для установления баланса между противоречащими друг другу факторами.

Для того чтобы реализовывать данный метод необходимо начать с обучения персонала. На это потребуется достаточно много трудовых и финансовых ресурсов, чтобы появились первые результаты. Несмотря на то, что данный метод был разработан более двадцати лет назад, существует много примеров реализации данной стратегии. Существует много отчетов о неудачном применении данной системы, во многом это связано с частичным ее использованием. Так, ключевые показатели компании связаны между собой, их необходимо рассматривать в комплексе.

В данный момент и в перспективе развития организаций, важнейшим фактором, безусловно, остается клиентская составляющая. Банковским работникам ежедневно лицом к лицу приходится сталкиваться с клиентами. Работники являются первым звеном при реализации стратегии компании. Необходимо увеличить степень удовлетворенности клиентов за счет расширения ассортимента банковских услуг и повышения качества обслуживания. Важно поддерживать с клиентом постоянную связь, особенно после оказания услуги. Для того чтобы клиентские менеджеры успешно выполняли задачи, исполнителям в других структурных подразделениях необходимо так же понимать стратегию компании в рамках общего дела. Для определения успешности, необходимо оценивать индивидуальные достижения каждого исполнителя, и в зависимости от этого принимать методы поощрения и мотивации.

Можно выделить следующие преимущества СПП:

1. СПП позволяет наглядно показать роль каждого участника в единой цепочке реализации стратегии.

2. Соответствие личных интересов сотрудников со стратегией компании.

Слабые стороны:

1. Возникновение угрозы информационной безопасности.

УДК 330

Е.Н. СЕМАГИНА, К.И. КОЛЕСОВ

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ERP-СИСТЕМ

Главная цель внедрения ERP-систем – это интегрирование всех процессов, протекающих в компании. Безусловно, внедрение ERP-систем имеет много достоинств, но также необходимо отметить проблемы, с которыми сталкиваются пользователи.

Важно правильно выбрать ERP-систему, которая учитывала бы специфику отрасли предприятия, масштаб деятельности, национальные особенности. Здесь необходим консультант, знающий экономическую суть данной компании и знающий возможности внедряемой системы в применении к решению конкретных задач этого предприятия.

Цель внедрения системы должна совпадать с целями проекта по внедрению. Нередко компании сначала внедряют систему, а только потом начинают разбираться, для чего она на самом деле нужна. Такое внедрение приносит отрицательные результаты.

Многие из компаний пытаются сэкономить на услугах консультантов при внедрении ERP-систем, полностью полагаясь на собственную службу информатизации или приглашая сторонних специалистов. К сожалению, порой это затягивается на достаточно долгое время, и компания теряет время. Однако консультанты одни не смогут внедрить систему. Вовлечение высшего руководства компании в процесс внедрения – один из главных факторов успеха, работники предприятия не должны быть отстранены от внедрения, они должны в нем участвовать непосредственно, влиться в процесс, чтобы построить точную и эффективную систему для работы. Необходимо воспринимать внедрение ERP-систем, как управленческий процесс, который требует детальной проработки структуры бизнеса, переосмысления сущности бизнес-процессов, поиска оптимальных вариантов.

Зачастую встречается сопротивление работников при внедрении ERP-систем, оно связано: с нежеланием выполнять дополнительную работу, с устоявшимися привычками работников, с не совсем удобным интерфейсом (в том числе из-за недостаточно продуманного подхода к проблемам пользователя на этапе проектирования системы), с боязнью стать не нужным и потерять работу, так как при внедрении ERP-систем ошибки работников становятся более заметны всем участникам бизнес-процессов.

Возможно появление проблем, если крупное предприятие начнет устанавливать ERP-систему целиком (метод "большого взрыва"). Следует заметить, что резкое изменение принципов работы является перенапряжением для всего предприятия. Поэтому не стоит торопиться и ускорять процесс внедрения. Будет целесообразнее внедрять ERP-систему методом поэтапной реализации.

Стоимость ERP-решения дорогостоящая и не ограничивается только ценой лицензии и оплатой услуг по внедрению. Существует масса затрат, которые предприятие может понести в будущем для обеспечения работы и обслуживания системы, после внедрения. Статистика показывает, что полный объем затрат на работу с системой в течение следующих нескольких лет примерно в 4 раза превышает объем первоначальных инвестиций в проект. Поэтому следует заранее посчитать, во сколько обойдется содержание системы.

Не стоит ожидать, что внедренная ERP-система мгновенно преобразует компанию и будет отвечать всем требованиям компании. Эффект появится не сразу, а с течением времени. Грамотное внедрение требует достаточно длительного промежутка времени.

Внедрение ERP-систем – процесс трудоемкий и сложный, но если к нему подходить обдуманно, то тогда внедрение ERP-систем поможет достигнуть поставленных целей и повысить эффективность деятельности предприятия.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

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

Эффективное стратегическое управление любым предприятием должно концентрировать в себе сильные стороны научного, технического, кадрового потенциала и возможности его реализации, отличаться высокой мобильностью, гибкостью и адаптивностью к изменениям окружающей социально-экономической среды. Прогнозирование в рамках стратегического управления является одним из первоочередных факторов, влияющих на достижение высокой эффективности производства и укрепление конкурентных преимуществ предприятия в перспективе, причем составленный прогноз является своего рода ответной реакцией на динамичные изменения и нестабильность окружающей социально-экономической среды, от которой зависит будущий успех любого субъекта хозяйствования.

Прогнозирование – это сложный многоуровневый процесс, в ходе которого рассматривается широкий круг разнообразных социальных, экономических, научных и технологических вопросов, для решения которых используются различные методы, как качественные, основанные на субъективных суждениях экспертов, так и количественные, работающие на данных экономической статистики и математических зависимостях. Одним из эффективных инструментов разработки прогнозов являются нейронные сети, которые, по мнению автора, позволяют достаточно точно описывать информационные данные и строить не только линейные, но и нелинейные зависимости.

Известно, что разработка прогноза развития на перспективу всегда проводится в среде неопределенности и риска отклонений от заданного тренда развития объекта прогнозирования. В данном случае, природа наблюдаемого тренда неизвестна, поэтому наиболее адекватным для прогнозирования является применение именно нейронных сетей, позволяющих по прошлым наблюдениям восстановить нелинейное отображение.

Область применения нейронных сетей во многом совпадает с кругом задач, решаемых традиционными статистическими методами в процессе прогнозирования. Однако нейронная сеть может решать различные задачи на одном и том же наборе данных, т.е. на одном входе иметь несколько выходов – значений нескольких прогнозных показателей. Кроме того, еще одним из преимуществ данного инструмента является возможность в одной сети учитывать как количественные, так и качественные факторы.

Наиболее трудоемкой операцией при работе с нейросетью является подготовка данных, которые должны быть детализированы и четко сформулированы. Однако если в тренде имеются пробелы, сеть способна восстановить пропущенные параметры. Это достигается путем обучения сети. Обученная сеть может с достаточно высокой точностью составить прогноз развития на будущее, необходимо только определить период, горизонт и интервал прогнозирования.

Список литературы

1. Бодянский Е.В., Руденко О.Г. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. – Харьков: ТЕЛЕТЕХ, 2004. – 369 с.

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФИНАНСОВУЮ
УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Арзамасский политехнический институт (филиал Нижегородского государственного
технического университета Р.Е. Алексева)

Тип финансовой устойчивости формируется под воздействием факторов и условий финансовой среды функционирования организации.

Общеизвестно, что на финансовую устойчивость организации оказывают влияние внешние и внутренние факторы.

К внешним факторам, косвенно влияющим на финансовую устойчивость относятся факторы и условия, проявляемые на макроуровне:

- государственная финансовая политика;
- государственное регулирование финансовой деятельности организации.

Данные факторы воздействуют на тип и размер финансовой устойчивости в долгосрочном периоде, прямой контроль над ними организация осуществлять не имеет возможности.

Внешние факторы непосредственного окружения, оказывающие влияние на финансовую устойчивость, возникают в процессе финансовых отношений организации с контрагентами по финансовым операциям и сделкам. Вследствие чего, организация способна управлять данной группой факторов.

К внутренним, относящимся под непосредственным контролем организации, факторам относятся:

- отраслевая принадлежность организации;
- структура продукции (работ услуг), ее доля в платежеспособном спросе;
- размер, состав и структура имущества;
- размер, состав и структура финансовых ресурсов; величина, структура и динамика расходов по сравнению с доходами;
- размер оплаченного уставного капитала, собственных оборотных средств и др.

Выше представленную классификацию факторов и условий, влияющих на финансовую устойчивость, необходимо дополнить еще одним фактором – период времени принятия финансовых решений.

Финансовая устойчивость категория, которую невозможно охарактеризовать одним показателем. Именно поэтому в содержании данной категории необходимо рассматривать процессы ее формирования в различные периоды времени принятия финансовых решений:

- долгосрочные;
- среднесрочные;
- краткосрочные.

В долгосрочном периоде на финансовую устойчивость оказывает влияние изменение рыночной стоимости организации. В среднесрочном периоде – оборачиваемость активов, рентабельность продаж, активов и чистых активов. В краткосрочном периоде – ликвидность активов.

Учет фактора времени принятия финансовых решений позволит своевременно выявлять область финансовых затруднений и разрабатывать мероприятия по повышению степени финансовой устойчивости организации, а также рассматривать финансовую устойчивость как единое целое – механизм, структуру и процесс управления.

КУЛЬТУРА РЕЧИ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Современные реалии подталкивают к необходимости учиться правильно говорить и правильно строить свою речь. Культура речи как речевая учебная дисциплина практикуется веками. Пока человек не заговорит, его тяжело узнать. Речь определяет человека, поэтому первая оценка человеку дается, как правило, по тому, как он говорит. По манере общения можно мысленно составить портрет собеседника. При помощи речи человек выражает себя, свои чувства, эмоции, отношение к окружающим. Наблюдения показывают, что наиболее успешны те люди, которые способны контролировать свою речь и приятно говорят. Поэтому важно научиться правильно общаться не только в неформальной обстановке и в быту, но и на работе. Умению грамотно строить свою речь, правильно говорить и слушать уделяется серьезное внимание во всех ведущих бизнес-школах.

С культурой речи тесно связано понятие «речевой этикет». В литературе представлено достаточно много определений данного понятия. Одно из них: «речевой этикет - это принятая в данной культуре совокупность требований к форме, содержанию, порядку, характеру и ситуативной уместности высказываний» [1].

Во всех областях бизнеса, люди, которые хотят материально преуспевать, эффективно управлять, четко и ясно доносить информацию до подчиненных и коллег берут уроки по речевому этикету - это все более и более устойчивая тенденция, говорящая о понимании роли культуры речи в управлении компанией.

В рабочей обстановке человек постоянно сталкивается с необходимостью соблюдать внутреннюю дисциплину и речевой этикет, но часто это реализуется только в отношении людей, которые по служебной лестнице стоят выше. Многие не считают необходимым соблюдать нормы поведения и общения с теми, кто находится на одном уровне и тем более, ниже по служебной лестнице. Это ведет не только к деградации культуры речи, но в целом, и к культурному вырождению, а люди оскорбительно и грубо разговаривающие, во всех иерархиях занимают последние места. Это касается не только людей или организаций, но и стран в целом. Показательными примерами взаимосвязи экономических показателей и культуры речи, могут служить такие страны как Германия, Франция, Япония. Эти страны, страны с высокой культурой речи являются и более успешными в экономическом плане.

Для того чтобы достичь положительных результатов в деятельности любой организации мало подобрать опытный квалифицированный персонал и составить планы работы, необходимо так же очень серьезно заниматься вопросами, связанными с речевым этикетом и трудовой дисциплиной, под которой понимается совокупность норм и правил поведения работников в процессе коллективного труда. Это позволит создать хорошо организованную, благоприятную корпоративную среду, на базе которой вырабатывается сильная внутрикорпоративная культура, являющаяся одним из факторов повышения конкурентоспособности. Соблюдая культуру речи можно создать идеальные условия работы в коллективе, добиться уважения руководства, коллег и подчиненного вам персонала. В первую очередь важно проявлять уважение к окружающим и тогда у людей будет меньше причин создавать конфликтные ситуации.

Резюмируя вышесказанное можно констатировать тот факт, что культура речи является основой эффективного управления и сказывается как на экономических показателях, так и на духовной жизни. Это касается как индивида, так и общества в целом.

Список литературы

1. Энциклопедия Кругосвет.
http://www.krugosvet.ru/enc/gumanitarnye_nauki/lingvistika/RECHENO_ETIKET.html

УДК 11.1

В.В. ТЕПЛОВ, Е.Л. НЕЗНАХИНА

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ

НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Для того чтобы добиться успеха, организация должна выбрать технологию соответствующую своим стратегическим целям, а также максимально эффективно использовать свои технологические активы. Однако, даже наилучшая технология, используемая сегодня, может оказаться неэффективной в завтрашней ситуации.

В связи с этим, необходимо регулярно проводить аудит технологической ситуации с целью оценки технологических ресурсов, оценки стратегического потенциала и определения способов развития и использования организационных технологий для формирования и поддержания устойчивого конкурентного преимущества.

Дж. Генри (J.R.Henry, 1990) предлагает подход к анализу технологии, включающий четыре этапа.

1. Аудит технологии
2. Определение влияния портфеля технологий на стратегию компании.
3. План внедрения технологии.
4. Программа мониторинга технологии.

Один из методов аудита технологий – «матрица технологий», которая позволяет определить, соответствует ли потребностям уровень инвестиций в технологии потребностям организации и правильно ли расставлены приоритеты. На одной оси матрицы отражена соответствующая позиция технологии (от слабой - к сильной). Другая ось соответствует актуальности технологии, причем низкие значения соответствуют старым технологиям с незначительной ценностью, а высокие – новым технологиям.

Аудит технологии позволяет определить реальную ценность, которая создается на каждом этапе ее использования.

УДК 11.1

В.В. ТЕПЛОВ, Е.Л. НЕЗНАХИНА

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Благополучие и существование организаций высокотехнологичных отраслей зависит от того, насколько они успешно используют технологии. Будущий успех зависит от выбора конкретных технологий, являющихся фундаментом продуктов и процессов, способности организации к внедрению инноваций, от способа интеграции технологии в корпоративную стратегию в целом. Поэтому необходимо проводить аудит технологических ситуаций и на основе его результатов корректировать стратегию.

Технология – это вид активов, которые добавляют стоимость и позволяют организации повышать эффективность использования ресурсов для удовлетворения по-

требностей своих клиентов [J. Н. Henry, 1990, p.139 Генри]. В связи с этим, одним из основных этапов технологического аудита является идентификация технологий.

Д. Форд [D. Ford, 1988] предлагает, в первую очередь, определить источник стратегического преимущества организации. Стратегическое преимущество может быть достигнуто определенным способом применения продукта, производственными процессами, с помощью которых он производится или как с помощью производства, так и с помощью самого продукта.

Кроме того, Форд предлагает разделять три категории технологии: характерные, базовые и внешние.

Характерные технологии – это такие, которые составляют фундамент успеха организации и обеспечивают ей ярко выраженное конкурентное преимущество. Характерные технологии – это такие технологии, которые используют компании в своей деятельности, но они не являются основными в производстве продукции. Базовые технологии – это способ подбирать совместимые компоненты и собирать работоспособный законченный продукт, отвечающий требованиям заказчика. Базовые технологии важны, однако компания является скорее пользователем, чем разработчиком технологии. Внешние технологии – это технологии, на основе которых изготавливаются покупные компоненты, необходимые для организации. При этом для организации-поставщика данные технологии будут являться базовыми или характерными.

Применение этих трех категорий к двум основным группам производства и продукта позволяет определить значимости конкретной технологии для организации.

Для компании 1С базовыми технологиями будут технологии 1С, с помощью которых она производит свои программные продукты. Характерными технологиями будут технологии компании Microsoft, с помощью которых компания 1С создает текстовую документацию или создает отчеты о проделанной работе, и внешние технологии будут, например, технологии для записи дисков или прослушивания музыки в процессе работы или во время обеденного перерыва.

Г. Накамура предлагает несколько другой подход к классификации технологий. Автор иллюстрирует его в виде «дерева технологий». Корни - это базовые технологии, которые обеспечивают организации определенный фундамент для технологического развития, ствол - составляют ключевые технологии, вырастающие из этих корней, ветви - производные технологии, ответвляющиеся от ствола, листья и плоды – это продукты, вырастающие из каждой производной технологии.

Данный подход можно применять для проведения технологического анализа продуктов, с целью получения количественной информации, отражающей значимость тех или иных технологий, исходя из их конкретного вклада и влияния на объем сбыта.

УДК 330

К.О. ТУЛЕГЕНОВА, Н.К. ОЖЕРЕЛЬЕВА

МЕХАНИЗМ ПРОДВИЖЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Механизм продвижения научно - технической продукции не совершенен и что в некоторой степени объясняется ее специфичностью. Традиционно в качестве **научно-технической продукции** рассматриваются результаты научных исследований и опытно-конструкторских разработок (НИОКР). Поэтому ее отличают, как правило, высокая степень новизны и высокий уровень наукоемкости. Перечень научно-технической продукции достаточно широк и разнообразен. На рынке инноваций научно-технической продукцией называют предназначенные для реализации результаты завершенных науч-

но-исследовательских, опытно-конструкторских, проектных и технологических работ, а также услуги по их выполнению. К научно-технической продукции относится техническая документация, опытные образцы, опытные партии, экспериментальные образцы, модели, макеты, отчеты о научно-исследовательской работе, а также отдельные виды работ, выполненных по заказу (испытания, подконтрольная эксплуатация, технологические операции и т.д.).

В современном мире существуют две основные формы приобретения научно-технической продукции: некоммерческий и коммерческий обмен. При коммерческом обмене взаимодействуют два вида субъектов: лицензиар и лицензиат; между ними заключается лицензионный договор, содержащий в себе разрешение патентообладателя использовать принадлежащее ему изобретение (полезную модель, промышленный образец) другому лицу. По лицензионному договору патентообладатель (лицензиар) обязуется предоставить право на использование охраняемого изобретения, полезной модели, промышленного образца в объеме, предусмотренном договором, другому лицу (лицензиату), а последний принимает на себя обязанность вносить лицензиару обусловленные договором платежи и (или) осуществлять другие действия, предусмотренные договором.

Соглашение между сторонами лицензионного договора в современных условиях является одной из форм продвижения научно-технической продукции. В этом взаимодействии возникают некоторые вопросы по правильности подбора и выбора предмета лицензионного соглашения, например для предприятий машиностроения в качестве предметов могут быть новое оборудование, станки, конвейерные линии, робототехнические комплексы, металлорежущие системы и другое.

Перед лицензиатом встает проблема, какой же модели техники отдать предпочтение. Можно решить эту проблему традиционным способом, опираясь на мнение специалистов, владеющих информацией и посещающих выставки. Предлагается в этот процесс отбора перспективной техники включать элементы моделирования, где в качестве оценочных инструментов использовать пошаговый метод оценки по каждой группе характеристик техники, начиная с главенствующей группы характеристик, где учитываются, в основном, технические характеристики и качественные оценки предмета лизингового соглашения, такие как мощность, производительность и т.д. На втором этапе оценки моделируется ситуация, где оценивают показатели, входящие в группу «безопасность». Далее оценку можно производить по экономическим показателям, включающим цену, срок службы, сроки окупаемости. В дальнейшем предлагается проводить оценку инновационных моделей по эстетико-психологическим характеристикам. После этого можно учесть аспект давления рыночного спроса, применив методику оценки конкурирующих предложений и сделать окончательный выбор в пользу наилучшей оцениваемой модели.

Предлагаемый алгоритм оценки в комплексе поможет субъектам лицензионного соглашения обеспечить действительность сделки. Такой механизм отбора перспективного предмета лизингового соглашения позволит предприятиям, выпускающим инновационную продукцию, ускорить процесс ее продвижения в определенном сегменте рынка.

УДК 338

А.В. ЧИСТЯКОВА, С.М. БРЫКАЛОВ, Л.В. ГУРЕЕВА, М.В. КУЗНЕЦОВА

**ПУБЛИЧНЫЙ ГОДОВОЙ ОТЧЕТ
КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ
ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ
ОАО «ОКБМ Африкантов»**

ОАО «ОКБМ Африкантов» идентифицирует свои задачи в области устойчивого развития как задачи, решение которых направлено на достижение стратегических целей Госкорпорации «Росатом», отвечающих интересам национальной безопасности государства, устойчивого развития страны, благополучия и безопасности граждан, сохранения окружающей среды и соблюдения прав человека.

Принятие политики Госкорпорации «Росатом» в области публичной отчетности мы рассматриваем как средство совершенствования систем корпоративного управления, повышение прозрачности и общественной приемлемости деятельности предприятия.

Измерение результатов деятельности (на базе индикаторов результативности GRI, Госкорпорации «Росатом» и дополнительных индикаторов, отражающих специфику деятельности предприятия) позволяет оценить текущую ситуацию по отношению к предшествующему периоду, уточнить стратегические и тактические цели и отслеживать процесс достижения результатов.

Одной из важных целей отчетности является выявление и более полное осознание с помощью системы индикаторов реального продвижения организации в реализации своих долгосрочных стратегий и достижении целей развития. В свою очередь это позволит компании совершенствовать систему управления, уточнять курс и повышать эффективность своей текущей работы. Важно, что таким образом стимулируется дальнейшее движение к устойчивому развитию бизнеса для нашей организации, что требует скоординированных действий по экономической и социальной ее составляющим.

Перед ОАО «ОКБМ Африкантов» стоят задачи обеспечения прочных позиций во внутренней и внешней экономике, что создает основу устойчивого развития страны и региона присутствия. В условиях глобализации и открытости рынков такие возможности в значительной мере зависят от уровня конкурентоспособности организации.

Процесс разработки отчета явился началом внедрения и развития на предприятии системы публичной годовой отчетности. К первым и значительным положительным результатам этого процесса следует отнести:

- обогащение опыта прямых контактов и публичных обсуждений деятельности предприятия с заинтересованными сторонами;
- расширение аспектов рассмотрения деятельности предприятия с точки зрения принципов устойчивого развития;
- широкое вовлечение сотрудников предприятия в подготовку публичного отчета;
- формирование единых взглядов и подходов топ-менеджмента к управлению предприятием с учетом результативности деятельности в области устойчивого развития.

Тем самым обеспечивается реальная интегрированность принципов устойчивого развития в «Стратегию развития ОАО «ОКБМ Африкантов».

В докладе представлены основные методические подходы к разработке публичного годового отчета ОАО «ОКБМ Африкантов» за 2011 г.

**ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО: КУДА НАПРАВИТЬ
СВОЙ ВЗОР, ЧТОБЫ ДЕЛАТЬ ИННОВАЦИИ**

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время проблема интеграции научных достижений, результатов интеллектуальной и практической деятельности ВУЗов в национальную инновационную систему стоит очень остро. В связи с чем проблема генерации ВУЗом студенческих инновационных идей и проектов становится основополагающей проблемой.

Решая эту проблему, преподаватели ВУЗа должны нести студентам технологии, которые идут вровень с научно-техническим прогрессом, и советовать идеи для научного исследования, которые немного опережают время. К сожалению, так происходит не всегда. Поэтому целью данной работы является приоткрытое некоторой эволюции индустрии общемировых технологий.

Для начала углубимся в историю. В 2000-ых годах, когда почти в каждом доме стоял персональный компьютер, с появлением доступного и быстрого интернета стали быстрым темпами развиваться Web и интернет технологии, а именно: сайтостроение (html, php & etc), индустрия вокруг (доменные имена, аутсорс услуги, web дизайн и т.д).

Затем настал бум цифровых гаджетов, что привело к открытию рынка мобильных приложений и удешевлению микроэлектроники и повышению энергосберегающих технологий в ней (уменьшение физического объема плат, увеличение производительности и энергоэффективности).

Рынок мобильных приложений дал бурный толчок в развитие ИТ индустрии. В те времена, написав мобильное приложение и выложив его в апстор, можно было насобирать за пару дней в топе тысячи людей, и поставив цену в один доллар заработать на нем весьма неплохие деньги. Однако, сейчас в день пишется миллионы приложений, и одновременно выкладываются в магазины мобильных приложений. Рынок переполнен, и чтобы хоть как-то завоевать небольшую нишу – нужно очень постараться. Второе обстоятельство бума гаджетов, а именно удешевление микроэлектроники и увеличения ее эффективности привело к тому, что барьеры входа на рынок создания, например, роботов минимальны. Сейчас даже второкурсник при желании может собрать простого робота, схемы выложены в интернете, инструкции по программированию можно найти на форумах, компоненты можно купить в интернет магазинах, потратив не больше стипендии.

К сожалению, рынка массовой робототехники пока еще нет, но уже совсем скоро он появится. Поэтому имеет смысл направить свой взор на индустрию роботов и уже сейчас начать реализовывать хотя бы детские игрушки, это позволит отработать необходимые алгоритмы и имея такой багаж, проще будет начать работу над серьезным проектом, чтобы внедриться в ту или иную нишу.

Если говорить так же о других технологиях, которые будут в ближайшее время популярны в индустрии, то можно составить вот такой список:

- 1) Перерождение технологий дополненной реальности: гаджеты, совмещающие привычные вещи (очки, стекло автомобиля) с интернетом и доступом в соцсети.
- 2) Объемные голографические 3D дисплеи
- 3) Беспилотные сервисные системы
- 4) Космические технологии

К ВОПРОСУ УЧЕТА РИСКОВ В КЛАСТЕРНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящий момент весьма распространенными являются научные взгляды, согласно которым организация кластера как географической и (или) технологической концентрации экономических субъектов позволяет в большинстве случаев повысить эффективность таких объектов, как общую, так и личную.

При этом отрицательные эффекты, сопряженные с формированием кластера, либо учитываются недостаточно, либо игнорируются вовсе. В частности, учет рисков, столь распространенный при оценке деятельности отдельных объектов, в ходе кластеризации не находит повсеместного применения. Это отрицательно сказывается на качестве управленческих решений, принимаемых в отношении объектов кластеров. Вместе с тем, с помощью исчисления оценок отдельных видов рисков могут быть решены совершенно различные задачи.

Стоит ли создавать кластер, стоит ли объекту входить в кластер, стоит ли кластеру принимать с свой состав новый объект, стоит ли кластеру исключать из своего состава ныне включенный в него объект — вот перечень тех вопросов, на которые исследователь сможет ответить, применив современный инструментарий риск-менеджмента.

Сам по себе такой инструментарий, безусловно, должен обладать особенностями, характерными для методов оценки рисков групп объектов. Одним из подобных инструментов является портфельный анализ.

Теория портфельного анализа может быть применена к изучению кластеров исходя из набора тех предпосылок и ограничений, которые в ней содержатся. Само же понятие кластера может быть принято аналогичным понятию портфеля. Оценка синергетического эффекта, прослеживаемого при функционировании кластера может быть заменена оценкой диверсифицируемых рисков, существующих в рамках портфеля. Если сделать подобное допущение, сама природа синергии, весьма субъективная и сложно формализуемая, станет значительно более пригодной для базирования на ней исследований.

Портфельная теория предполагает также количественную оценку доходности объекта. В отношении кластера это может быть оценка доходности как всего кластера, так и отдельных групп составляющих его объектов. Так называемый бета-коэффициент при этом может выполнять роль индикатора оперативной деятельности кластера.

Безусловно, портфельная теория не может учесть количественно всех возможных комбинаций взаимоотношений объектов внутри кластера. Будучи явлением положительным, кластер, тем не менее, способен не только транслировать риски одних его участников на остальных, но и мультиплицировать их.

Таким образом, оценка рисков внутри кластерных образований заслуживает отдельного внимания исследователей и может предполагать возможность использования нетрадиционных именно для кластеров инструментов.

УДК 316.6

Е.Ю. ДРОБИЛОВА, И.Н. ТЕРЕНТЬЕВА

КОРПОРАТИВНАЯ КУЛЬТУРА И ЛОЯЛЬНОСТЬ ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ФАКТОРЫ УСПЕХА

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

Лояльность персонала – благожелательное, уважительное отношение к компании, руководству, коллегам, соблюдение существующих правил, норм, предписаний, т.е. это характеристика, определяющая приверженность сотрудников организации. Лояльность предполагает одобрение персоналом целей компании и способов их достижения. Если квалифицированный работник рассматривается руководством как главный ресурс предприятия, то его стабильная работа и мотивация становится предметом специальной работы. Именно так поставлен вопрос на ООО «РусВинил», иностранной компании, развертывающей свою деятельность в России. Предприятие находится на этапе становления, и работа с персоналом особенно важна.

Автор, на основе материалов преддипломной практики, рассматривает проблемы формирования лояльности персонала в условиях взаимодействия различных ментальностей и в процессе формирования корпоративной культуры. Корпоративная культура – главное условие лояльности персонала и устойчивой работы предприятия. Ядро корпоративной культуры – ценности и нормы, разделяемые членами организации. Единство базовых ценностей позволяет достичь эффективной работы, сосредоточиться на достижении целей компании и связать с ними личные цели, самореализоваться, обрести идентичность и ощущение единства. Итак, лояльный сотрудник – это сотрудник, разделяющий базовые ценности корпоративной культуры компании.

Анализ опыта работы отдела кадровой службы ООО «РусВинил» позволяет выделить основное направление формирования корпоративной культуры: адаптация существующей корпоративной культуры к европейским стандартам организации производства. Активно используются средства 1) формальной регламентации, 2) организации внутренних коммуникаций и 3) командообразования.

Формальная регламентация это четкая система должностей и должностных инструкций, система собеседований в процессе подбора персонала, система планирования и контроля. В системе формальной регламентации отражена политика социальной ответственности и социальной политики предприятия (трудовые контракты, система оценки, обучение, условия труда, социальные льготы и пр.). Формальную регламентацию дополняет Кодекс корпоративной этики. Организация внутренних коммуникаций нацелена на всестороннюю информированность работников о производственной и социальной политике организации, результатах работы и личных достижениях (вертикальные коммуникации), на эффективное взаимодействие между отделами (формальные горизонтальные коммуникации), организации взаимодействия и сотрудничества между работниками (неформальные горизонтальные коммуникации). Командообразование в

компания идет с использованием традиционных (коллективные празднования, поздравления), так и относительно новых средств («тимбилдинг»).

Авторские исследования существующего уровня лояльности показывают, что в компании формируется нормативная и аффективная лояльность сотрудников, т.е. сотрудники не только следуют правилам трудового договора, но и вовлечены в работу, испытывают эмоциональную привязанность друг к другу, уверены, что работают в стабильной, надежной компании и не планируют менять место работы. Таким образом, целенаправленная работа с персоналом в ООО «РусВинил» может рассматриваться как долгосрочные инвестиции, направленные на стабильную работу и развитие компании.

УДК 356

С.В. КРАСНОВ

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНА О ВСЕОБЩЕМ ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ В ГОРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 1946-1952 ГГ.

МБОУ «Гимназия» г. Арзамас

Послевоенные 40-50-е годы характеризуются противоречивыми процессами.

Великая Отечественная война нанесла народному образованию огромный материальный ущерб. В стране были полностью уничтожены 21 000 школьных зданий, свыше 5000 разрушены частично, более 4000 школьных помещений были заняты под военные нужды. Поэтому задача восстановления и упрочнения материальной базы народного образования стала первоочередной и являлась особенностью развития народного образования в годы послевоенного строительства. Это было закреплено в постановлении СНК СССР 1944 года «О порядке возвращения школьных зданий, используемых не по назначению», «Законе о пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946 – 1950гг.» и в постановлении ЦК ВКП(б) от 31 декабря 1946 года «О снабжении школ учебниками».

В декабре 1946 года реализация закона о всеобщем обязательном обучении в Горьковской области была рассмотрена на совещании ОБЛАНО. Объектом его обсуждения стала не явка 6000 детей школьного возраста на 1 сентября 1946 г. в учебные заведения.

На протяжении 1945-47 гг. руководство СССР требовало от промысловых артелей и колхозов оказывать необходимую помощь школам в плане обеспечения транспортом и дровами, для поддержания благоприятной реализации закона о всеобщем обучении. В 1949 г. колхозы и совхозы Горьковской области выделили 17,9 млн. руб. на строительство и ремонт школьных помещений, в 1950 г. – 21,4 млн. руб., в 1951 г. – 27,9 млн. руб.

На 2 сентября 1950 года в Горьковской области существовало 3204 школы, были реорганизованы в семилетние 53 сельских школы, открыто 168 интернатов, в учебных заведениях свою трудовую педагогическую деятельность начали 1200 молодых учителей. Горьковское Облано рассмотрело и приняло во внимание жалобы учителей и родителей по обеспечению школ канцелярскими принадлежностями, по данным облано к 1950-1951 учебному году в образовательные учреждения завезли 2500 тысячи новых учебников и более 6 миллионов тетрадей. Таким образом, школы, были готовы к новому учебному году.

По итогам 1951 - 1952 учебного году хорошую работу по отчету ОБЛАНО продемонстрировали образовательные учреждения Вадского, Курмышского, Б.-Мурашкинского района, города Арзамаса, Балахны, Павлова. Сложности с вовлечением в образовательные учреждения учащихся возникли в Лысковском, Сергачевском,

Калининском, Уренском, Кулебакском, Семеновском и Сосновском районе. В данных районах частично были сооружены интернаты, отсутствовало нужное оборудование, транспорт. Виноватыми в трудностях реализации закона о всеобщем обучении сотрудники ОБЛАНО назвали Исполкомы, районные, городские, сельские Советы.

Таким образом, послевоенное развитие и восстановление народного хозяйства происходило с переменным успехом, большим количеством трудностей и преград. Но, несмотря на это, реализация закона о всеобщем обязательном обучении являлась приоритетной и важной задачей как для работников народного образования, так для населения страны в целом.

УДК 331

М.А. РОМАШОВ, С.М. БРЫКАЛОВ, М.В. КУЗНЕЦОВА

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ НА 2013-2015 ГГ.
И НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2020 ГОДА
«МОЛОДЕЖЬ ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ»**

ОАО «ОКБМ АФРИКАНТОВ»

«Лучший способ предсказать будущее – это создать его самому», - Питер Друкер.

Молодые работники – стратегический ресурс атомной отрасли. Прогноз условий социально-экономического развития Российской Федерации, а также обстоятельства будущей жизни молодежи в ближайшее десятилетие выдвигает требования по выработке нового стратегического подхода к молодежной политике.

Целевая программа на 2013-2015 годы и на перспективу до 2020 года «Молодежь ОАО «ОКБМ Африкантов» (далее – Программа) - главный инструмент системы по созданию, развитию, совершенствованию, развитию, накоплению, оценке и защите профессиональных и творческих компетенций молодых специалистов. Программа интегрирует и развивает эффективную работу с молодыми специалистами по всем направлениям, учитывая современные тенденции в области HR-менеджмента.

Программа основывается на нормативно-правовых актах и документах, регламентирующих вопросы молодежной политики Российской Федерации, государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», Нижегородской области, ОАО «ОКБМ Африкантов»; опирается на накопленный опыт реализации федеральной и муниципальной молодежной политики в Российской Федерации и лучшие практики ведущих крупных российских компаний, а также на успешный опыт реализации молодежной работы в организациях Госкорпорации «Росатом» и зарубежных компаний атомной отрасли.

Основные задачи Программы:

- 1) Развитие системы привлечения молодых специалистов, их эффективной адаптации и закрепления на предприятии.
- 2) Повышение вовлеченности молодых специалистов в решение задач, определенных «Стратегией развития ОАО «ОКБМ Африкантов»...».
- 3) Формирование целостной системы поддержки и развития научного, инженерного и производственного потенциала, профессиональных компетенций и карьерного роста молодых специалистов.
- 4) Нравственное и патриотическое воспитание молодых специалистов.
- 5) Продвижение ценностей здорового образа жизни и спорта среди молодых специалистов.

С учетом существенных различий молодежи по возрасту, задачам и методам взаимодействия Программа в качестве основной целевой аудитории выделяет категорию «Молодые специалисты предприятия» (до 35 лет).

Дополнительно выделяются категории потенциальных и будущих работников ОАО «ОКБМ Африкантов»: молодые люди на рынке труда (до 35 лет), студенты образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования, учащиеся образовательных учреждений начального профессионального образования, учащиеся образовательных учреждений среднего (общего) образования, воспитанники дошкольных учреждений.

В докладе представлены роль и место Программы в системе стратегического развития ОАО «ОКБМ Африкантов», уровни целеполагания и целевого планирования, интегрированность принципов молодежных политик на разных уровнях управления, матрица интерпретации результатов SWOT-анализа, приведены примеры мероприятий, целевых показателей и индикаторов Программы.

УДК 621.039

А.И. АЛЕКСАНДРОВА, Л.А. ВОЛОДИНА, В.А. ЧИРКОВ

ЭТАП РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ КАК НАУКИ. ТЕОРИЯ УДАРА ТЕЛ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мы можем познавать только при данных нашей эпохой условиях и настолько, насколько эти условия позволяют.

Вслед за движением брошенных тел Галилей в приложении к «Discorsi», изданном после его смерти, разобрал также учение об ударе тел. Он находит, что сила удара зависит от веса и скорости движущегося тела, определить же точнее природу этой зависимости он не был в состоянии. Затем он пытается сравнить в разных случаях силы давления и удара, но не может найти опорных точек для их сравнения и признает только, что давление в сравнении с ударом должно быть признано бесконечно малым, так как действие тела складывается из его веса и скорости; скорость же при давлении равна нулю. Отнюдь не следует удивляться, если определение удара Галилею не удастся. При разрешении этих вопросов он уже далеко вышел за пределы своей динамики. Не имея ни предшественников, ни сотрудников, он первый установил точные законы движения; благодаря сделанному им дополнению к закону инерции он правильно определил свойства равномерного движения; его объяснение сложения скоростей привело к точному описанию движения под действием постоянной силы и дало ему возможность полностью разработать теорию равномерно-ускоренного движения. Но выйти за эти пределы, не оставляя пробелов в развитии своих положений, не мог в то время даже гений, подобный Галилею. Во всех случаях, где дело касается сложения нескольких движений, или движений при определенных статических условиях, или, наконец, движений по предписанным путям, он оставляет своим преемникам вполне надежные выводы.

Удар состоит из 11 томов и, сверх писем, содержит несколько недоконченных рукописей, из числа которых упомянем только о наскоро набросанном в 1636 г. трактате, относящемся к механике. Перейдем теперь к физическим теориям Декарта, изложенным в его «Началах философии». От всех свойств, познаваемых нами в телах, можно отрешиться, за исключением протяжения. Поэтому природа материального тела заключается в протяжении и только в протяжении. Следовательно, не существует ни пустого пространства, ни атомов. Такое определение материи прямо уничтожает старое различие между земными и небесными телами, потому что материя, существо которой заключается в одной протяженности, должна безразлично наполнять собою все мировое пространство. Движение тела есть переход его из соседства соприкасающихся с ним тел в соседство других. Понятие о движении предполагает, следовательно, безусловную взаимность: когда, например, тело А удаляется от тела В, то вполне правильно будет сказать, что и тело В удаляется от тела А. Отсюда вытекает важное положение, что движению не соответствует больше действия, нежели покою; и далее, что всякое тело может иметь одновременно несколько движений и каждое движение можно считать составленным из многих других.

Разрабатывая теорию упругого удара шаров, Гюйгенс, не склонен был игнорировать данные опыта, а потому и обратил внимание на ошибочность утверждения Декарта о сохранении арифметической суммы количества движения mv . Он фактически впервые утверждал, что эта величина носит векторный характер. Вместе с тем, им опять же впервые вводится другая мера движения – mv^2 – прообраз будущей кинетической энергии. Гюйгенс обнаружил, что суммы обоих этих величин сохраняются при упругом ударе шаров.

УДК 621.3

Н.И. БАРАНОВА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ – НА ПУТИ К САМООРГАНИЗАЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТАРНОМУ ПРОЦЕССУ ЭВОЛЮЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева
Дзержинск политехнический институт

Зарождение идеи самоорганизации стало логическим продолжением исследований открытых неравновесных систем, которые проводятся в различных областях естествознания. Эти исследования обнаружили много общего, что стало платформой их сравнения. К числу таких дисциплин можно отнести синергетику и кибернетику. Синергетика и кибернетика – науки о самоорганизующихся системах, однако между ними существует огромная разница, а именно:

– кибернетика изучает самоорганизацию в равновесных системах, синергетика же – в сильно неравновесных системах; в этом кроется их существенное различие;
– в синергетике изучаются механизмы возникновения состояния новых структур и форм, для кибернетики характерно поддержание исходных состояний.

Сравнительный анализ синергетики и кибернетики вывел на необходимость исследования адаптивных систем управления. Адаптивные системы – предмет теории автоматического управления, являющейся основной частью технической кибернетики. Адаптивные системы – это системы, в которых осуществляется оптимальное в каком-либо смысле управление объектом с неконтролируемыми изменениями его; для его поддержания корректируются свойства всей системы, так что спустя конечное время система управления становится инвариантной к неконтролируемым изменениям свойств объектов. Важнейшие свойства сложной адаптивной системы – это способность ее к взаимодействию с внешней средой, адаптацией и обучением.

Необходимость использования класса адаптивных систем возникает либо в тех случаях, когда имеется априорная неопределенность при математическом описании объекта управления, либо характеристики объекта с течением времени изменяются в той или иной мере. При адаптивном управлении внешние факторы анализируются до того, как получен результат деятельности системы.

Методологическая основа адаптивного управления – системный подход, предполагающий рассмотрение объекта как системы, т.е. целостного комплекса взаимосвязанных элементов, совокупности взаимодействующих объектов. Разработка адаптивной системы управления осуществляется циклически. Она включает следующие этапы: а) постановка задач разработки адаптивной системы на основе исследования свойств объектов управления с учетом особенностей взаимодействия со средой, включая возмущающие воздействия; б) построение математических моделей системы управления с позиций технической кибернетики, причем, математическая модель системы автоматического управления состоит из модели объекта управления и

модели устройства управления; в) верификация имитационной модели; г) разработка закона управления; д) разработка алгоритма адаптации закона управления.

Таким образом, особенностью адаптивных систем является их способность к самоорганизации, которая проявляется в самосогласованном функционировании системы за счет внутренних связей с внешней средой. Несмотря на то, что эволюция в полном понимании данного определения, в рассматриваемых системах невозможна, однако самоорганизующиеся системы обладают механизмом непрерывной приспособляемости (адаптации) к меняющимся внутренним и внешним условиям, непрерывного совершенствования поведения с учетом прошлого опыта, что позволяет маркировать этот процесс как предпосылку собственно эволюционного процесса.

УДК 001.891

А.Е. БАРИНОВ, М.А. МАНИН, В.А. ЧИРКОВ

СТАНОВЛЕНИЕ ХИМИИ КАК НАУКИ НА ПРИМЕРЕ ТЕОРИИ ФЛОГИСТОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Понятие науки возникло во времена Галилея, который построил идеальные действительности некоторых сущностей. В донаучном знании, например алхимии, идеальные действительности отсутствуют. Наука есть идеальная действительность, которая в знаковых формах представляет, те или иные теоретические представления.

В ходе развития любая наука, в том числе и химия, претерпевает ряд изменений и в итоге становится конструктивным знанием.

Из ложных представлений о химии как науке, в XVIII веке была выдвинута теория флогистона. Она была создана для описания процессов обжига металлов, изучение которых являлось одной из важнейших задач химии того времени. Создатели теории - немецкие химики Иоганн Иоахим Бехер и Георг Эрнст Шталь.

Основой для теории флогистона послужили традиционные представления о горении как о разложении тела. Феноменологическая картина обжига металлов была хорошо известна: металл превращается в окалину, масса которой больше массы исходного металла. Кроме того, при горении имеет место выделение газообразных продуктов неизвестной природы. Целью химической теории стало рациональное объяснение этого феномена, которое можно было бы использовать для решения конкретных технических задач.

Суть теории флогистона можно изложить в следующих основных положениях:

1. Существует материальная субстанция, содержащаяся во всех горючих телах – флогистон.
2. Горение представляет собой разложение тела с выделением флогистона, который необратимо рассеивается в воздухе. Извлекать флогистон из воздуха способны лишь растения.
3. Флогистон всегда находится в сочетании с другими веществами и не может быть выделен в чистом виде; наиболее богаты им вещества, сгорающие без остатка.
4. Флогистон обладает отрицательной массой.

Данная теория, в частности, давала приемлемое объяснение процессам выплавки металлов из руды, состоящее в следующем. Руда, содержание флогистона в которой мало, нагревается с древесным углем, который очень богат флогистоном; флогистон при этом переходит из угля в руду, и образуются богатый флогистоном металл и бедная флогистоном зола.

Теория флогистона имела целый ряд несомненных достоинств:

1. Она просто и адекватно описывает процессы горения.

2. Теория внутренне непротиворечива.
3. Теория флогистона целиком основана на экспериментальных фактах.
4. Теория флогистона обладала предсказательной способностью.

Однако данная теория содержала в себе ряд «противоестественных» предположений о наличии у тел отрицательной массы, и, главное, основывалась на существовании субстанций, не выделенных экспериментально.

Одновременно с флогистонной развивалась кислородная теория горения, ее сформулировал Антуан Лоран Лавуазье в 1777 г.

Новая теория горения имела ряд существенных преимуществ по сравнению с флогистонной. Она более проста и не содержала в себе «противоестественной материи» с отрицательной массой.

Вследствие этого кислородная теория горения получила широкое признание среди естествоиспытателей.

УДК 536.11

М.В. БОЛЬШАКОВ

ПОНЯТИЕ ТЕПЛОРОДА И РАЗВИТИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Теплород — по распространенным в XVIII — начале XIX века воззрениям, невесомый флюид, присутствующий в каждом теле и являющийся причиной тепловых явлений.

После изобретения термоскопа (термометра) о природе теплоты были высказаны две гипотезы.

Согласно первой гипотезе теплота является веществом способным проникать во все тела и выходить из них. Это тепловое вещество и получило название теплород.

Согласно второй гипотезе (Бекон) теплота есть движение малых частиц внутри тела. У этой теории было много сторонников, и даже очень знаменитых, таких, как Декарт, Бойль, Гук, Ломоносов.

Дж. Блэк, изучая природу теплоты, установил, что различные виды вещества нагреваются в разной степени одним и тем же количеством теплоты, что позволило ему выявить теплоемкость различных видов вещества. Он установил, что при таянии льда и снега в течение определенного времени они поглощают тепло, не становясь при этом теплее.

В 1798 г. английский ученый Бенджамин Томсон (граф Румфорд) наблюдал за сверлением каналов в орудийных стволах. Он был поражен выделением большого количества теплоты при этой операции. Усомнившись в существовании теплорода, Румфорд решил поставить ряд специальных опытов. При одном из них в металлической болванке, помещенной под воду, высверливалось отверстие с помощью тупого сверла, приводимого в движение силой двух лошадей. Из своих опытов он сделал вывод, что никакого теплорода не существует, а причина теплоты заключается в движении.

В 1799 г. английских физик и химик Гемфри Дэви произвел новый эксперимент, который тоже свидетельствовал против теории теплорода. Опыт Дэви состоял в следующем: под колокол воздушного насоса, откуда предварительно был выкачан воздух, помещались два куска льда при температуре 0 С. Оба куска можно было тереть друг о друга при помощи специального часового механизма. При трении лед таял, причем температура получившейся воды оказалась на несколько градусов выше 0 С. С точки зрения теории теплорода этот опыт совсем необъясним, поскольку удельная

теплоемкость льда меньше, чем у воды. Отсюда Дэви заключил, что теплота могла появиться только в результате движения.

Опыты Румфорда и Дэви нанесли теории теплорода сокрушительный удар.

Онтология теплорода позволяет описывать и истолковывать некоторые физические факты и получать новые результаты в области термодинамики.

УДК 001.891

А.Н. ГАНИЧЕВ, А.В. ДАНИЛОВ, В.А. ЧИРКОВ

СТАНОВЛЕНИЕ ХИМИИ КАК НАУКИ. СПОР МЕНДЕЛЕЕВА И БУТЛЕРОВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

*Из ложного следует все остальное,
в том числе и истина.*

(Луи Кутюра)

До начала возникновения химии как науки, ей предшествовало донаучное значение - алхимия. Алхимия - донаучное направление химии, главной целью которого является превращение неблагородных металлов в золото и серебро, получение эликсира бессмертия, универсального растворителя и т.д.

Понятие науки возникло во времена Галилея, который построил идеальные действительности некоторых сущностей. В донаучном знании идеальные действительности отсутствуют. Наука есть идеальная действительность, которая в знаковых формах представляет эмпирический материал, те или иные теоретические представления. Чем более развита наука, тем она ближе к инженерии. В процессе своего развития химия прекращает быть наукой и становится конструктивным знанием. В процессе развития любая наука, в том числе и химия, претерпевает ряд изменений.

Рассмотри это на примере противостояния двух теорий знаменитых химиков А. М. Бутлерова и Д. И. Менделеева.

А.М. Бутлеров начал свое утверждение с формулирования определения химического строения. По его мнению, химическим строением называется распределение действия химической силы (силы сродства), вследствие которого химические атомы, посредственно или непосредственно влияя друг на друга, соединяются в химическую частицу. После этого было выдвинуто положение о зависимости химических свойств соединения от его строения, выраженное в следующих словах: «Химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением». Это положение означает, что химическое строение сложного вещества может быть установлено на основании его превращений, а химические свойства предсказаны на основании химического строения.

Однако Д. И. Менделеев высказывался против атомности элементов. Он писал: «вопросы об атомности и связи элементов определенными сродствами кажутся нам искусственными», поскольку нельзя представить себе неподвижной связи атомов в молекуле, так как атомистические представления признают «постоянное движение атомов в частице, подвижное равновесие, непрерывное перемещение».

Недостаток теории строения Д. И. Менделеев видел также и в том, что она не была достаточно универсальной и не могла быть распространена на молекулярные соединения, в то время как он, занимаясь исследованием растворов, пришел к мысли, что «границы, искусственно полагаемые между молекулярными и атомными соединения-

ми, вредят правильному ходу науки. По его мнению, теория строения воздвигла эти границы.

В свою очередь А. М. Бутлеров отмечает, что нет никакой нужды связывать представление о постоянной атомности элементов с учением о химическом строении, как поступают его противники. О химическом строении можно говорить в каждом отдельном случае вне зависимости от того, какую атомность проявляет элемент в данном соединении, лишь бы она была известна.

В ответ на упрек в недостаточной универсальности теории химического строения А. М. Бутлеров замечает, что это и не является необходимым условием и что в науке существуют понятия, как, например, понятие о химической частице, которые не применимы ко всему материалу химии.

УДК 001.891

Г.М. ГЛЕБОВ, А.В. ЕВТЮГИН, В.А. ЧИРКОВ

ПРИМЕР СТАНОВЛЕНИЯ ХИМИИ КАК НАУКИ. СПОР БЕРТОЛЛЕ И ПРУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Из ложного следует все остальное, в том числе и истина.

(Луи Кутюра)

До начала возникновения химии как науки, ей предшествовало донаучное значение - алхимия. Алхимия - донаучное направление химии, главной целью которого является превращение неблагородных металлов в золото и серебро, получение эликсира бессмертия, универсального растворителя и т.д.

Понятие науки возникло во времена Галилея, который построил идеальные действительности некоторых сущностей. В донаучном знании идеальные действительности отсутствуют. Наука есть идеальная действительность, которая в знаковых формах представляет эмпирический материал, те или иные теоретические представления. Чем более развита наука, тем она ближе к инженерии. В процессе своего развития химия прекращает быть наукой и становится конструктивным знанием.

В ходе развития любая наука, в том числе и химия, претерпевает ряд изменений. Одним из примеров является знаменитый спор между Бертолле и Пру.

В 1801-1808 годах состоялся семилетний спор между Бертолле и Пру по вопросу изменчивости весового состава различных образцов одного и того же вещества.

Пру был убежден, что каждое определенное химическое соединение, независимо от способа его получения, состоит из одних и тех же элементов, причем отношения их масс постоянны, а относительные количества их атомов выражаются целыми числами. Например, вода содержит (по массе) 11,19% Н и 88,81% О, ее молекулярная масса равна 18,016; это отвечает формуле H_2O , в которой на 2 атома Н приходится 1 атом О.

Бертолле установил, что направление химических реакций определяется массой, свойствами взаимодействующих веществ и условиями реакции. Исходя из взгляда на химическую реакцию как на непрерывный и обратимый процесс, Бертолле считал, что и состав образующихся при ней соединений должен изменяться непрерывно, т. е. быть переменным.

На это утверждение Пру показал, что вещества, приводившиеся Бертолле как примеры соединений переменного состава, в действительности являются смесями, а не химическими индивидами.

Спор между Бертолле и Пру окончился победой Пру, утверждением закона постоянства состава, что способствовало укреплению атомистики в химии и сосредоточению усилий ученых на исследовании соединений постоянного состава.

Многие историки химии, говоря об ошибочных взглядах Бертолле в этом вопросе, обычно указывают, что они связаны в определенной степени с низкой точностью химических анализов того времени и, в частности, анализов самого Бертолле. Лишь в процессе спора с Пру неточность анализов Бертолле действительно оказалась одним из его «слабых мест». Химические анализы Пру отличались достаточно высокой точностью для того времени. Результаты своих исследований состава солей Пру публиковал под заглавием «Факты для служения истории»

В начале 20 в. Н.С. Курнаков открыл существование предвиденных Бертолле химических индивидуальных веществ переменного состава, которые в память Бертолле назвал бертоллидами. Так, оксид титана(II) имеет переменный состав, в котором на один атом титана может приходиться от 0,65 до 1,25 атомов кислорода.

Это открытие разрешило противоречие между казавшимися несовместимыми взглядами Бертолле и Пру.

УДК 621.3

А.С. ГРАДОВ, А. ГРИШИН, Т.Л. МИХАЙЛОВА

НИЖЕГОРОДСКАЯ РАДИОЛАБОРАТОРИЯ – КОЛЫБЕЛЬ СОВРЕМЕННОЙ РАДИОТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Каждый день, каждый час, каждое мгновение мы пользуемся плодами цивилизации: смотрим телевизор, слушаем радио, наслаждаемся музыкой, пользуемся компьютером и многое другое. И мы никогда не задумываемся, где и когда были изобретены те или иные предметы, и тем более нам не приходит в голову, что стоит у истоков того или иного изобретения. А можно ли себе представить, что ежедневно мы сталкиваемся с вещами, которые в той или иной степени связаны с Нижегородской радиолобораторией, мимо которой мы часто ходим? Чтобы осмыслить это, надо обратиться к ее истории.

После Октябрьской революции 1917 года руководство новой России, понимая значение радиосвязи и радиовещания, оценивая его как «газету без бумаги и расстояний», в 1918 г. организовало интенсивные исследования в области прикладной радиотехники. Так в Нижнем Новгороде, достаточно далеко расположенном от фронтов и границ, была создана научная радиолоборатории, ставшая центром, вокруг которого зарождалась новая техническая мысль.

В то время как В. М. Лещинский отдавал силы решению организационных задач, М.А. Бонч-Бруевич возглавлял и управлял работой ученых и специалистов, приглашенных в НРЛ. Помимо создания множества научных трудов и приборов, переданных промышленности, М.А. Бонч-Бруевич создал Нижегородскую школу радиотехники. Его учеником был Олег Владимирович Лосев – самоучка, открывший холодное свечение полупроводника, т.е. основу светодиода, использование которого набирает все больший оборот в нашей стране (приборы освещения, подсветка экрана мониторов и телевизоров, знаки дорожного движения, светофоры – везде передовым и экономичным считается использование светодиодов).

Еще одним учеником был Дмитрий Васильевич Агеев, заведовавший кафедрой радиотехники в течение 39 лет. Плоды его научной деятельности используются в весьма широком спектре направлений радиотехники: от связи и до радиолокации. Его

теория ортогонального разделения сигналов лежит в основе технологии CDMA, которая используется в мобильной телефонии, а теория дискретизации использовалась при создании цифровой передачи сигналов. Линейная и нелинейная теория следящего приема ЧМ сигналов используется в РЛС, теория спектрального представления сигналов нашла практическое применение при построении цифровых звуковых систем. На основе работ Д.В. Агеева в СССР в 60-х годах XX века была разработана секретная система мобильной телефонной правительственной связи с руководителями на местах (в других городах), похожая на современные системы сотовой связи. Д.В. Агеев был преподавателем; работы и монографии его ученика Г.В. Глебовича в соавторстве с Л.А. Моругиным по наносекундной импульсной технике, – нашли прикладное применение в радиотехнике, получив мировую известность.

Изучение современной радиотехники невозможно себе представить без прочтения книг этих и других ученых, работавших в ЦВИРЛ, НГУ, НТГУ – институтах, у истоков которых лежит НРЛ, первый технопарк, не имеющий тогда аналогов. Таким образом, на территории Нижнего Новгорода была создана мощная научная теория, послужившая прочным фундаментом для современной науки.

УДК 621.3

А.В. ЖАРКУЦКАЯ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ИНТЕРНЕТОТЕРАПИЯ: БЕГСТВО ОТ РЕАЛЬНОГО МИРА ИЛИ ПЛЕН ВИРТУАЛЬНОЙ СВОБОДЫ?

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Информационные технологии, будучи атрибутом современности, определяют ее конфигурации, влияя и на жизнь каждого из нас, изменяя весь универсум человеческого бытия. С появлением интернета виртуальный мир проник в жизнь, заменив реальность: мы ни дня не можем прожить без интернета, ставшего продолжением нас. Появление интернета открыло возможности для самореализации. Но люди попадают в психологическую зависимость от интернета, становясь киберзависимыми. Исследование в ПГПУ им. Белинского 2011 года показало, что среди опрошенных пользователей – 90% согласились с существованием психологической зависимости. Но никто не считает, что интернет вреден. Это маркер того, что человек не осознает пагубности интернета. Любая зависимость – это уход от повседневности путем изменения психического состояния. Предпочтение виртуального общения – это показатель психологической зависимости от вымышленного мира. А то, что человек не понимает ее пагубности, указывает, что она страшнее, чем ее традиционные аналоги, негативные стороны которых человек осознает.

Недавно появилось понятие «интернетотерапия». «Терапия – это совокупность методов лечения какой-нибудь болезни»; терапия – это и «любой процесс, помогающий человеку преодолеть его психологические проблемы». Безобидна ли интернетотерапия? Люди нарушениями в психике ищут в интернете убежище от конфликтов с собой. Анонимность в интернете дает выбор самопрезентации; человек в киберпространстве конструирует личность. Оставаться собой или сохранять анонимность – дело выбора. Человек имеет возможность воплотить образы Я, не состоявшие в реальности. Это помощь для осознания недостатков. Вместе с позитивными эффектами интернетотерапии человек сталкивается с проблемами, что ведет к состоянию тревоги. Интернет-зависимый углубляется в виртуальность, усугубляя психическое здоровье. Да, виртуальный мир – среда для проявления потенциала, но виртуальное общение – и препятствие социально-психологической адаптации. Раздвоенность – причина

личностного конфликта. Человек – пленник им же фантазийно созданной реальности, предстающей в идеальном свете, ибо в ней нет повседневных проблем. Зато много контактов, «друзей», нажимающих «мне нравится». Если появится необходимость выбора одного из миров и отказа от другого, то выбор – за миром виртуальным. Масс-медиа формируют потребность в интернете. Интернет-провайдеры делают всемирную паутину доступной. Коммерсанты, извлекая прибыли, не думают о проблемах, ибо виртуальное пространство – лишь инструмент достижения успеха. Человек становится асоциальным. М. Кастельс отмечал, что присутствие сменяется посещением, экзистенция – анонимностью. Коммуникационное, т.е. информация – значимее коммуникативного, т.е. смыслового. Человек определяет для себя границы использования интернета, в рамках которых определяет, насколько интернет лишь ресурс для роста, а не источник жизни. Надо всегда оставаться людьми, а не становиться лишь пользователями, и тогда обозначенная в названии тезисов дилемма элиминируется.

УДК 130.2:62

А.Е. ЗАКОЛОДКИН, Т. Л. МИХАЙЛОВА

О ПОСЛЕДСТВИЯХ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ, ИЛИ ПО МОТИВАМ М. ХАЙДЕГГЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Прогресс техники, его убыстряющийся ритм, определяющий конфигурации общества и весь универсум человеческого бытия, инициирует философскую рефлексивность, подводя к предельно общим вопросам, в частности, к вопросу о последствиях развития техники, ее природе и сущности. В современном мире, измеряемом технико-технологическими параметрами, появляются все новые технические устройства, технологии, гаджеты, артефакты. Все это призвано упростить нашу жизнь, насытив ее благами. Но мир благ несет не только положительные, но и отрицательные последствия. Разберемся подробнее в аспектах этого явления.

Понятие техники восходит к временам античности; философы древности отводили ему особое место среди других понятий. Технику определяли как знание или способность, направленную на производство, а также как сам процесс производства, посредством которого что-либо реализуется. Современный философ, М. Хайдеггер, определяет технику, как вид раскрытия «потаенности». При этом он считает, что техника нашего времени также раскрывает потаенное, как и техника прошлых столетий. Но сейчас техника ставит перед природой огромные требования: быть поставщиком энергии, которую можно добывать и запасать. Иными словами, выведение из «потаенности», производимое современной техникой, имеет характер добывающего производства. Достаточно ясно некоторые последствия от этого видятся на приведенном им примере ГЭС на Рейне. Речной поток заставляет вращаться турбины, производя электроэнергию. В результате, в системе производства рейнский поток становится лишь инструментом, для приведения в «состоящее в наличии» энергии. В этом контексте уже не электростанция встроена в реку, а река становится составной частью электростанции. Великая река стала лишь частью технической реальности человека, перешла в «состоящее в наличии».

Аналогичный процесс может произойти и с человеком. Человек как некая определенность среди вышедшего из «потаенности», может стать сам лишь «состоящим в наличии». В том же смысле, как и самолет, готовый перевозить грузы для производства, или автомобиль, рассекающий пространство. Иначе говоря, человек

может стать «одним из» бесконечной вереницы данностей наличного мира. Есть и другие опасности бешеных темпов развития техники в наше время. Постоянное желание человека выводить из «потаенного» в «состоящее в наличии» – «по-став» ведет к куда более значительным последствиям. Многократное и постоянное раскрытие «потаенного» ведет к тому, что человек уже не может вернуться к более раннему, исходному раскрытию потаенности и услышать голос более ранней истины. Техника дала в руки человеку чудовищную сверхъестественную силу, поставив его на перепутье добра и зла. При этом угроза человеку идет даже не от губительного действия машин и технических аппаратов. Она носит также нравственный и познавательный характер. Человек без нравственности, своего внутреннего тормоза, способен на самые страшные поступки. Отрицательное воздействие постава же на познавательные аспекты жизни подрывает осознание истины человеком, и он становится в каком-то роде «Иваном, не помнящим своего родства».

Но не стоит терять надежды и отчаиваться, так как изучение бытия техники, ее последствий, в том числе и негативного влияния на человека и общество в целом, таит в себе способы спасения от этих последствий. И, задумываясь, все более углубляясь в размышления о ее недостатках, мы неминуемо находим все новые пути их преодоления. Главное – не сходить с пути размышлений. Где мысль, там и спасение...

УДК 130.2:62

А.Е. ЗАКОЛОДКИН, Т. Л. МИХАЙЛОВА

ПОСЛЕДСТВИЯ ДИНАМИЧНОГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире происходит значительный прогресс техники, имеющий немалые темпы роста. Вследствие этого, в технической реальности человечества появляются все новые функционирующие устройства и технологии их получения, процветает и развивается технoзнание. Это призвано упростить нашу жизнь, насытить ее благами. Как и следовало ожидать, это несет не только положительные, но и отрицательные последствия для человека и общества. Разберемся подробнее в аспектах этого явления.

Понятие техники восходит к временам античности и широко использовалось философами древности, которые отводили ему особое место среди других понятий действия и производства. Технику определяли как знание или способность, направленную на производство, а также как сам процесс производства, посредством которого что-либо реализуется.

Более современный философ, Мартин Хайдеггер, определяет технику, как вид раскрытия «потаенности». При этом он считает, что техника нашего времени также раскрывает потаенное, как и техника прошлых столетий. Но сейчас техника ставит перед природой огромные требования быть поставщиком энергии, которую можно добывать и запасать. Иными словами, выведение из «потаенности», производимое современной техникой, имеет характер добывающего производства. Достаточно ясно некоторые последствия от этого видятся на приведенном им примере ГЭС на Рейне. Речной поток заставляет вращаться турбины, производя электроэнергию. В результате, в системе производства рейнский поток становится лишь инструментом, для приведения в «состоящее в наличии» энергии. В этом контексте уже не электростанция встроена в реку, а река становится составной частью электростанции. Великая река стала лишь частью технической реальности человека, перешла в «состоящее в наличии».

Точно такое же может произойти и с человеком. Человек сам, среди вышедшего из «потаенности» может стать лишь «состоящим в наличии». В том же смысле, как и самолет, готовый перевозить грузы для производства.

Есть и другие опасности огромных темпов развития техники в наше время. Постоянное желание человека из выводить из «потаенного» в «состоящее в наличии» - «по-став» ведет к куда более значительным последствиям. Многократное и постоянное раскрытие потаенного ведет к тому, что человек уже не может вернуться к более раннему, исходному раскрытию потаенности и услышать голос более ранней истины.

Техника дала в руки человеку чудовищную сверхъестественную силу, поставив его на перепутье добра и зла. При этом угроза человеку идет даже не от губительного действия машин и технического аппаратов. Она носит также нравственный и познавательный характер. Человек без нравственности, своего внутреннего тормоза, способен на самые страшные поступки. Отрицательное воздействие поставка же на познавательные аспекты жизни подрывает осознание истины человеком, и он становится в каком-то роде «Иваном, не помнящим своего родства».

Но не стоит терять надежды и отчаиваться, так как пересмотр и изучение недостатков техники, ее негативного влияния на человека и общество в целом таит в себе способы спасения от этих же недостатков. И все более уходя в недостатки, мы находим все новые пути борьбы с ними.

УДК 621.3

С.А. ЗАЛЕПКИНА, Т.Ю. ЗУБКОВА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

РОЛЬ БИОТЕХНОЛОГИЙ В СТАНОВЛЕНИИ КОНСТРУКТИВИСТСКОГО ТИПА МЫШЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Сегодня биотехнологии получили широкое распространение. Биотехнологиям, как роду техники, присуща определенного типа власть над жизнью людей, т.е. био-власть. Понятие «био-власть», введенное в оборот Мишелем Фуко, актуализируется в современных междисциплинарных исследованиях. Оно отсылает к особому рода пространству проблематизации человеческой жизни, сформированное многообразием дискурсивных и внедискурсивных практик биомедицины, занятых производством человека в качестве «субъекта» и «объекта». Био-власть детерминирует индивидуальное самочувствие и самосознание людей, пронизывая их микро- и макросоциальные связи, обещая здоровье, предлагая защиту от патогенных влияний, присутствуя в форме аморфного гетерогенного «матрикса» практик, дающего научно обоснованные технические средства истолкования человеческих проблем, их разрешения.

Говоря о биотехнологиях, имеются в виду, прежде всего биомедицинские технологии, включающие классические методы врачевания (в том числе, психоанализ), его новейшие формы: генодиагностики, генотерапии, клонирования, трансплантологии, экстракорпорального оплодотворения, суррогатного материнства, психофармакологии. Одной из важнейших особенностей современного подхода является его отчетливо выраженный конструктивизм. Не только каждая общая или специфическая черта каждого биологического организма, не только биологический организм как целое, но и каждое человеческое существо воспринимается как в некотором смысле созданное, порожденное, т.е. сконструированное. Именно эта сконструированность открывает возможности и для преднамеренного реконструирования человеческого существа. Поэтому важнейший элемент, определяющий специфическую конфигурацию силового

поля современных биотехнологий, - это дискурс биоэтики. Становлению нового стиля мышления в этой области содействует и рассмотрение аспектов диалектики необходимости и случайности, связанные с переосмыслением места и роли случайности, ее статуса в современной картине мира.

В пределах конструктивистского подхода и этические принципы человеческой деятельности претерпевают изменения. Этика с этой точки зрения не имеет ничего общего с поощрением и наказанием, с указаниями «что я должен делать». В информационном обществе человек как субъект познания и конструирующей деятельности решает сам, что он может делать, что желательно осуществить, исходя из его целей и ценностей, с пониманием собственной ответственности за грядущий результат. Человечество уже имеет печальный опыт воздействия на природу. Как результат этого – невозвратимые экологические последствия. Поэтому важнейший вопрос – это вопрос, как отразится на человеке как индивидууме перспектива выхода жизни за видовые параметры. Каковы последствия в социальном, психологическом, нравственно-этическом аспектах?

Этот выход предполагает существенное изменение человеческого организма с помощью «гомотехнологии», что может угрожать утратой человеческой индивидуальности и идентичности личности. Подобная неоднозначность характерна для большинства вопросов, в том числе и касающихся влияния новейших технологий на различные стороны жизни человека. В данном контексте это является неизбежным, так как привносимые новшества человек не может не использовать в позитивных целях. Однако, к чему может привести неуместное либо чрезмерное вторжение в биологическую материю, точно сказать невозможно.

УДК 001.894.4

В.И. КАЗАКОВА

НЕЭФФЕКТИВНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЙ РОССИЙСКИЙ КОНТЕКСТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Иррациональный выбор, противоречащий логике здравого смысла и жизненным реалиям - перманентное явление российской действительности. «Упорядоченное расходование сущего», способствующее росту и восхождению, для отечественных измерений общественной жизни выступает чем-то непоправимо чуждым. В нашей стране существует мощная, и при этом малоисследованная, традиция неэффективного использования ресурсов - природных, интеллектуальных, технологических. Временной дисбаланс, обрекающий на вечное «запаздывание» и проекты «догнать и перегнать», имеет стойкую тенденцию воспроизводиться в течение многих веков, независимо от государственного устройства, политического режима, господствующей идеологии - или отсутствия таковой. В годы застоя динамизму проектов научно-технической революции противостояла плановая система управления, опирающаяся на мощный бюрократический аппарат. Установление тотального контроля за технологическими процессами зачастую обесмысливало суть любого нововведения. Вознаграждение зависело не столько от качества и уровня предлагаемых решений, сколько от «выполнения плана», что изначально блокировало возможности новых нестандартных научных разработок. Распределение доходов, весьма опосредованно связанное с интенсивностью и качеством труда, вообще естественно для социального пространства, стратифицированного властью, а не собственностью. Новизна - или то, что под ней подразумевается - столетиями была безраздельным уделом инициативы «сверху», стоит ли удивляться, что все современные проекты модернизации опираются на

необходимость иницирующей роли государства, без которой переход на заветные «инновационные рельсы» представляется невозможным.

«Невероятность инновации» - замкнутый круг, заставляющий нас вновь и вновь возвращаться к исходной точке отсчета - тяготению к номенклатуре и бюрократии, препятствующим процессам обновления. При этом явления эти сами по себе воспринимаются и в общественной жизни, и в рамках научного исследования, преимущественно с точки зрения нравственных проблем. Онтология социальной инерции, гносеологические основания российского «иррационального выбора» почти никогда не становятся объектами исследования, в отличие от предполагаемых факторов «революционности» и «созидательных преобразований». Так называемые «инерционные» сценарии развития России рассматриваются исключительно в контексте тупикового варианта, «дороги в никуда». Констатируемое на закате эпохи социализма «незнание общества, в котором мы живем» заставляет нас вновь и вновь воспроизводить и усиливать советские организационные и управленческие практики.

Неэффективность как исторически преемственная проблема российской действительности в полной мере проявила себя в «свободном» предпринимательстве девяностых, где личное и быстрое обогащение заслонило любые рациональные соображения, связанные с расчетами на самое ближайшее будущее. Жизнь, так долго игнорировавшаяся советской идеологией, как распрямляющаяся пружина, смела со своего пути все, что препятствовало локальному, обыденному, повседневному. Вглядываясь во вновь обретенную простоту жизненного пространства, мы обнаруживаем неэффективность - не как ошибку в расчете, но как естественное и закономерно возникающее явление действительности, как «эффект колеи», ограничивающей свободу выбора и, вместе с тем, дающей простор для реализации новых творческих возможностей.

УДК 30.001

В.И. КАЗАКОВА, О.А. БАШКАЕВА

ТВОРЧЕСКИЙ ТРУД: К ПОСТАНОВКЕ ПРОБЛЕМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Концепт «творческого труда» подвергается иногда вполне заслуженной критике. На предметно-понятийном уровне он может быть сведен и к тавтологии, и к оксюмору: творчество и труд могут быть рассмотрены и как синонимы, и как диаметрально противоположные понятия. Любая мысль нова, каждое действие принципиально неповторимо, в самом рутинном и привычном может заключаться неожиданное и внезапное. И труд, и творчество обыденное сознание склонно наделять положительными смыслами, отражающими процесс созидания и добра. Народная мудрость сближает труд как главный ресурс человеческого существования и творчество как источник его нравственного преображения. В то же время традиции античного полиса устойчиво из века в век воспроизводят для нас и радикально иное восприятие труда как сизифова проклятья, которым не может запятнать себя истинно свободный гражданин. Творчество — путь самореализации человека, его подлинный выбор, труд же — мера его «несвободы», принадлежности другим — рабства.

Для нашей современности творческий труд — компромисс постиндустриального общества, в котором, возможно, достигнуто отчасти то состояние свободы от экономических отношений, которой наделялся Марксом коммунизм. Возвращение человеку вечности времени, реализуемое через избавление от «vita activa» — бесклассовое общество, где труд сам по себе стремительно и непоправимо утрачивает

свое значение. В новой «постэкономической» реальности преодолеваются прежние материальные интересы, но бремя духовности едва ли легче пролетарских цепей. Перед лицом информационной стихии, необычайного числа возможностей, которыми мы не в состоянии воспользоваться, еще острее переживаются инерция действия, ригидность мысли. Подлинный интеллектуализм обнаруживает поразительно мало общего со столь востребованной «креативностью», включающей в себя, например, высокую степень адаптации к быстро меняющимся условиям. Природа маргинализации трансформировалась отнюдь не в лучшую сторону: в наши дни вытеснение на «обочину» общественной жизни носит гораздо более радикальный характер. Демаркационные линии социального пространства определяются уже не антитезой богатства и бедности, они постепенно также утрачивают прямую связь с принадлежностью к власти. Неспособность к тому же «творческому труду» — критерий гораздо более ригидный и негуманный — он апеллирует к генетически заложенным механизмам самореализации, преодолеть влияние которых — несравненно более сложная задача, нежели в случае собственности и власти. Социальное действие как таковое становится весьма опосредованно связанным с возможностями материального и духовного восхождения, оно не столько раскрывает потенциал современного человека, сколько обрекает его на раз и навсегда заданные социальные позиции.

Постулируя необходимость творческого труда, мы не определяем, возможно, самого главного — его *меры и границы*, его соотношения с *рутинным* и *обыденным*. В современной научной литературе практически не исследуется *диалектика* творческого и нетворческого, природа их соотношения и взаимодействия. Неопределенность в данном вопросе является существенным препятствием на пути построения адекватных стратегий российской модернизации, прежде всего — в экономической сфере.

УДК 621.3

А.В. КРУГЛОВ, Т. Л. МИХАЙЛОВА

ОТ ИСТОРИИ РАДИОТЕХНИКИ – К ПРИЧИНАМ КРИЗИСА ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева

Совершенствование методологической базы радиотехники как одной из технических дисциплин, дающих начало новым техническим наукам, с одной стороны, а с другой, – ее стремительное проникновение в повседневность, сопровождающееся падением интереса к инженерному творчеству, – все это детерминирует необходимость ретроспективного погружения в историю этой науки. История радиотехники, как и история любой науки, есть некий «резервуар подсказок» на вопросы, выдвигаемые самой жизнью. Радиотехника всегда развивалась стремительно. Радиоустройства вызывали интерес, как у профессиональных инженеров, так и у радиолюбителей.

7 мая 1985 года – дата рождения радиотехники, совпадающая с изобретением радиотелеграфии А.С. Поповым, творившим в рамках классической рациональности; имея на вооружении теории Фарадея, Максвелла, Герца – он создал прибор беспроводной передачи информации, положивший начало новому направлению. Одновременно с Поповым Г. Маркони создал радиоустройство. Попов и Маркони – та точка отсчета, с которой стали эффективно вводиться в эксплуатацию радиотехнические устройства, в том числе налажена регулярная трансатлантическая радиосвязь.

Начало XX века – это уникальное время; менялась жизнь, и радиотехника в том числе. С появлением неклассической науки в радиотехнике появляются новые направления: радиолокация, радионавигация, телевидение, радиопередающие и радиоприемные устройства, системы радиоуправления, мультимедийные системы. На смену искровым радиопередатчикам пришли дуговые, а затем ламповые и транзисторные; для генерирования и усиления электромагнитных колебаний используют квантовый метод; лазеры нашли практическое применение. Раньше инженеры увлекались радиотехникой с юности; было популярным радиолюбительство. 20-х годы XX века – это время кружков радиолюбителей не только в СССР, но и Западной Европе, которые сами собирали радиоприемники по схемам. С 1924-го года в РСФР выходит первый номер журнала «Радио», помощник радиолюбителей.

Но к концу XX века интерес к радиотехнике и научно-техническому творчеству угасает, что парадоксально в условиях прогресса. Хотя интерес к новинкам потребительской электроники не угасает, а возрастает. Люди следят за выпуском современных «гаджетов», не вдаваясь в понимание принципов их функционирования. Причина этого – отчасти в изменении элементной базы радиотехники, произошедшей во второй половине XX века. Инженерная деятельность обретает новые черты: происходит деперсонализация, дематериализация творчества. Микросхемы, миниатюризация, компьютерная техника, дающая радиотехнике инструменты конструирования. Происходит развитие вычислительной техники и компьютерного проектирования, но у виртуального моделирования есть недостатки, один из которых – неполнота знаний. Решение задачи с помощью усложнения модели приводит к обработке более сложной и менее точной информации. Инженер-разработчик непосредственно связан с компьютерным моделированием, ибо это минимизирует затраты, увеличивая эффективность. Достижения в области проектирования и наукоемких устройств должны бы привлечь молодежь, но к 90-м г.г. XX века в США интерес к радиолюбительской электронике тоже падает: закрывается радиожурнал Ham Radio, издаваемый с 1968 года. Это общий маркер психологического момента: «проще и быстрее купить, чем собирать самому». Так, увлечение схмотехникой радиоинженеров начала и середины XX века отстывает перед реалиями общества потребления.

УДК 621.3

Ю.М. ЛУКЬЯНОВА, Т. Л. МИХАЙЛОВА

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОТЕХНОЛОГИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Будучи действенным инструментом на службе человечества, биотехнологии приобретают особую актуальность в наши дни, иницируя своими успехами философские дискуссии о судьбах человечества. В частности, представляет интерес сравнение существующих философских воззрений как некой теоретической «площадки», позволяющей начать разговор о контурах дальнейшего развития человеческого общества.

Биотехнологии – это дисциплина, изучающая возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом геной инженерии.

Есть философы, считающие, что биотехнологии могут привести человечество в постчеловеческое будущее, а другие, наоборот, полагают, что за биотехнологиями будущее человечества. О негативном влиянии биотехнологий на развитие человечества писали, в частности, Ф. Фукуяма и Л.Р. Касс. Так, разделение общества на «генетически бедных» и «генетически богатых», нецелесообразное продление жизни, не сопровождающееся улучшением ее качества, по мнению Ф.Фукуямы, - не есть истинный путь развития человечества. В свою очередь, положительное влияние достижений биотехнологий на человечество рассматривает И. В. Вишев, интерпретирующий феномен жизни, как некой самооценности, которую необходимо увековечить и сохранить. Многообразие этих точек зрения вписывается в извечное противостояние сциентизма и антисциентизма.

Безусловно, эти позиции имеют право на существование. Сравнивая мнения известных философов, можно сказать, что каждый из них прав по-своему, и однозначно принять ту или иную сторону невозможно, особенно если ты сам собираешься пополнить ряды естествоиспытателей. Поэтому, постановка вопроса о будущем человечества в заостренной форме – это своеобразный «повод»! выхода на территорию философско-методологических проблем. Это тем более актуально, что сама практика применения биотехнологий в различных сферах, касающихся человеческой жизни, решая прикладные задачи, трансформируется в плоскость этическую. Это относится и к таким сугубо прикладным сферам, как продление жизни человека при помощи выделения ДНК, стволовых клеток, клонирования отдельных элементов человеческого организма. Все эти задачи прикладного характера напрямую связаны особенностями науки на современном этапе: постнеклассическая наука все ближе и ближе к человеку. Эта ведет к трансформациям самого общества, изменением его привычных конфигураций.

Итак, главная задача, которую решает человечество – победа над смертью. Это проблема ученых, а формирование социальности при новых открывающихся возможностях науки на ее стадии технауки – это задача уже этическая, требующая подключения философского сообщества. Пожалуй, главный вопрос, возникающий при этом: может ли человек, применяя достижения биотехнологии, изменить природу самого человека? И если ответ на этот вопрос утвердителен, то следом возникает следующий этический вопрос: что же тогда произойдет с социальной структурой человеческого общества, его ценностными основами?

Мнения философов на оценку роли биотехнологий позволяют проблематизировать ситуацию, осуществив перевод проблемы в плоскость этического дискурса, что конструктивно, ибо наука вторгается в сокровенное ядро человеческого бытия, отнимая у него его же естество. На основе сравнения подходов можно сделать вывод: основная задача разработок биотехнологии – это не замена человека «суперчеловеком», а оказание максимальной помощи, как в интеллектуальном, так и в физическом развитии человека.

УДК 621.3

Е.В. МАРКОВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

МИФ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ – ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ НАУЧНОЙ РАЦИОНАЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Просветительский подход, принижающий миф, уходит в прошлое. Сегодня интересны другие подходы, квинтэссенция которых – выяснение места мифа в

культуре, его взаимодействия с наукой. Цель этих тезисов – рассмотрение миф в контексте современного программирования; основание сравнения – каноны научной рациональности. Взаимодействие мифа и программирования – это то, что актуально. Миф и наука находятся в тесном взаимодействии, о чем писал еще А.Ф. Лосев: «наука не рождается из мифа, но наука не существует без мифа, наука сама насквозь мифологична». Несмотря на различия мифа и науки, они имеют общие черты. К. Хюбнер, выделял уровни построения науки: априорные сведения; факты; наука непосредственно. Он отмечал, что при переходе от фактов к теории значимой является личность исследователя, процесс истолкования им фактов. В зависимости от процесса истолкования фактов образуются разные теории. Теория, опирающаяся на опытную систему, проходит этапы. Данная схема применима и мифу, проходящему те же этапы его формирования. У Хюбнера есть пример анализа мифа о Персее, которому явилась Афина. В зависимости от толкования, действия описываются как с мифической, так и с научной точки. Чаще именно толкование продуцирует данность науки или мифа, основывающихся на одних фактах. Отметим, миф – такая же опытная система, как и наука; т.е. миф, как и наука, может опираться на эмпирическую основу.

Если вернуться к программированию, то в нем есть та же схема. При разработке программы – знания о предметной области формализуются. Процесс формализации – это тот же процесс толкования, в результате которого возникают модели. Другой пример – парадигмы программирования. На основе эмпирических данных возникают разные модели программирования: функциональная, объектно-ориентированная, императивная. Особенности программирования: а) высокая скорость развития этой сферы; б) сложность систем. Эти свойства выводят на общее для наук – проблему поиска основания. В программировании эта проблема имеет вид от «почему моя программа не работает» до «в чем смысл искусственного интеллекта». Кстати, эти особенности мешают человеку решить проблемы «привычным» способом, т.е. логикой. Пример ситуации: у пользователя не работает ПК, вызывается системный администратор, совершающий действия, непонятные пользователю. Результат – магическое подчинение системы. Эта «немагическая магия» – основа формирования мифов о ПК и компьютерных специалистах. Другой пример – сложно-обнаруживаемая ошибка в ПО. В силу сложности систем дефекты трудно диагностировать, в то время как действия могут «замаскировать» внешнее проявление программного дефекта. Возникает миф: «пересборка исходного кода решает проблему», а проблема-то сокрыта. Появившись, миф живет в умах специалистов.

Удивительно, как мифы, поднятые более сорока лет, например, Ф. Бруксом, популярны сегодня. Есть мифы, связанные с популярностью методологий разработки ПО (Agile, Lean). Погоня за трендами, опережение конкурентов – причина этих мифов. Миф в разработке ПО – удивительное средство абстракции, облегчающее ее восприятие в целом. Основа программирования, как и математики – абстрагирование. Программная модель, на основе которой строится ПО, есть абстракция. Но парадигмы программирования, эти схемы представления предметной области – это ярчайшие примеры бытия мифа в компьютерных науках, дополняющие абстрагирование. Так миф, будучи латентным свойством программирования, дополняет разум во всех его проявлениях. Торжество принципа дополнительности продолжается и в программировании.

НАНОТЕХНОЛОГИИ: ОТ ИСТОКОВ ДО МАССОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексева

Нанотехнологии – удивительный феномен нашего времени. Удивительный – не только возможностью появления новых вещей и технологий, работающих на благо и здоровье человека, удовлетворения его эстетических потребностей, но и необычный – вследствие неоднозначности обсуждаемых в литературе перспектив развития нанотехнологий. Поэтому обращение к их истокам, как и всякое исследование истории вопроса, позволит понять перспективы их внедрения в повседневную жизнь. Целью тезисов является исследование становления и развития этого направления как основания прогнозов их будущего развертывания и реализации.

Истоки нанотехнологий восходят к временам Р. Фейнмана и Э. Дрексlera, которые впервые заговорили о них в середине XX века. Р. Фейнман предвосхитил появление нанотехнологии в 1959 году, а Э. Дрекслер в книге «Машины созидания» представил основные принципы нанотехнологии. В ней говорится о необходимости создания наномашин («ассемблеров»), способных манипулировать с атомами и молекулами «поштучно». Ассемблеры должны самовоспроизводиться, осуществлять «самосборку, то есть репликацию или тиражирование. Молекулярные ассемблеры – это и «машины изобилия», и «машины исцеления», так как находящиеся в крови человека наномеханизмы обеспечат его абсолютное здоровье. Дрекслер в качестве основных кандидатов для изготовления конструкций наномеханизмов рассматривает материалы на основе углерода. Нанотехнологии могут применяться почти во всех сферах жизни человека: медицина, химические производства, производство товаров народного потребления. Можно выделить три методологических принципа: а) редуccionизм (позволяет понять сложные физические процессы на более простом уровне, доступном каждому человеку); б) трансдисциплинарность (нанотехнологии затрагивают все сферы человеческой жизни, оказывая влияние на физику, химию, медицину, биологию, социологию, психологию); в) активизм (конструирование субъектом объекта).

Естественно, все эти принципиально новые приспособления и технические устройства, пик которых ожидается в будущем, в эпоху активного развития нанотехнологий, приводят к кардинальному изменению смысла человеческой жизни; трансформируется само понимание смысла жизни в силу возможного увеличения продолжительности жизни. Кроме огромного влияния, которое оказывают нанотехнологии на экономику и производство, они также способны, как видим, значительно изменить социокультурное существование человека.

Если наномашин Э.Дрексlera могут делать все, что угодно, то они вполне могут сделать и то, что опасно и даже губительно вообще для человечества. Эта проблема получила название – проблема «серой слизи». На данном этапе не представляется возможным оценить экологический вред использования нанотехнологий. Возможно, нанотехнологии – это принципиально новые загрязнители. Так или иначе, но освоение новых технологий открывает перед человечеством как неизвестные перспективы, так и возможности создания разрушающей силы. В результате совместных усилий, предпринятых ведущими странами, был разработан *принцип предосторожности*, который регламентирует применение нанотехнологий в повседневной жизни человека. Применение нанотехнологий сопряжено с определенными *рисками*, поэтому перед внедрением нанотехнологий в массовое производство необходимо проанализировать возможные негативные последствия, которые могут повлечь их применение. Таким образом, можно сделать вывод, что

нанотехнологии действительно способны перевернуть жизнь человека, но чтобы эти изменения привели к улучшению качества жизни, человечество должно уже сейчас задуматься о возможных опасностях, которые несет появление нового.

УДК 621.3

А.М. ПЕТРЕНКО, Т. Л. МИХАЙЛОВА

ИДЕЯ ВЕЧНОСТИ РАЗУМА: КОНСТРУКТ НАУКИ ИЛИ ИДЕОЛОГЕМА ФИЛОСОФИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Появление человека во Вселенной – это появление наблюдателя, способного осознать красоту и сложность космоса, выдвинувшего идею уникальности Сознания, Разума на эволюционном пути Вселенной. Материя прошла путь самоорганизации: от хаоса до сложных биологических структур, обладающих сознанием.

Исследователи и философы по-разному смотрят на роль разума в судьбе Вселенной, но в одном сходятся: невозможно представить, чтобы сознание смирилось с тем, что однажды все живое в мире угаснет. Разум должен стремиться обеспечить себе существование в Вечности. Каков же путь цивилизации, чтобы достичь этой цели? Над этим вопросом всегда размышляли ученые и философы. Одним из первых о цели человечества рассуждал Н. Федоров, выдвинувший учение о победе человечества над главным врагом – смертью; посредством технологий люди смогут воскресить сознание прародителей, объединившись с ними. Он полагал, что перед восстановленным человечеством лежит путь к освоению космического пространства, в котором человек есть сила, противостоящая разрушению Вселенной. Его последователь – К. Э. Циолковский, идеолог распространения разума во Вселенной, сторонник освоения планет и искусственно созданных объектов Солнечной системы.

Интересен подход астронома Н.С. Кардашева, давшего метод количественной оценки цивилизаций, по которому есть четыре типа цивилизаций, различие которых – объем потребляемой энергии. В частности, есть цивилизации нулевого типа, находящиеся на первом этапе космической экспансии, но уже использующие большую часть ресурсов планеты. Их аналог – человечество в начале XXI века. Далее цивилизация I типа – планетарная цивилизация, использующая ресурсы планеты полностью; другие тела звездной системы – это ее колонии, ресурсы. Этот тип прекратит существование вследствие катастрофических изменений. Первый тип Кардашева – это образ будущего человечества на ближайшие века. Нет технологий, но уже видны пути к ним. Возможно, помогут концепции транс-и постгуманизма, позволяющие человеку быть в гармонии с технологиями. Но переход на новый уровень – это уже совершенно другие масштабы. Цивилизации типа II редки и существуют много тысяч лет; они уже смогли осуществить межзвездные путешествия, заселив планеты звезд. Чтобы получать такие объемы энергии им приходится прибегать к строительству астроинженерных сооружений, звездных машин (сфера Дайсона или двигатель Шкадова). Следующая – цивилизация III типа – использует энергию галактики. Это редкость, даже на вселенском масштабе. Чтобы достигнуть этого уровня, им придется применить идеи освоения космоса, предложенные Дж. фон Нейманом: самовоспроизводящиеся машины, колонизирующие гигантские звездные скопления. Немецкий писатель Х. Каутц, продолжая логику Кардашева, пошел дальше, выдвинув цивилизации IV типа, использующие весь объем доступной энергии галактических скоплений. А далее – цивилизация V типа, имеющая доступ ко всей энергии Вселенной, вследствие этого изменяющая некоторые ее физические константы.

Разум на этом уровне – это разум, не связанный с материальными оболочками (компьютрониум) – гипотетическое вещество; облака такого квантового сознания простираются на гигантские расстояния, охватывая галактические кластеры.

Итак, идея вечности разума как предмет размышлений ученых и философов – это предел их мечтаний или конечная цель фундаментальной науки. Думается, антропный принцип есть ключ к ответу на этот, отнюдь не риторический вопрос: если Вселенная не наблюдает сама себя, ее существование лишено смысла. Именно от разума как решающей космологической силы, зависит существование цивилизации, какого бы типа она не достигла.

УДК 101:378

О.С. ПЕТРОВА

АУТОПОЭТИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ В ПОДГОТОВКЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наука начала эпохи Просвещения, подразумевающая классическую научную парадигму, представлялась в виде суммы накопленных знаний. Ее главной задачей было построение системы универсальных линейных законов, вычленению части из целого. Современность, во всей ее многогранности и усложненности, требует постнеклассической научной парадигмы, где мир представлен масштабной коммуникацией в единстве различий – сетевыми взаимодействиями, обусловленными теорией самоорганизации. Это условие рождает не только потребность в междисциплинарном дискурсе, но и в создании единого интерактивного научного пространства, способствующего бесконечному получению и обновлению знаний. Другими словами, обществу необходим новый подход к системе образования, при котором человек был бы ее активной частью в течение всей своей жизни.

С особым значением потребность в построении сетевого образовательного процесса раскрывается для инженеров. Если для ученого XVIII в. первичным было преимущество изобретения, то современному инженеру необходимо не только создавать, но и заранее предугадывать негативные системные последствия своих разработок. Именно с уровнем развития самостоятельности мышления связана возможность формирования стратегии жизнедеятельности, способность конструировать и моделировать процессы, проектировать и прогнозировать будущее. Такой переход от обладания знанием к его «бытию», обеспечивает и развитие современной экономики, так как ориентирует на инновационное развитие.

Характерной чертой аутопоэтической системы является ее двойственность, которая проявляется в одновременном функционировании как открытой системы - взаимодействие с окружающей средой, и закрытой системы - организационно замкнутым взаимодействием компонентов системы между собой. Основой сетевой интерактивной коммуникации является подлинный диалог (в том числе внутренний). Истина такого диалога заключается в том, что каждая из сторон признает собеседника в качестве уникальности, самоценности, имеющей право на свои суждения относительно всего в мире. В нем заложена идея, согласно которой, знания невозможно обрести в готовом виде, можно лишь создать условия для их самовозрастания. В результате, особое значение приобретает не столько сама истина, сколько процесс движения к ней. Именно в условиях диалогичности образования становится возможным слияние разнородных элементов в одно целое, но с сохранением их индивидуальной идентичности. В этой полифонии реализуется возможность переноса знаний и идей из

одной сферы жизни в другую и тем самым – создание почвы для новых интеграций, новых путей теоретического синтеза и практической деятельности.

Основываясь на принципе системных самоорганизаций, И. Иллич выделяет четыре необходимых типа источников знаний: вещи и материальная среда, модели поведения, помощь старших, контакт со сверстниками, исходя из которых, он предлагает «сетевую» модель образования, где накапливается и регулярно обновляется информация, неизбежно проходящая качественную фильтрацию. Немаловажно, что эта модель подчеркивает значимость индивидуальной свободы в межличностном общении, взаимопомощи и сотрудничества, ведь образование современного инженера немыслимо без аутопоэтической организации, так как способность к изменению себя и окружающих обстоятельств, конструирование реальности, созидание образовательных коммуникаций, формирование диалогического научного сообщества способствуют не только раскрытию личности, но и открывают новые научные горизонты.

УДК 621.3

А.Е. РОГОЖИН, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ФЕНОМЕНА САМООРГАНИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СИНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексева
Дзержинский политехнический институт

Под самоорганизацией понимают процесс упорядочения элементов одного уровня в системе за счет внутренних факторов, без внешнего специфического воздействия. В результате данного процесса появляются единицы следующего качественного уровня. Можно ли ожидать явление самоорганизации в химических системах? Мысленно химическую реакцию можно представить так: во всех направлениях в пространстве несутся молекулы веществ, случайным образом сталкиваясь друг с другом. В такой картине, как кажется, не остается места для самоорганизации, поэтому открытие Белоусовым автоколебания в химических системах было встречено в научных кругах скептически, его открытие не было признано современниками. Опубликовать результаты исследований данных реакций он смог только в сокращенном виде спустя восемь лет. В дальнейшем работа в данном направлении была продолжена Жаботинским. Он предложил первое объяснение механизма реакции и простую математическую модель, которая была способна демонстрировать колебательное поведение. Открытие реакции Белоусова-Жаботинского фактически дало толчок развитию синергетики и привлекло внимание исследователей к изучению феномена самоорганизации химических систем.

В настоящее время существуют два теоретически разработанных подхода в оценке физической сущности явления самоорганизации в открытых химических системах. Первый подход – это подход И. Пригожина, или нелинейная термодинамика, объединяющая термодинамику и химическую кинетику, моделью которого является «брюсселятор». Второй подход связывают с именем А. Руденко, так называемый эволюционный катализ, являющийся аналогом биологического понятия естественного отбора. Оба этих подхода равноправны в оценке антиэнтропийной природы процесса самоорганизации, но серьезно различаются в понимании условий, причин и движущих сил самоорганизации, в объяснении механизма и установлении меры самоорганизации.

Согласно подходу Пригожина, причиной самоорганизации считается диссипация, а движущей силой – отрицательная энтропия, поглощаемая открытой

системой из окружающей среды при обмене веществ. Происхождение самоорганизации связывается с потоком энергии, который при переходе к энтропийному выражению понимается как производство энтропии. При этом строится термодинамика необратимых процессов, согласно которой условием самоорганизации является отрицательное значение изменения энтропии системы за время, т.е. необходим приток «отрицательной энтропии» из внешней среды, перекрывающий производство энтропии внутри системы.

В подходе эволюционного катализа главным условием самоорганизации является неравновесность, причиной – полезная работа против равновесия, а движущей силой – часть свободной энергии обменного процесса, используемая на внутреннюю полезную работу при максимальном рассеянии свободной энергии обменного процесса. При этом показано, что самоорганизация прямо зависит от потока энергии, используемого на внутреннюю полезную работу против равновесия и являющегося ее мерой. То есть, степень самоорганизации системы зависит от коэффициента полезного использования энергии, освобождаемой в обменном процессе. Теория эволюционного катализа показывает, что на эволюционные превращения систем затрачивается энергия; т.е. каждое эволюционное изменение есть процесс самоорганизации, использующий часть энергии.

Данные подходы в интерпретации феномена самоорганизации химических систем дали возможность рассматривать и решать на количественном уровне не только проблемы самоорганизации, но и прогрессивной химической эволюции, а также возникновения жизни.

УДК 165

А.Ю. ТУРУСОВ, В.А. ЧИРКОВ

ПОНЯТИЕ ФЛОГИСТОНА И РАЗВИТИЕ ХИМИИ

Нижегородский государственный технический университет

В XVII в., после изобретения парового двигателя, астрономы, алхимики и естествоиспытатели, наряду с поисками философского камня и эликсира молодости, пытались найти объяснения различным явлениям. Одним из таких явлений – горение. Согласно онтологической картине XVII в. полагалось, что всякое вещество содержит в себе огненный элемент, и если его количества достаточно, то вещество подвержено горению, в результате которого огненный элемент улетучивался, а от вещества оставались продукты горения (зола, окалина или прочие элементы стихии земли). В теорию верила целая плеяда блестящих химиков, начиная от Р. Бойля и заканчивая А. Лавуазье. В начале XVIII в. Г. Э. Шталь назвал огненный элемент флогистоном и расширил границы этой теории.

Флогистон (от греч. φλογιστός — горючий, воспламеняемый) гипотетическая «сверхтонкая материя» — «огненная субстанция», якобы наполняющая все горючие вещества и высвобождающаяся из них при горении.

Введение флогистона связано с тем, что одним из основных вопросов, связанных с горением, является возникновение пламени и тепла, которые не попадали ни под одну классификацию материи, существовавшую на тот момент.

В процессе развития теории флогистона, на ее основе так же старались объяснить процессы коррозии металлов. Вначале металлическую руду плавил, обогащая ее флогистоном, высвободившегося в результате горения угля. Но с течением времени флогистон улетучивается из металлов, оставляя ржавчину.

В попытках выделить флогистон химики исследовали воздействие кислоты на металл и пытались определить выделяющийся газ, который первым собрал и исследовал Г. Кавендиш. Будучи сторонником теории флогистона, он принял газ за чистый флогистон, т.к. при сгорании он давал только свет и тепло. Но впоследствии это заблуждение было развеяно А. Лавуазье, а газ назван водородом.

При попытках выделить флогистон ученые открывали явления, связанных с горением. Например, было замечено, что горение прекращалось не только после того, как все сгорит, но и когда заканчивался воздух. Первоначальное объяснение попытался дать К. Шееле. Будучи сторонником теории, он разделил воздух на две компоненты: «огненный воздух» и «негодный воздух». Согласно его идее, «огненный воздух», поглощая флогистон, поддерживал реакцию горения, и, улетучиваясь, оставлял после себя «негодный воздух», который препятствовал горению. Опираясь на теорию Шееле, были найдены азот и кислород, которые и были приняты за «негодный воздух» и «огненный воздух» соответственно.

Противоречия между сторонниками и противниками теории флогистона дали толчок для развития теории сохранения массы, а после исследования кислорода Лавуазье выдвинул свою теорию окисления на основе кислорода, которая объясняла само горение, исчезновение «огненного воздуха» и различия в изменениях массы при горении и окислении. Не смотря на то, что Лавуазье был сторонником теории флогистона, он показал, что ученые исходили из неверных оснований. В итоге, раз горение доказывалось без необходимости участия флогистона, то и теория флогистона в результате оказалась неустойчивой.

Не смотря на то, что впоследствии теория флогистона оказалась ошибочной, на ее основе были обобщены ряд реакций, которые помогли продвинуть химию XVIII века далеко вперед. Был дан толчок развитию идей сохранения массы и энергии, а сама теория флогистона уступила место новой теории кислородного горения.

УДК 330

В.В. ХУДЯКОВ

ЭФИР И РАЗВИТИЕ НАУКИ

НГТУ им. Р. Е. Алексеева

В 1618г. французский философ, физик и математик Рене Декарт предложил рассмотреть эфир в качестве материального переносчика света. По его представлениям, свет является сжатием, распространяющимся в идеально упругой среде (эфире), которая заполняет все пространство. С тех пор идея эфира прочно вошла в научный оборот, особенно в трудах Ньютона, Френеля, Максвелла, Лоренца. Антология эфира достигла кульминации в XIX веке, когда Максвелл, опираясь на созданную им модель эфира, получил фундаментальные уравнения электродинамики.

К началу XXв. сложились два взгляда на эфир: либо он увлекается движением тел, либо не увлекается. Из концепции неувлекаемого эфира следовало неравноправие инерциальных систем и существование привилегированной системы отсчета называемой абсолютной. Эксперименты, призванные выявить такую систему отсчета и скорость относительно нее, были выполнены Майкельсоном, Морли и их последователями, и продолжались на протяжении всего столетия. Эксперименты дали нулевой результат: движение Земли относительно эфира не выявлено. Это интерпретировалось, как доказательство отсутствия эфира, несмотря на попытки Лоренца объяснить нулевой результат сокращением размеров тел вдоль движения. Ожидаемый результат в этих опытах рассчитывался по законам классической механики, поскольку на-

учная общественность не имела другого аппарата для оценки опыта, на момент его проведения. Однако следует подчеркнуть некорректность применения этих законов для случая распространения света в эфире. Главная особенность классической механики – это требование мгновенности распространения взаимодействий, т.е. законы этой механики справедливы только при условии малости скоростей движения по сравнению со скоростью света. Следовательно, все скорости движений, входящие в ньютоновскую формулу сложения скоростей, также должны удовлетворять этому условию. При расчете опыта Майкельсона–Морли это условие оказалось выполненным только для скорости Земли, второе слагаемое – скорость света – этому условию явно не удовлетворяет. Таким образом, применение механики Галилея–Ньютона незаконно, поскольку нарушает границы ее применимости. Для расчета опыта нужна иная механика, отличная от классической и релятивистской. Основу этой новой механики составляют существование абсолютной системы отсчета, связанной с эфиром, и вытекающее отсюда неравноправие инерциальных систем. В итоге некорректной интерпретации опытов Майкельсона – Морли, завершившейся построением специальной теории относительности, был теоретически оформлен отказ от концепции эфира, а вместо эфира, с развитием квантовой теории поля, появился термин «физический вакуум».

УДК 519.85

Е.Л. АВЕРБУХ¹, О.Е. КУРКИНА^{1,2}, А.А. КУРКИН¹

О ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАХВАЧЕННЫХ ВОЛН В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ

1 – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

2 – НИУ – Высшая школа экономики, Нижний Новгород

Наиболее сильное влияние на формирование береговой линии, изменчивость вдольбереговых течений, динамику загрязняющих веществ и примесей, перераспределение энергии в прибрежной зоне морей и океанов оказывают захваченные волны: волны Кельвина, континентальные шельфовые волны, волны Пуанкаре и др. Вблизи берега на захваченные волны приходится 95 – 98% энергии, которая может передаваться вдоль берега на большие расстояния без существенных потерь. До сих пор остается открытым вопрос о причине их гораздо более высокой энергонасыщенности по сравнению с волнами открытого океана, несмотря на то обстоятельство, что область захвата волн, как правило, занимает лишь 5 – 10% площади океана

Моделирование гидродинамических процессов, обусловленных захваченными волнами, проводится разными группами во многих научных организациях и университетах (например, в США, Англии, Германии, Украины, Канады и России). Однако на сегодняшний день не создано программного комплекса, сочетающий в себе функционал работы с захваченными волнами (как с частными аналитическими решениями, так и с численным моделированием); возможности моделирования и идентификации захваченных волн в прибрежной зоне и оценки воздействия этих волновых полей на прибрежную зону. В связи с этим, необходимость разработки и внедрения программно-аналитического комплекса моделирования и прогнозирования динамики опасных морских явлений, вызванных захватом волновой энергии в шельфовой зоне, представляется очевидной.

Целью данной работы является создание инновационного высокотехнологичного многоцелевого программного комплекса для моделирования и прогнозирования параметров различных типов захваченных волн и индуцированных ими физических процессов. Программный комплекс включает усовершенствованные математические модели для описания топографических захваченных волн, а также их численные реализации на основе неявных конечно-разностных и псевдоспектральных схем. Особое внимание уделяется идентификации захваченных волн в общем волновом поле, а также оценке их вклада в различные физические процессы, происходящие в шельфовой зоне.

Представленные результаты поисковой научно-исследовательской работы получены в рамках ФЦП «Научные и научно – педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (соглашение № 14.В37.21.0642) и стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющих перспектив-

ные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-202.2013.5).

УДК 519

А.С. БАЖАНОВ, С.Н. АЛЕКСЕЕНКО

ПОСТРОЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АРГУМЕНТА ДЛЯ ДИССИПАТИВНОГО УРАВНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ДИСЛОКАЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе Алексеенко С.Н. на основе теории упругого кручения и динамики дислокаций для скалярной плотности дислокаций $V(t, x_1, x_2, x_3)$ было выведено нелинейное дифференциальное уравнение вида.

$$\vartheta_t + \alpha(\vartheta)(\nabla\vartheta)^2 + f(\vartheta) = 0 \quad (1)$$

где

$$(\nabla\vartheta)^2 = (\partial_{x_1}\vartheta)^2 + (\partial_{x_2}\vartheta)^2 + (\partial_{x_3}\vartheta)^2$$

Для сильно прогнутых однонаправленно деформируемых тонких пластин уравнение (1) принимает вид

$$\frac{\partial\vartheta}{\partial t} + \frac{\delta}{v^4} \left(\frac{\partial\vartheta}{\partial x}\right)^2 + \vartheta A = 0 \quad (2)$$

Где $\delta = const > 0, A = const > 0$. Для уравнения (2) задаются начальные условия

$$\vartheta(0, x) = \varphi(x), -R \leq x \leq R \quad (3)$$

С помощью метода дополнительного аргумента доказывается, что при определенных условиях на $\varphi(x)$ задача Коши (2)-(3) имеет решение на любом отрезке $[0, T]$ изменения переменной t . В процессе применения метода дополнительного аргумента задача Коши (2)-(3) преобразуется к выражению:

$$w_0(s, t, x) = \frac{\varphi(x + 2\delta \int_0^s \vartheta(\tau, t, x) d\tau) e^{-As}}{\sqrt{1 + \delta \varphi^3(x + \int_0^s \vartheta(\tau, t, x) d\tau) \int_0^s \vartheta^3(\tau, t, x) e^{-A\tau} d\tau}} \quad (4)$$

И уравнению

$$w_0(s, t, x) = \frac{\varphi'(x + 2\delta \int_0^s \vartheta(\tau, t, x) d\tau) e^{3As}}{\varphi^4(x + \int_0^s \vartheta(\tau, t, x) d\tau)} \quad (5)$$

И у

Решение исходной задачи является функция $\vartheta(t, x) = w_0(t, t, x)$

В качестве примера строилось численное решение задачи при $\varphi = (-x + 1)(x - 11 + 100), \delta = 0.1, A = 1$

Выбранная функция $\varphi(x)$ и параметры α, A удовлетворяет тем условиям, которые обеспечивают существование нелокального решения, а изменение полученного решения ростом t совпадает с геометрическими выводами, которые следуют из соотношений (4)-(5).

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ БРИЗЕРОВ
ВНУТРЕННИХ ВОЛН В УСЛОВИЯХ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НЕОДНОРОДНЫХ
ТРАСС (НА ПРИМЕРЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ)**¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²НИУ ВШЭ – Нижний Новгород

Для изучения возможных сценариев трансформации бризер-солитоны в условиях горизонтально-неоднородной акватории Балтийского моря была выбрана трасса вблизи о. Готланд (между точками с координатами $18^{\circ} 91'$ в.д. $56^{\circ} 1'$ с.ш. и $18^{\circ} 35'$ в.д. $55^{\circ} 68'$ с.ш.). Балтийское море является бесприливным и в нем нет сильных течений, поэтому направление распространения солитонов и бризеров внутренних волн определяется источником генерации и может быть произвольным. При движении вдоль выбранного маршрута в летний сезон параметры нелинейного эволюционного уравнения Гарднера изменяются следующим образом: коэффициент квадратичной нелинейности всюду положителен, тогда как коэффициент кубической нелинейности меняет знак на отрицательный. В этом случае слабонелинейная теория длинных внутренних волн предсказывает возможность смены волновых режимов: до точки смены знака коэффициента кубической нелинейности (положительные значения) могут существовать солитоны и бризеры, а после прохождения критической точки – только уединенные волны. Проведено моделирование процесса трансформации бризер-солитоны с помощью программного комплекса для моделирования внутренних гравитационных волн «IGW Research», позволяющего численно решать полнонелинейную систему уравнений гидродинамики невязкой несжимаемой стратифицированной жидкости в приближении Буссинеска. Для генерации полнонелинейного локализованного волнового пакета начальное возмущение волновых полей было задано в виде бризера уравнения Гарднера, гидрологические данные, необходимые для инициализации модели были взяты из атласа GDEM для июля. Показано, что в процессе трансформации из полнонелинейного бризера на выбранном участке акватории Балтийского моря после прохождения критической точки генерируется последовательность уединенных волн разной амплитуды, как это было предсказано слабонелинейной теорией. Учет силы Кориолиса оказывает существенное влияние на процесс трансформации локализованного волнового пакета: перестройка бризера в этом случае происходит с более интенсивным отделением дисперсионных «хвостов», разрушение полнонелинейного бризера происходит раньше, чем в модели без учета вращения Земли. Стратификация плотности вдоль выбранного маршрута различна в летние и зимние месяцы, поэтому характер волновой динамики может существенно изменяться в зависимости от сезона. Для характерной стратификации плотности в январе коэффициент кубической нелинейности всюду отрицателен, что делает невозможным генерацию и распространение бризеров на данном маршруте. Так как коэффициент квадратичной нелинейности положителен, вдоль трассы могут распространяться солитоны положительной полярности, у которых в процессе перестройки будет изменяться амплитуда, но смены волновых режимов не произойдет.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЦУНАМИ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук

В настоящее время разрабатываются математические модели, позволяющие изучать различные явления природы. Они основываются на общепринятых математических формулах, которые могут совершенствоваться, используя накопленный опыт моделирования и анализ натурных наблюдений. Использование математического моделирования является неотъемлемой частью современного изучения геофизических процессов. Имеющиеся посты измерения уровня моря располагаются как у побережий, так и в открытом океане (DART), но они только регистрируют дошедшие до них волны цунами, поэтому изучать особенности распространения волн цунами по акватории океана или моря необходимо с применением вычислительных экспериментов.

В СКБ САМИ ДВО РАН изучение особенностей распространения волн цунами осуществляется с использованием программного комплекса NAMI DANCE. С его помощью, используя параметры землетрясения, можно рассчитать начальную волну, наглядно оценить особенности распространения волн по акватории и отражение их от материков и крупных островов, рассчитать время и скорость распространения, высоту волн и накат, силу воздействия, а также резонансные особенности отклика акваторий на их воздействие и т.д.

В истории наблюдения за цунами имелись случаи, когда после прихода первых волн цунами жители возвращались на побережье, но спустя еще несколько часов приходила очередная волна с еще большей амплитудой, что приводило к большим человеческим жертвам. Предсказать появление такой волны возможно только при проведении вычислительных экспериментов. Для этого учитываются особенности источника цунами (подводного землетрясения, оползня), а в случае, когда было несколько достаточно крупных землетрясений разной магнитуды за относительно короткий промежуток времени, предсказать прибытие максимальной волны можно только по результатам численного эксперимента. Так, для моделирования катастрофического цунами, которое произошло 11 марта 2011 года у берегов Японии, использовались 10 наиболее сильных толчков землетрясений, которые способны сгенерировать цунами. При моделировании выявляются районы наиболее интенсивного воздействия волн цунами, так называемые районы сосредоточения энергии. И не всегда они могут располагаться в непосредственной близости от эпицентров. Так, при моделировании Чилийских цунами 1960 года и 2010 года, было выявлено, что в зону сильного воздействия попадают Гавайские острова, Филиппинские острова, Японские острова и Курильские острова. Максимальная высота волны в г. Северо-Курильск (северные Курильские острова) от Чилийского цунами 1960 года (магнитуда землетрясения 9,3-9,5) составила 4,7 м, от Чилийского цунами 2010 года (магнитуда землетрясения 8,8) составила 2,28 м, а высота волны в г. Северо-Курильск от Японского цунами (магнитуда землетрясения 9) составила 1,6 м, хотя источник цунами располагался значительно ближе от города. Выяснить такие особенности распространения и проявления цунами на побережье можно только при проведении вычислительных экспериментов. Использование моделирования является важной составной частью системы оповещения о цунами.

ОЦЕНКА ЗАТУХАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ С ГЛУБИНОЙ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ

1 – ИМГиГ ДВО РАН, 2 – СКБ САМИ ДВО РАН, 3 – НГТУ им.Р.Е. Алексеева,
4 – Новосибирский государственный университет, 5 – ИПФ РАН

Связь пульсаций придонного давления со смещением поверхности моря в линейной теории известна достаточно хорошо. В работе [1] показано отсутствие алгебраической связи между реализациями придонного давления и смещения поверхности, имеется лишь прямая связь между пространственно-временными спектрами этих процессов. Частотный спектр смещения поверхности должен в свою очередь определяться интегрированием пространственно-временного спектра по всему пространству волновых чисел. В приближении линейной теории передаточная функция, связывающая давление в толще воды со смещением поверхности, имеет вид:

$$R(\omega) = \text{ch}(kd) / \text{ch}(kD),$$

где D – глубина моря, d – высота точки измерения давления над дном, k – волновое число, связанное с частотой волны ω дисперсионным соотношением $\omega(k) = \sqrt{gk \tanh(kD)}$.

Следуя этим соотношениям, основная дисперсионная поправка к гидростатической формуле приходится на область ветрового волнения с периодами менее 20 секунд, при этом поправка тем больше, чем меньше период волн.

Эти соотношения выведены для линейного случая и очевидно, что использовать подобные соотношения для анализа сильнонелинейных высокочастотных процессов не совсем корректно. К таким процессам, например, относятся, штормовое волнение и, аномально большие волны или волны-убийцы.

Таким образом, необходима оценка влияния нелинейных процессов на затухание давления с глубиной. С этой целью решались полнонелинейные уравнения записанные в конформных переменных для плоского нестационарного потенциального течения идеальной жидкости со свободной поверхностью и конечной глубиной [2, 3]. По пространственным переменным рассматривались 2π периодические граничные условия. В процессе численного эксперимента проводился сравнительный анализ производной потенциала на свободной поверхности и у дна. На поверхности эта функция определяет смещение водной поверхности, а на глубине – давление

$$p_{\text{дно}} = \rho g D - \frac{\partial \psi_{\text{дно}}}{\partial t}.$$

В данной работе представлены результаты сравнительного анализа пульсаций придонного давления на дне и смещения поверхности жидкости, на основе решения полнонелинейных уравнений. Также приведено сравнение с выводами линейной теории. Оценены границы применения линейной теории при анализе волн-убийц на основе записей, полученных в результате натуральных экспериментов.

Представленные результаты поисковой научно-исследовательской работы получены в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009 – 2013 годы» (соглашение № 14.В37.21.0642), а также при поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам СП-1763.2013.5 и гранта РФФИ 12-05-33046 мол_а_вед.

Список литературы

1. Заславский М.М., Красицкий В.П. О пересчете данных волнографа с датчиком давления на спектр поверхностных волн // Океанология. 2001. Т. 41(2). С. 195-200.

2. Шамин Р.В., Юдин А.В.. Моделирование пространственно-временного распространения волн-убийц // Доклады Академии наук. 2013. Т. 448. № 5. С. 592-594.
3. Шамин Р.В. Вычислительные эксперименты в моделировании поверхностных волн в океане. – М.: Наука, 2008.

УДК 532.5

С.В. СЕМИН¹, О.Е. КУРКИНА^{1,2}, А.А. КУРКИН¹

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОБРУШЕНИЯ СОЛИТОНА НАД НАКЛОННЫМ ДНОМ В ТРЕХСЛОЙНОЙ ЖИДКОСТИ

1 – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева,
2 – НИУ – Высшая школа экономики, Нижний Новгород

Внутренняя среда открытых и закрытых водоемов – вертикально стратифицированная. Характер стратификации, как правило, зависит от условий окружающей среды. Например, в Балтийском море преобладает трехслойное распределение плотности жидкости, в то время как в пресных водоемах при наличии сезонного (летнего) термоклина имеет место двухслойная стратификация. Разница плотностей слоев может быть очень небольшой, но этого уже достаточно для существования внутриволновых движений широкого спектра масштабов. Какой бы стратификация не была, распространение внутренних волн вносит свои коррективы в состояние окружающей среды – трансформация донной поверхности, транспорт взвешенного материала, техногенных и естественных загрязнений и т.д. Известно, что скорость частиц жидкости при прохождении внутренних гравитационных волн низшей (наиболее энергонесущей) моды достигает максимальных значений именно вблизи дна жидкости и ее поверхности в силу специфической вертикальной структуры таких волн [1]. Так, в 1997 году в Адаманском море внутренней волной большой амплитуды была деформирована нога нефтяной платформы, что создало катастрофическую ситуацию. Сейчас прорабатывается вопрос о создании системы мониторинга больших внутренних волн в этом море по аналогии с системой мониторинга цунами. Особенно интересны сильнонелинейные уединенные внутренние волны, энергетические характеристики которых могут не уступать штормовым поверхностным волнам [2]. В связи с этим изучение динамики уединенных внутренних волн является актуальной и практически значимой задачей.

В рамках данной работы проведена серия численных экспериментов для изучения динамики уединенных внутренних волн в двумерной трехслойной среде над линейно-меняющимся дном. В качестве инструмента был использован программный комплекс MITgcm [3, 4], в основе которого лежит система уравнений Навье-Стокса в приближении Буссинеска с возможностью расчета негидростатического давления [5]. Начальная волна задавалась в виде солитонного решения уравнения Гарднера, параметры которого определялись характеристиками среды. В ходе численных экспериментов исследовалось влияние на обрушение солитона внутренних волн четырех основных параметра среды: угла наклона донной поверхности к горизонтальной прямой, глубины залегания верхнего пикноклина, глубины залегания нижнего пикноклина, а так же амплитуды (а следовательно и ширины) начального солитона. Полученные данные были использованы для выработки критериев обрушения, трансформации и адаптации уединенной внутренних волн первой и второй моды в трехслойной среде.

Список литературы

1. Миропольский Ю.З. Динамика внутренних гравитационных волны в океане. Л.:

Гидрометеиздат, 1981. – 302 с.

2. Song Z.J. [et al.] Comparisons of internal solitary wave and surface wave actions on marine structures and their responses // Applied Ocean Research. 2011. V. 33. P.120–129.

3. Adcroft J. [et al.] MITgcm User Manual. - MIT Department of EAPS. 2008. P.464.

4. Grisouard N., Staquet C. Numerical simulations of the local generation of internal solitary waves in the Bay of Biscay // Nonlin. Processes Geophys. 2010. V. 17. P. 575–584.

5. Marshall J. [et al.] Hydrostatic, quasi-hydrostatic, and nonhydrostatic ocean modeling // J. Geophysical Res. 1997. V. 102(C3). P. 5733–5752.

УДК 532.5.031, 532.593, 551.466.2

А.В. СЛЮНЯЕВ, А.В. СЕРГЕЕВА

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗВОЛНОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ МОРЯ
В ЦЕЛЯХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ «ВОЛН-УБИЙЦ», ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ
ХАРАКТЕРИСТИК И ВОЗМОЖНОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА**

Институт прикладной физики РАН,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стохастическое моделирование, в частности, численное, сейчас является широко используемым подходом к статистическому исследованию аномально высоких морских волн. Его преимуществом является решение проблемы «в лоб»: делается минимум упрощающих предположений и ожидается правдивый результат. Однако на этом пути приходится решать ряд проблем, частью которых являются:

- использование быстрых численных кодов для получения богатой статистики. Нами используется подход HOSM, являющийся относительно быстрым, а также используется существенно более быстрый код в конформных переменных.

- разграничение стационарных и переходных режимов. Нами применен подход медленного «включения» нелинейности, позволяющий установиться верному балансу между потенциальной и кинетической частями энергии волн. Далее отводилось время на установление стационарного состояния, и только потом волновая динамика предполагалась корректной.

- выделение «волн-убийц». На основе сохраненных данных (одна реализация соответствует домену 10 км × 20 мин с разрешением примерно 5 м × 0.6 с) выделяются аномально высокие волны в моментальных полях волн, которые потом объединяются в кластеры «событий», т.е., когда аномально высокая волна может кратковременно не удовлетворять классическому критерию «волны-убийцы» $H/H_s > 2$. Наравне с кратковременными аномальными волнами, исследованы такие длительные события, которые по данным моделирования могут длиться до 60 периодов волн.

- использование максимума информации. Наиболее часто для исследований используют только часть информации, получаемой при моделировании: только поля смещения, только пиковые волны, только волны до момента достижения порога обрушения и т.п. Нами получена полная детальная информация о динамике формирования аномально высоких волн в условиях, соответствующих стационарным состояниям моря. Нами выполнен статистический анализ полей смещения, в том числе, форм аномальных волн, времен жизни «волн-убийц»; исследовано соотношение между кинематикой экстремальных волн и экстремальной кинематикой, затрагивающее фундаментальный вопрос об адекватном определении термина «волн-убийц».

Выполненное моделирование служит конечной цели определения основных физических механизмов, приводящих к возникновению аномально высоких волн на по-

верхности моря, определения характеристик таких волн, включая параметры индивидуальных волн. Стоит задача вероятностного описания экстремальных событий и обнаружения индикаторов «волн-убийц», которые помогли бы осуществить оперативный прогноз на коротких (минуты) и длительных (часы, дни) временных интервалах.

УДК 551.466.3

Е.Г. ШУРГАЛИНА

ОСОБЕННОСТИ СОЛИТОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РАМКАХ УРАВНЕНИЙ ТИПА КОРТЕВЕГА-ДЕ ВРИЗА

Институт Прикладной Физики РАН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Уравнение Кортевега–де Вриза является одной из самых популярных моделей описания слабонелинейных волн в слабодиспергирующих средах. Оно получается в первом порядке теории возмущений по малой амплитуде волны и слабой высокочастотной дисперсии. Существуют, однако, такие ситуации, когда квадратичная нелинейность отсутствует (изотропные среды), и в первом порядке теории возмущений выводится модифицированное уравнение Кортевега-де Вриза. Наконец, возможны случаи, когда кубическая нелинейность в КдВ сравнима с квадратичной, и в данном случае мы получаем уравнение Кортевега-де Вриза со смешанной (квадратично-кубической) нелинейностью, называемое уравнением Гарднера. Все эти модели являются интегрируемыми.

В данной работе выполнено сравнение особенностей взаимодействия солитонов в рамках уравнений Кортевега – де Вриза и Гарднера. Показано, что в процессе нелинейного взаимодействия двух солитонов, распространяющихся в одну сторону, первые два момента (масса и энергия) сохраняются будучи инвариантами этих уравнений, в то время как третий и четвертый моменты (имеющие отношение в теории турбулентности к коэффициентам асимметрии и эксцесса) уменьшаются в случае обоих уравнений. Величина относительных изменений данных моментов максимальна для соотношения амплитуд солитонов в промежуточной зоне, когда происходит смена режимов взаимодействия солитонов с обменного на обгонный.

Результаты исследований применены к анализу солитонов поверхностных и внутренних волн в океане.

Данное исследование проведено при поддержке гранта РФФИ (11-05-00216) и фонда «Династия».

УДК 621

А.А. КУЗНЕЦОВ**РОЛЬ СПОРТА В РАЗВИТИИ НАУКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие технической науки, несомненно, является важной задачей на сегодняшний день. Ее будущее напрямую зависит от людей, вносящих всё больше и больше новых идей, тем самым поднимая ее на новый уровень. Занимаясь изучением науки, зачастую мы забываем заниматься собой, что может привести к творческому кризису и упадку сил. Такого допускать нельзя. Эту проблему человеку помогает решить спорт. Выполнение физических упражнений вызывает потоки нервных импульсов от работающих мышц и суставов и приводит центральную нервную систему в активное, деятельное состояние, соответственно активизируется работа внутренних органов, что обеспечивает человеку высокую работоспособность и дает ему ощутимый прилив бодрости. Спорт, безусловно, является мощным лекарством от заболеваний человека и оказывает очень большее влияние на здоровье человека. Он является бесценным достоянием для каждого человека и всего общества в целом. Он помогает в выполнении основных жизненных задач, выполнять планы и преодолевать трудности жизни. Здоровье помогает нам переносить значительные перегрузки. Хорошее здоровье обеспечивает человеку долгую и активную жизнь. Спорт помогает отвлечься от жизненной суеты, забыть психологические проблемы. Играя в футбол, волейбол или просто занимаясь гимнастикой, человек настолько увлекается процессом, что на просто забывает все свои проблемы.

Во всех ВУЗах нашей страны студенты посещают занятия физ. воспитания, не исключением является и наш институт НГТУ им Р.Е. Алексеева. Помимо этого в течение года проводится «Спартакиада» между факультетами, она представляет из-за себя командные или личные соревнования по различным видам спорта таким, как волейбол, футбол, настольный теннис, шахматы, лыжные гонки и легкоатлетический пробег. На факультете «Автоматики и электромеханики» существует организация под названием «Студсовет», которая включает в себя различные виды деятельности, в том числе и спортивную. Во главе спортивного сектора стоит физорг, который отвечает за спортивную деятельность факультета. Неоднократно наш факультет занимал призовые места, как в командных, так и в личных первенствах. Фотографии лучших спортсменов факультета висят на специальном стенде, что еще больше мотивирует их брать новые вершины. Кроме этого за каждое призовое место полагается небольшое денежное вознаграждение, что тоже является стимулом к победе. Факультет выпускает собственную газету, в которой во всех красках описаны все достижения спортсменов.

Из всего выше сказанного можно подвести итог. Ведя активный образ жизни, вы не просто получаете от этого удовольствие, но и оказываете положительное влияния на здоровье своего организма, даете организму эмоциональную разгрузку и моральный

отдых. Занимайтесь спортом, ведь и он, в том числе, оказывает положительное влияние на развитие науки.

УДК 621.9.06

И.С. ЛАРИОНОВ, Т. С. ЛЮЛИНА

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность проблемы

Существует необходимость в разработке и создании системы, позволяющей формализовать и автоматизировать описание средств технологического оснащения (СТО) в САПР ТП.

Принцип реализации идеи

В основу описания СТО положена декартова система координат, которая связывается непосредственно с человеком-наблюдателем и называется глобальной системой координат (ГСК). Основные плоскости ГСК взаимно перпендикулярны, положительные полуплоскости лежат в теле объекта (рис. 1):

- горизонтальная плоскость ГСК совпадает с плоскостью "пола", где стоит наблюдатель;
- фронтальная плоскость ГСК расположена перед наблюдателем и перпендикулярна линии взгляда;
- профильная плоскость ГСК расположена перпендикулярно фронтальной и горизонтальной плоскостям.

Направления осей ГСК:

- ось X направлена против взгляда наблюдателя;
- ось Y направлена вдоль правой руки наблюдателя;
- ось Z направлена вертикально вверх против действия силы тяжести.

Оси X, Y и Z взаимно перпендикулярны и пересекаются в начале координат ГСК.

Для полного определения ГСК в пространстве, необходимо определить положение начала координат - точку «О».

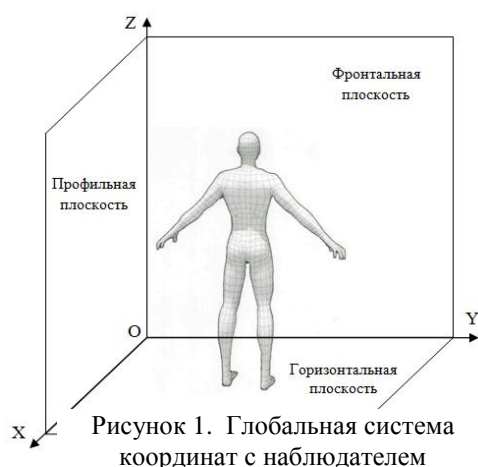


Рисунок 1. Глобальная система координат с наблюдателем

Алгоритм построения начала координат объекта:

Для однозначности определения положения любого объекта в пространстве будем помещать его в глобальную систему координат, при этом помещение объекта в ГСК будет определять ее начало координат.

У каждого объекта имеются те части, которые отвечают за установку объекта и являются его основными конструкторскими базами. Для помещения любого объекта в ГСК и определения ее начала координат, заключаем базовые части объекта по выступающим точкам в базовый параллелепипед или в базовый цилиндр. Затем, с

помощью операторов поворота и перемещения, по строго определенному алгоритму, базовый параллелепипед или базовый цилиндр ориентируется в ГСК таким образом,

чтобы начало координат локальной системы параллелепипеда или цилиндра совмести-лось с началом координат ГСК.

УДК 629.113

Н.Р. БРИТАРЕВА, И.А. КАЗАРЦЕВА, М.С. МУРАВЬЕВ, Д.А. ПИКУЛЯ, Н.К. АКОПЯН, Д.Ю. БАРАБАНОВА, А.А. ТАТАРЯН, В.И. КАЛЬГИН, К.А. СОРОКИН, А.М. МАРТИРОСЯН

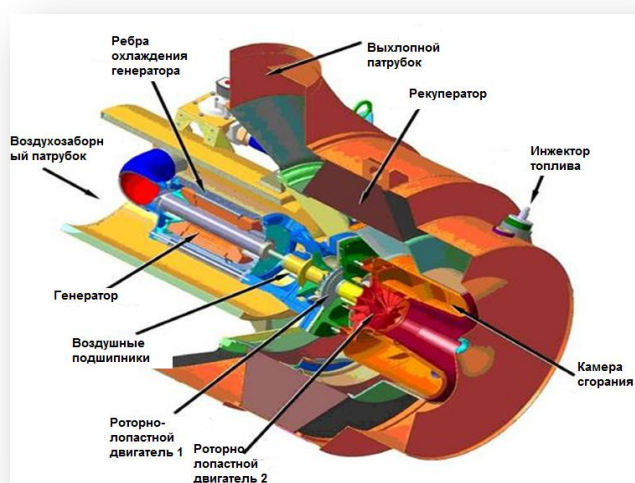
БЕЗОПАСНОЕ РОБОТИЗИРОВАННОЕ ЭКОЛОГИЧНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО -7

МОУ СОШ № 64, г. Н.Новгород

Автомобиль вошел в нашу жизнь так широко, что породил немало проблем, многие из которых требуют безотлагательного решения. Наиболее серьезные из них - шум и загрязнение воздуха. Главной целью при проектировании новых, перспективных автомобилей является уменьшение выбросов вредных веществ и шума, создаваемого им. В ближайшем будущем заменой автомобилей с поршневыми ДВС могут стать автомобили с гибридной силовой установкой (т.е. экологически чистые) на основе роторно-лопастным двигателем), автомобили. В данном проекте не было попытки создать нечто фантастическое, реализуемое в конце 21 века, мы основываемся на тех новых технических решениях, которые могут быть реализованы в течение ближайших 10-15 лет.

Были произведены расчеты:

- Скоростная характеристика электродвигателя.
- Мощностной баланс автомобиля.
- Ускорение автомобиля.
- Силовой баланс автомобиля.
- Время разгона автомобиля.
- Путь разгона автомобиля
- Расчет топливной экономичности автомобиля
- Определение путевого расхода топлива.
- Топливо-экономическая характеристика установившегося движения.



ПРОБЛЕМА СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

МБОУ лицей №38

Проблема автомобильных аварий в России в настоящее время очень актуальна, т.к. на дорогах нашей страны ежегодно погибает около 30 тысяч человек. По данной проблеме были изучены различные интернет-ресурсы, были проанализированы фото, видео, официальные сводки. На основе этой информации мною были произведены расчеты, из которых следуют следующие выводы:

1. 30% погибших в авариях погибли из-за непристегнутого ремня безопасности. То есть, у них было достаточно условий для спасения.
2. 40% погибших погибли из-за низкого уровня безопасности транспортного средства.
3. 30% не имели возможности спастись, даже имея автомобиль с высоким уровнем безопасности и будучи пристегнутыми.

Поскольку полностью избежать дорожно-транспортных происшествий пока не представляется возможным, автомобиль совершенствуется в направлении снижения вероятности аварии и уменьшения вреда от них. Существует множество различных систем безопасности в автомобилях. Среди них: ремни безопасности, всевозможные подушки безопасности, хитроумный силовой каркас автомобиля, активные подголовники, продуманная эргономика. Также многие автомобили оборудованы умными электронными системами, такими как: ABS (антиблокировочная система тормозов), ESP (противозаносная система), BAS (система помощи в торможении), EBD (Электронная система распределения тормозных сил) и т.д. Почти все выпускаемые автомобили проходят серию испытаний (краш-тестов), прежде чем выйти в продажу. Краш-тесты проводятся организациями, по специальной методике, с соблюдением установленных правил. Например, самый распространенный краш-тест на фронтальный удар, проводится на скорости 64 км/ч. Автомобиль ударяется в сминаемый барьер с 40% перекрытием. Существуют и другие испытания, например имитация удара о столб. Большое количество автомобилей получают высокий бал по безопасности.

Суть проблемы в том, что большинство современных автомобилей «подгоняют» под конкретные краш-тесты. Естественно, люди не всегда едут на скорости не более 64 км/ч, настоящая авария непредсказуема. Поэтому столкновение может произойти на любой скорости, удар может произойти под любым углом, под любым перекрытием. Автомобиль может столкнуться не с автомобилем такого же класса, а с более габаритным. У другого автомобиля скорость может быть гораздо выше, чем на краш-тесте, в большинстве случаев так оно и есть. В результате мы получаем то, что все современные средства безопасности, как правило, не помогают.

Скорости передвижения автомобилей растут, а нормы безопасности остаются такими же. Нужно ужесточать требования к автомобилям, усовершенствовать методики краш-тестов. Необходимы новые системы безопасности, которые бы соответствовали реальным условиям. Также была бы очень полезной установка в каждый автомобиль специальной системы, которая в аварийной ситуации автоматически бы посылала сигнал в спасательную службу. Большое количество людей погибает из-за несвоевременного оказания медицинской помощи, поэтому эта система уменьшила бы количество погибших. Сделать единую систему и установить ее во всех автомобилях вполне реально.

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ КЛАССА FORMULA STUDENT

МБОУ лицей №38

Автомобили класса Formula Student являются спортивными гоночными болидами, а подобные автомобили имеют специальные средства безопасности. К машинам этого класса применяются жесткие требования. В список систем безопасности входят: силовая конструкция кузова, специальные ремни безопасности, высокопрочные дуги безопасности, огнеупорный щит, демпфер. Также существуют определенные требования к таким, на первый взгляд, незначительным факторам, как правильная посадка водителя.

Рассмотрим подробнее каждую из систем безопасности.

Силовая конструкция кузова является фактически скелетом автомобиля Formula Student. Она представляет собой трубчатый каркас из высокопрочного материала, например, стали. Он отвечает за жесткость автомобиля, безопасность при ударе. Каждый элемент в силовом каркасе должен быть просчитан, а весь каркас обязан пройти испытания на нагрузки. При аварии, трубчатый каркас главным образом отвечает за безопасность водителя.

Ремни безопасности. В болидах Formula Student используются не простые ремни безопасности, а специальные 5-ти или 6-ти точечные. Они призваны не только защищать водителя при аварии, но и удерживать в кресле при маневрировании, ведь они охватывают все тело. К самим ремням и точкам их крепления тоже выставляются жесткие технические требования.

Высокопрочные дуги безопасности. По сути, они являются частью силового каркаса автомобиля. На болиде Formula Student должны быть две дуги безопасности. Основная дуга безопасности - круглая балка, располагающаяся за водительским местом сверху. Передняя дуга безопасности - круглая балка, располагающаяся над ногами водителя, рядом с рулевым колесом. Дуги должны выдерживать определенные нагрузки.

Огнеупорный щит служит для защиты водителя от всех компонентов топливной системы, двигателя, высоковольтных узлов, а также от возгорания. Он также должен соответствовать всем требованиям, приведенным в регламенте.

Демпфирующее устройство - гаситель удара, расположенный в передней части болида. Служит для частичного либо полного гашения энергии удара. Выполняется из относительно мягких материалов. Демпфер должен иметь соответствующие размеры и форму, которые диктуются техническим регламентом.

Команда во время соревнований должна иметь специальные средства на экстренный случай. Среди них огнетушитель (имеет регламентируемый объем и тип), специальный нож для перерезания ремня безопасности. Сам гонщик одет в специализированную гоночную защиту и шлем.

Итак, как мы видим, безопасности автомобилей класса Formula Student уделено немало внимания. К таким болидам выставляются требования, сравнимые с машинами более серьезных классов гонок. Выше были перечислены далеко не все требования безопасности. Существует огромное количество требований, выполнение которых жестко контролируется со стороны организаторов и жюри.

КОСМИЧЕСКИЕ ВОЙСКА

МБОУ кадетская общеобразовательная школа №4 имени И.В. Гурова, г.
Н.Новгород

2013 год для нашей страны начался с чрезвычайного космического происшествия – падения Челябинского метеорита. Свою научно-исследовательскую работу я посвятил вопросу, связанным с возможным участием космических войск в создании средств защиты от астероидной опасности из космического пространства и кратким описанием осуществленных и планируемых запусков космических аппаратов с этой целью. В работе использованы различные источники: последние публикации журналов и газет, научные исследования по данному вопросу, документальная литература и Интернет источники. Найдены и обобщены ценные исторические материалы. Выполнена презентация работы в электронном варианте.

Космические войска – отдельный род войск вооруженных сил РФ, отвечающих за военные операции в космосе, сформированные 01.06.2001 г.. С 04.10.2002 г. отмечается День космических войск, сам праздник приурочен ко дню запуска первого искусственного спутника Земли, открывшего летопись космонавтики, в том числе и военной. До 1981 г. ответственность за создание, развитие и применение космических средств возлагалась на Центральное управление космических средств РВСН Вооруженных Сил. В конце 70-х годов объективно возникло и начало обостряться противоречие между межвидовым характером решаемых задач и видовой подчиненностью военного космоса. В этих условиях руководством МО СССР в 1981 г. было принято решение о выведении Главного управления космических средств из состава РВСН и подчинении его непосредственно Генеральному штабу. В 1986 г. ГУКОС было преобразовано в Управление начальника космических средств (УНКС), которое в 1992 г. было преобразовано в род войск центрального подчинения – Военно-космические силы, в состав которых вошли космодромы Байконур, Плесецк, Свободный (в 1996 г.), а также Главный центр испытаний и управления космическими аппаратами (КА) военного и гражданского назначения им. Г. Титова, расположенный в 40 километрах от Москвы-Голицыно-2 (он же Объект 413 или Краснознаменск). Подразделения космических войск находятся также в Оленегорске и пос. Лехтуси (Ленинградская область). В 1997 г. ВКС вошли в состав РВСН. С учетом возрастания роли космических средств в системе военной и национальной безопасности России высшим политическим руководством страны в 2001 г. было принято решение о создании на базе выделяемых из РВСН объединений, соединений и частей запуска и РКО нового рода войск – Космических войск. При этом учитывалось, что космические силы и средства, силы и средства РКО имеют единую сферу решения задач – космос, а также близкую кооперацию предприятий промышленности, обеспечивающую создание и развитие средств вооружения.

Предлагаем на обсуждение способы изменения орбит небесных тел: создание системы сигналов КА, напоминающую соты для отражения небесного гостя, изменяющая траекторию движения астероида, а также с земли запуск КА, врезающегося в опасный объект, покраска части небесного тела в белый цвет, для изменения отражения солнечных лучей и четвертый радикальный способ – это уничтожить астероид ядерным зарядом, что имеет много минусов, ведущих к глобальной катастрофе.

Проведенное научное исследование имеет большое практическое значение в кадетской школе, т.к. ориентировано на людей, имеющих желание быть профессиональными военными.

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ (У.М.Н.И.К.)

УДК 620.22; 621.795.3

Е.С. БЕЛОУСОВА, М.Ш. МАХМУД, Г.А. ПУХИР

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО ОТЖИГА НА ЭКРАНИРУЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШУНГИТОСОДЕРЖАЩИХ КРАСОК

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Беларусь

Зажогинские шунгитовые породы являются сложными наноструктурированными природными композитами. Шунгитовый углерод образует матрицу, в которой довольно равномерно распределены высокодисперсные силикаты. Уникальные особенности шунгитовых пород определяются в первую очередь структурой и свойствами шунгитового углерода, а также его взаимоотношениями с силикатными компонентами породы. В целом это определяет перспективы практического использования шунгитовых пород.

Шунгитовые породы обладают способностью поглощать и нейтрализовать электромагнитные излучения высоких и сверхвысоких частот. В настоящее время медико-биологические, гигиенические и экологические аспекты электромагнитного излучения приобрели особую актуальность. Установлено, что организм человека воспринимает и реагирует как на изменение естественного геомагнитного поля, так и на воздействие электромагнитного излучения от разнообразных и многочисленных антропогенных источников. В результате исследований была разработана краска

Свойства композиционных материалов, например их характеристики ослабления и отражения ЭМИ, зависят от веществ, которые применяются для фиксации порошкообразных наполнителей, обладающих диэлектрическими, резистивными и магнитными потерями. В качестве таких веществ особенно привлекательны для исследования различные краски. Были проведены исследования экранирующих характеристик масляных и водных красок с добавлением шунгита.

Было изготовлено 2 образца: образец №1 в своем составе включал масляную краску с шунгитом и силикагелем, нанесенную на оргстекло, образец №2 состоял из водной краски с теми же добавками, полученный раствор наносился равномерным слоем на ДВП. Далее образцы подвергались термической обработке воздействием открытого пламени температурой 1700 °С в течении 28...60 с. В результате воздействия открытого пламени коэффициент отражения у образца №2 увеличился примерно на 1... 1,8 дБ, у образца №1 значения коэффициента отражения до и после отжига изменяется в пределах -4,7... -6 дБ в диапазоне частот 8... 12 ГГц. В случае использования металлического отражателя при измерениях коэффициент отражения образца №1 выше после отжига на 0,5 дБ в диапазоне 8...9,5 ГГц, в то время как в диапазоне 9,6...12 ГГц начинает существенно снижаться и достигает значения -3,1 дБ. У образца №2 до отжи-

га коэффициент передачи имеет значения $-2... -3$ дБ, после отжига $-1,2... -2,4$ дБ в диапазоне $8... 12$ ГГц.

Коэффициент передачи наименьший у образца №1 после отжига, его значения изменяются в пределах $-9... -11$ дБ, в то время как для образца №2 значения коэффициента передачи составляет $-6,9... -10$ дБ до и после отжига.

Таким образом, можно сделать вывод, что термический отжиг повысил отражающие способности образца с масляной краской, силикагелем и шунгитом, но необходимо заметить, что меньшее электромагнитное излучение пропускает образец с водной краской, шунгитом и силикагелем. при этом оба образца обладают огнестойкими свойствами и способны выдерживать высокие температуры в течение 1 минуты.

УДК 629

Л.И. БИРЮКОВ, Н.С. ЯНИСЕВА, Н.О. ГУСЕВ, И.Г. КУКЛИНА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН ПРИ ПОМОЩИ UNIFIEDMODELINGLANGUAGE

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В современном мире деловая активность компаний по развитию и строительству дорог становится все более интенсивной, поэтому в эру электронных расчетов и информационных технологий никого уже не устраивают традиционные бумажные способы решения проблем выбора и расчета дорожной техники.

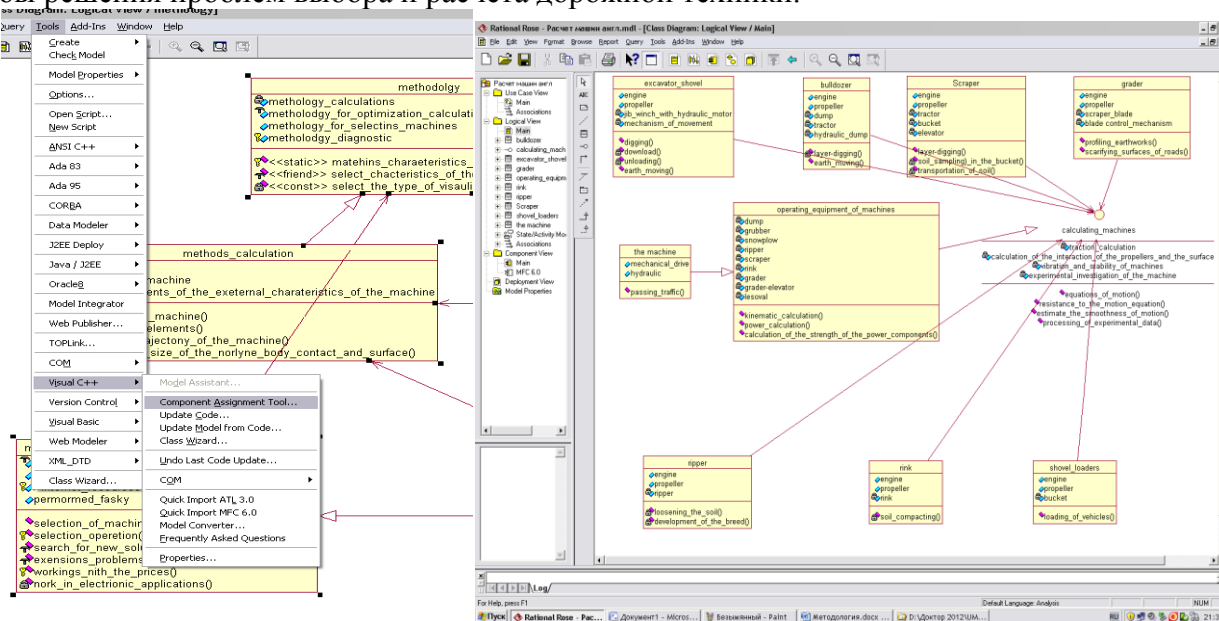


Рис. Процесс кодировки UML документа на один из известных языков программирования

Увеличивается потребность в использовании UML (Unified Modeling Language - унифицированный язык моделирования) — промышленного стандарта для нотации моделирования, применяемого при разработке объектно-ориентированных систем, и основной платформы ускоренной разработки промышленных приложений (RAD, rapid application development). Данное исследование и посвящено использованию UML для структурирования приложения оптимизации выбора и расчета элементов специальной дорожной техники.

В данном случае исследуется процесс построения общей методологии выбора, расчета и диагностики специальных дорожных машин. После определения общей зада-

чи производится переход на более узкий уровень – в частности решение задачи по созданию автоматизированной системы расчетов колебательной системы специальных дорожных машин.

Список литературы

1. Лешек А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 432 с.
2. Розенберг Д., Скотт К. Применение объектного моделирования с использованием UML и анализ прецедентов.: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 160 с.

УДК 621

Е.Е. ВЛАСОВ, Ю.Г. КАБАЛДИН

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной технике все большее применение находят новые конструкционные материалы, характеризующиеся особыми комбинациями свойств: высокие показатели твердости, удельной прочности, вязкости, жаропрочности, коррозионной стойкости, низкой теплопроводности. Однако зачастую такие материалы плохо поддаются обработке резанием. Классическим примером служат сплавы на основе титана. При их точении, вследствие малой усадки стружки, повышенной прочности и низкой теплопроводности возникают высокие контактные напряжения и температуры в зоне резания. Эти явления приводят к разупрочнению инструментальных твердых сплавов, и, следовательно, снижению их стойкости.

При резании титановых сплавов наибольшую важность приобретают адгезионные свойства инструментального материала, определяющиеся химическим сродством обрабатываемого и обрабатывающего материала. Инструментальные материалы, содержащие соединения титана (TiC, TiN, TiCN): вольфрамосодержащие твердые сплавы групп ТК и ТТК, безвольфрамовые твердые сплавы, оксидно-карбидная и оксидно-нитридная керамика, а также композиты на основе кубического нитрида бора со связкой в виде нитрида титана при обработке титановых сплавов не эффективны.

Одним из наиболее эффективных путей повышения работоспособности режущего инструмента является модификация его режущей части, путем нанесения на контактные поверхности износостойких покрытий.

Наиболее перспективны нанослоистые покрытия, которые являются двухфазными нанокompозитами, состоящими из чередующихся слоев двух различных материалов. Применение мультислойных многофункциональных наноструктурированных покрытий обеспечивает высокую демпфирующую способность контактной поверхности инструмента, что позволяет успешно противодействовать процессам возникновения и распространения отслоений покрытий.

В НГТУ разработаны составы наноструктурированных покрытий и получены патенты для высокопроизводительной обработки титановых сплавов. Испытания режущего инструмента с наноструктурированными покрытиями на предприятиях города Нижнего Новгорода показали более высокую стойкость (в 1,5...2 раза) по сравнению с инструментом фирмы Sandvik Coromant.

УДК 544.72+665.7

РАЗРАБОТКА НОВОГО ПАВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с расширением сферы услуг праздничного оформления, потребность в увеличении длительности полета гелиевых воздушных шаров резко возросла. Поэтому нахождение наиболее эффективного поверхностно-активного вещества, благодаря которому гелиевые шары будут летать дольше, является актуальной задачей.

На данный момент, единственный производитель ПАВ, способствующего увеличенному времени удержанию гелия в латексной оболочке шара - компания Hi-Float. Продукт данной компании увеличивает время полета только в два раза. К тому же производство этого средства находится в США, что значительно повышает его стоимость на российском рынке, а так же в Европе в целом. Поэтому получение ПАВ с новой улучшенной структурной формулой и снижение себестоимости этого продукта является целью данной работы.

На начальном этапе проекта с помощью нашей методики был изучен состав ПАВ, предлагаемый американскими учеными.

Исследования были проведены несколькими физико-химическими методами. Во-первых, был использован метод Фурье ИК-спектрометрического анализа. Для этого образец растворяли в различных растворителях для получения полимерной пленки, которую, затем, с помощью лабораторного пресса запрессовывали таблетки в оптически прозрачным материалом KBr. Спектры были получены на ИК-Фурье спектрометре IRafinity-1, производства Shimadzu, Япония. Путем анализа полученных спектров и сравнения спектров известных образцов было определено, что основным веществом в составе ПАВ является поливиниловый спирт.

Далее была получена еще одна пленка из хай-флоата, которая была изучена с помощью метода пиролитического анализа полимеров с хромато-масс-спектрометрическим окончанием. Для пиролиза полученного образца использовался многоцелевой пиролизер EGA/PY3030D (Япония), который был соединен с газовым хромато-масс-спектрометром QP-2010Plus (Shimadzu, Япония)

Результаты исследования оказались идентичными. Поэтому для создания нового ПАВ в качестве основы был выбран поливиниловый спирт.

УДК 004.056.5

Д.А. ГАНИЮШКИН, А.Л. БЕДУНКЕВИЧ, И.Г. КУКЛИНА

КОНФИГУРИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ НА БАЗЕ WINDOWSSERVER 2003

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Задачи исследования - разработка функционального плана информационной системы пользовательских данных и структуры управления приложениями. Основное направление данного плана – поддержка работы серверов с операционной системой *WindowsServer 2003*, обеспечение полной функциональной совместимости работы различных пользователей учебного заведения, выполняющих различные задачи. Основная тематика исследования - разработка ряда скриптов и административных шаблонов, способных работать в операционной системе *WindowsServer 2003*, и обеспечивать оптимальное ее функционирование при осуществлении учебного процесса.

WindowsServer 2003 является сетевой операционной системой. В ней работают разные пользователи, запускаются различные процессы, на ее основе работают многочисленные технологии. Поэтому нельзя рассматривать вопросы безопасности *Windows-Server*, осуществляющей процесс администрирования общей информационной системы в учебном заведении без применения групповых политик.

Групповые политики являются мощным инструментом, посредством которого администратор может осуществлять централизованное конфигурирование большого количества рабочих станций в информационной сети учебного заведения. Задача системного администратора – постоянный мониторинг и профилактика безопасности системы в процессе эксплуатации. Настройка пользовательских данных в структуре учебного заведения и создание административных групп – необходимость современной работы системного администратора.

Построение административных шаблонов управления и обеспечения безопасного функционирования информационной системы учебного заведения при помощи встроенного языка VBS ActiveDirectory и является первостепенной задачей данного исследования.

Список литературы

1. Аллен, Р. Рецепты администрирования WindowsServer 2000/2003 / Р. Аллен – М. : Русская редакция, 2006. – 606 с.
2. Скембрей, Д. Секреты хакеров. Безопасность WindowsServer 2003 – готовые решения / Д. Скембрей, С. Мак-Клар – М. : Вильямс, 2004. – 512 с.

УДК 54.03:539.2:667.662:542.61

Т.Б. ГАГАРИНА, А.А. ПЕРЕТРУТОВ, Н.В. КСАНДРОВ, И.В. ПАВЛОВА

ОПТИМИЗАЦИЯ АММОНИЙНО-АММИАЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦИНКА ИЗ ШЛАКА МЕДНОЙ ПЛАВКИ

ДПИ (филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева)

Металлургия цинка, а также других тяжелых цветных металлов является ведущим звеном отечественной цветной металлургии. На долю тяжелых цветных металлов в РФ приходится значительная часть валовой продукции отрасли. В данной отрасли и во многих других отраслях промышленности образуются неиспользуемые отходы, содержащие цветные металлы, в частности цинк, который разрушает футеровку печей при переработке шлаков.

В работе исследовано извлечение цинка из шлака медной плавки Усть - Каменогорского медеплавильного завода методом водно-аммиачного экстрагирования, аналогично извлечению цинка и меди из шлака свинцовой плавки Шымкентского металлургического комбината. Этот метод обладает рядом преимуществ, по сравнению с другими: извлечение проводится без предварительной термической или иной обработки; в отличие от органических экстрагентов аммиачная вода не требует реэкстракции извлеченных из отходов цветных металлов или расхода дополнительных реагентов на их осаждение, так как экстрагированные металлы выделяются из аммиачного раствора при отгонке аммиака; извлечение цинка и меди осуществляется селективно по отношению к соединениям железа, свинца и других металлов.

В ходе изучения шлака были проведены химический, рефрактометрический и сорбционный анализы, установлены состав и структурные характеристики шлака. Шлак, партии представленной на испытание, влажностью 14,6%, был высушен и рассеян по фракциям. Фракционный состав и концентрации цинка приведены в таблице 1.

Таблица 1. Фракционный состав

Размер фракции, мм	Более 5	От 3 до 5	От 1 до 3	От 0,5 до 1	Менее 0,5
Доля, %	1,88	5,32	87,39	5,12	0,29
Концентрация Zn, %	6,5	6,75	6,8	6,88	6,95

Шлак, высушенный и размолотый до 0,074 мм, представляет собой тонко измельченный порошок черного цвета с насыпной плотностью – 1895,4 кг/м³, углом естественного откоса – 41,12°, с удельным объемом пор, определенным адсорбцией паров бензола - 0,4619, удельной внутренней поверхностью - 259 м²/г и средним радиусом пор 29 А⁰, соответствующим переходным микропорам по принятой классификации.

На основании результатов экспериментов установлено, что максимальное извлечение цинка из шлака медной плавки водным раствором аммиака с концентрацией 25% при Т:Ж=1:5 за 40 мин составляет 20,34%. Экстрагирование аммиачно-аммонийным раствором с концентрацией 180 г/л С1⁻ степень извлечения за 40 мин возрастает до 52%, за 4 часа до 70%, при том же отношении Т:Ж. Увеличение жидкой фазы до Т:Ж=1:15 вызывает рост полноты извлечения цинка до 88%, большее увеличение отношения Т:Ж неэффективно. Степень извлечения цинка с увеличением времени обработки повышается, но наивысшая скорость извлечения прослеживается в первые 1-2 часа. Промежуточное донасыщение выщелачивающего раствора хлоридом аммония через два часа с начала опыта, в количестве, равном израсходованному на образование аммиаката, увеличивает степень извлечения цинка более чем на 10%. Таким образом, в результате проведенных экспериментов установлено, что извлечение цинка из шлака медной плавки на 92,5% и более обеспечивает требуемую остаточную концентрацию его в шлаке (0,5%), идущем на дальнейшую переработку.

УДК 620.9

ГРИГОРЬЕВ М.А.¹, ЛИПУЖИН И.А.²

ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОАО «ГАЗПРОМ»

ОАО «Гипрогазцентр»¹,

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Энергетическое обследование (энергоаудит) представляет собой всестороннюю оценку деятельности предприятия в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности и выявления возможностей оптимизации потребления. По итогам анализа собранных данных, разрабатываются мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Результатом энергоаудита является энергетический паспорт.

Для оценки эффективности расходования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) газоперекачивающих систем используют показатели энергоэффективности [1]. Выделены показатели энергетической эффективности газоперекачивающего агрегата, компрессорного цеха, компрессорной станции и газотранспортной системы.

Для газоперекачивающего агрегата показателями энергоэффективности являются: коэффициент полезного действия, удельный расход топливного газа газотурбинного агрегата, удельный расход электроэнергии на компримирование электроприводного агрегата.

Показатели энергоэффективности компрессорного цеха: коэффициент полезного действия; удельный расход топливного газа; удельный расход газа на прочие техноло-

гические нужды; удельные технологические потери газа; удельный расход электроэнергии на компримирование газа; удельный расход ТЭР на собственные технологические нужды (СТН); удельный показатель эффективности расхода газа на СТН; удельный показатель эффективности расхода электроэнергии на СТН; удельный показатель эффективности расхода ТЭР на СТН.

Состав показателей энергоэффективности компрессорной станции: удельный расход ТЭР на СТН; удельный показатель эффективности расхода ТЭР на СТН.

При анализе эффективности объектов газотранспортной системы используют показатели системной и локальной энергоэффективности [2]. К ним относят: удельный показатель эффективности расхода ТЭР на СТН; удельный показатель эффективности расхода топливного газа; удельный показатель эффективности расхода электроэнергии на компримирование газа; удельный показатель эффективности расхода газа на СТН; удельный показатель эффективности расхода электроэнергии на СТН; удельный показатель энергоэффективности линейного участка; удельный расход газа на СТН.

Анализ показателей энергетической эффективности объектов обследований является одним из важных этапов при определении потенциала энергосбережения.

В настоящее время наблюдается неуклонный рост затрат на энергоснабжение и воздействие государства на потребителей ТЭР. Вступление России в ВТО приведет к дальнейшему повышению цен на энергоресурсы. Энергоэффективность является определяющим фактором развития предприятия, и одним из способов снижения энергоемкости производства.

Список литературы

1. СТО Газпром 2-3.5-113-2007 Методика оценки энергоэффективности газотранспортных объектов и систем. – Введ. 2007-11-15. – М., 2007. – 35 с.
2. СТО Газпром 2-1.20-114-2007 Методика энергоаудита газотранспортной системы. – Введ. 2007-11-15. – М., 2007. – 50 с.

УДК 004.083.72

Д.В. ДАВЫДОВ, А.Е. НОВАК

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОТКАЗОЗАЩИЩЕННЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ ЖЕСТКИХ ДИСКОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ННГУ им. Н.И. Лобачевского

В современных хранилищах данных используются накопители информации на жестких магнитных дисках (HDD) большой емкости (до 4ТВ), имеющие несколько магнитных пластин и магнитных головок. Повышение надежности хранения информации в таких хранилищах без затрат на дополнительные жесткие диски, является актуальной задачей. Предлагаемая разработка позволит создать внутри физического HDD виртуальный жесткий диск с новыми улучшенными свойствами. Суть предлагаемой технологии в размещении файловых структур и всех блоков с информацией виртуального жесткого диска на одной физической поверхности. Чтение и запись данных этого виртуального диска будет производиться одной физической головкой. Доступ к данным будет возможен даже в случае повреждения других поверхностей и физических головок HDD. Данная технология применима в любых типах дисковых хранилищ (DAS, SAN, NAS) с файловыми системами FAT32, NTFS и др.

Новизну, актуальность и реализуемость предлагаемой технологии подтвердили специалисты Центра технологий жестких дисков г. Нижний Новгород. Они готовы оказать помощь в дальнейших научных исследованиях в рамках проекта и предоставить

экспериментальную базу с необходимым оборудованием.

Предполагается за первый год исследований довести разработку технологии до получения опытного образца хранилища данных типа DAS со встроенным отказозащищенным виртуальным жестким диском. В результате двухлетней работы планируется провести масштабные испытания опытных образцов, усовершенствование технологии и получить опытно-промышленные образцы хранилищ типа DAS и SAN оснащенных отказозащищенными виртуальными жесткими дисками. Параллельно планируется провести масштабный патентный поиск аналогов, разработать стратегию патентования, подготовить и подать заявки на получение патентов для защиты интеллектуальной собственности.

Проведенный анализ рынка хранилищ говорит о росте спроса на хранилища всех типов вследствие роста потребности в сохранении больших объемов данных во всех отраслях использующих компьютерную технику, как в России, так и за рубежом. Вторым фактором увеличивающим спрос является моральный и физический износ устаревших хранилищ имеющих ограниченный срок службы (3-5 лет) и выходы из строя до 10% в год. Сейчас на рынке представлены как простые не защищенные от отказов хранилища с минимальной ценой хранения терабайта информации, так и более сложные и дорогие отказозащищенные модели с технологией RAID. Стоимость хранения в RAID- хранилищах терабайта информации выше минимальной от 2-х до 10-и раз. В случае успешной разработки и коммерциализации предлагаемой технологии возможно появление на рынке хранилищ данных сочетающих в себе минимальную цену и отказозащищенность, а в более далекой перспективе и твердотельных отказозащищенных SSD хранилищ.

УДК 547+542.943

Е.Г. ДРЕПАКОВ¹, Д.А. АДАМЧИК¹, П.М. БЫЧКОВСКИЙ¹,

Т.Л. ЮРКШТОВИЧ¹, А.К. ХРИПУНОВ², Р.Ю. СМЫСЛОВ²

ИЗУЧЕНИЕ МОДИФИКАЦИИ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО НОСИТЕЛЯ ЦИСПЛАТИНА

1 – Учреждение БГУ «НИИ физико-химических проблем», Беларусь, г. Минск

2 – Институт высокомолекулярных соединений РАН, Россия, г. Санкт-Петербург

В последние годы очень интенсивно развиваются новые подходы и методы лечения онкологических заболеваний основанные на локальной химиотерапии с использованием цитостатических препаратов в комбинации с биodeградируемыми носителями. Использование цитостатических препаратов в комплексе с модифицированными природными полисахаридами позволяет контролировать скорость высвобождения лекарственных веществ и обеспечивать высокую противоопухолевую активность в органе-мишени, а также избегать интоксикации организма в целом за счет значительного сокращения вводимой дозы цитостатика.

Целью работы была изучение кинетики окисления бактериальной целлюлозы растворами оксида азота (IV) в хлороформе и циклогексане, и использование полученных образцов в качестве полимерного носителя для цисплатина, исследование механизма сорбции цисплатина окисленной бактериальной целлюлозой, а также изучение противоопухолевой активности цитостатика, иммобилизованного на окисленной бактериальной целлюлозе, *in vitro* на клеточной культуре HeLa.

Изучалась кинетика окисления бактериальной целлюлозы *Acetobacter xylinum* растворами оксида азота (IV) в хлороформе и циклогексане при температуре (290 ± 2) К. С помощью химических и физико-химических методов анализа установлено влияние времени окисления и концентрации растворов оксида азота (IV) на состав и свойства модифицированных образцов. Установлены закономерности накопления карбоксильных групп в бактериальной целлюлозе, а также изменение кристаллической структуры полисахарида в процессе варьирования условий модификации. Разработаны оптимальные условия получения окисленной бактериальной целлюлозы с заданным спектром физико-химических свойств.

Была исследована иммобилизация цисплатина окисленной бактериальной целлюлозой из водных растворов цитостатика при температуре (293 ± 1) К в течение 24 часов. Установлено, что количество сорбированного цисплатина увеличивается с ростом обменной емкости сорбента, т.е. карбоксильные группы окисленной бактериальной целлюлозы принимают непосредственное участие в связывании цитостатика, а сорбция цисплатина модифицированным полисахаридом протекает по ионообменному механизму, подтверждением этого является существенное уменьшение рН равновесных растворов по сравнению с исходными, данные ИК-спектроскопии, а также увеличение количества сорбированного окисленной бактериальной целлюлозой цитостатика с ростом рН его исходного раствора.

В ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова» (Республика Беларусь, Минск) изучена противоопухолевая активность цисплатина, иммобилизованного на окисленной бактериальной целлюлозе *in vitro* на клеточной культуре HeLa. Показана возможность применения окисленной бактериальной целлюлозы в медицинской практике в качестве полимерного носителя для цисплатина.

УДК 621.923:621.922

О.В. ЕГОРКИН, В.В. ГЛЕБОВ

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДАЧИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА ТЕМПЕРАТУРУ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ ПРИ ПЛОСКОМ ТОРЦОВОМ ШЛИФОВАНИИ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Арзамасский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Современные тенденции развития машиностроения требуют применения и других материалов, кроме металлов. Одним из таких материалов является кварцевое стекло.

Существующие технологические процессы его обработки отличаются значительной трудоемкостью в силу особых механических, физических, химических свойств обрабатываемого материала. Необходимо так же учитывать, что механическая обработка кварцевого стекла сопровождается образованием дефектного поверхностного слоя. При этом отношение глубины нарушенного слоя к высоте рельефного слоя не зависит от марки стекла, зернистости абразива и равно 2,7.

Сведение к минимуму этого слоя на операциях предварительной механической обработки (обычно это шлифование) приводит к существенному сокращению времени изготовления детали в целом и как следствие к уменьшению ее себестоимости. Исходя из этого, рассмотрим процесс плоского торцового шлифования как основополагающий, который позволяет максимально приблизить размеры заготовки к размерам готовой детали.

Согласно [1] при обработке стекла на операциях сверления, стеклокристаллических материалов на операции круглого наружного шлифования температура в зоне

контакта инструмента и обрабатываемого материала не превышает 300-350°C и не оказывает существенного влияния на изнашивание инструмента, структуру и качество поверхностных слоев обрабатываемого материала. При этом стоит отметить, что данная температура должна получаться в зоне с учетом влияния смазочно-охлаждающей жидкости. В противном случае невозможно произвести обработку и получить изделие с заданными свойствами.

Таким образом, можно сделать вывод, что на процесс снижения температуры в зоне резания оказывает существенное влияние смазочно-охлаждающая жидкость и как следствие способ ее подачи.

Для случая плоского торцового шлифования наиболее часто применяют подачу СОЖ напорной струей и через внутреннюю полость инструмента. Способ подачи СОЖ напорной струей заключается в подаче жидкости в зону резания под давлением. Это приводит к уменьшению температуры, а также к увеличению смазочного действия СОЖ. При подаче через внутреннюю полость СОЖ так же подается под давлением. Рабочее давление жидкости изменяется до 1,5 МПа и в особых случаях более.

Следует отметить, что в результате действия воздушных потоков, часть жидкости практически никакого участия в процессе шлифования не принимает.

Авторами предлагается применять способ плоского торцового шлифования в среде СОЖ. При данном способе заготовка и инструмент полностью погружаются в СОЖ, где и происходит обработка. Это позволяет устранить появление тепловых дефектов при обработке за счет улучшения проникновения СОЖ в зону резания.

Список литературы

1. Перерозин М. А. Справочник по алмазной обработке стекла. - М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.: ил.

УДК 629.122

В.В. ЗАХАРОВА

ПРИМЕНЕНИЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕНОВАЦИИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

На сегодняшний день средний возраст судов внутреннего, смешанного «река-море» и морского плавания, работающих под Российским флагом, составляет 30 и более лет. Анализ текущего технического состояния флота и аварийности на объектах водного транспорта диктует необходимость в реновации всех подсистем эксплуатирующихся судов для продления их ресурса. Требуется повысить качество и объем ремонтных работ, технического обслуживания судов.

В настоящее время уровень информатизации судоремонтных предприятий и судодоходных компаний находится на низком, в сравнении с другими отраслями, уровне. И если вопрос разработки документации - как текстовой, так и графической имеет положительную динамику разрешения, то ведение документооборота и анализ существующей информации осуществляется с использованием традиционной схемы.

В связи с тем, что работа судоремонтных предприятий, в особенности РЭБ, характеризуется большим количеством разрабатываемой документации (технологической, конструкторской, ремонтной, дефектационной, эксплуатационной и др.) консервативные способы ведения документооборота не способны обеспечить сохранность документов и удобство документооборота. Но более важным аспектом текущего состояния дел является отсутствие возможности получения наглядной картины о текущем состоянии судов при анализе огромного количества документации.

В сложившихся условиях предлагается выработка принципиально новой концепции организации документооборота судоремонтных предприятий и судоходных компаний. Решение найдено в разработке узкоспециализированного программного продукта «Электронный паспорт флота/судна» (ПП ЭПФ).

Данный программный продукт представляет собой электронную оболочку, предназначенную для наполнения всеми видами необходимой в судоремонте документации. В процессе ее наполнения на предприятии формируется структурированная библиотека документации, позволяющая в кратчайшие сроки найти, просмотреть и распечатать любой необходимый документ.

Важным преимуществом ПП ЭПФ является возможность комплектации его по желанию заказчика различными функциональными модулями. Наиболее перспективным из них является модуль для получения прогнозов износов по различным подсистемам (корпус, механизмы, устройства, электрооборудование) в автоматизированном режиме на базе данных о дефектациях и ремонтах. Также важным при производстве ремонтных работ представляется модуль по расчету трудоемкостей различных операций.

Таким образом, внедрение программного продукта «Электронный паспорт флота/судна» на предприятиях судоремонтной отрасли позволит сократить затраты времени на поиск, редактирование и пополнение библиотек документации; формализовать структуру документооборота на предприятии; планировать ремонтные работы на долгосрочный и среднесрочный периоды; контролировать качество выполненных работ; получать наглядную картину технического состояния каждой из подсистем судна. Как следствие, ПП ЭПФ способствует повышению безопасности судоходства в целом, благодаря максимальному сокращению пробелов в ремонтных работах, и, в частности, способствует глобальной реновации отечественного флота.

УДК 629.113

ЗЕЗЮЛИН Д.В., МОИСЕЕВ А. Е., МАКАРОВ В.С.
ГОНЧАРОВ К.О., ФЕДОРНЕКО А.В.

СОЗДАНИЕ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМОГО МОБИЛЬНОГО ШАССИ СВЕРХМАЛОГО КЛАССА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Необходимость создания автономных автоматических транспортных средств, способных автономно функционировать в условиях, опасных для жизни человека, существует во многих областях науки и техники, например, при проведении космических и подводных исследований, при работе в зоне радиоактивного или химического загрязнения, при создании безэкипажных боевых машин и т. д.

Среди вопросов, которые необходимо решить при разработке подобных систем, можно назвать выбор программных и аппаратных средств распознавания образов, ориентирования, обеспечение автономности, построение искусственного интеллекта и пр.

В рамках проекта предполагается:

- разработка малогабаритного шасси с модульным принципом проектирования, т.е. без особых переделок, при необходимости, поставить другой двигатель, отдельные узлы или трансмиссию целиком (механическая, гидростатическая или электрическая);
- разработка шасси с возможностью присутствия человека (как в обычном автомобиле), а также без его участия, лишь как оператора стоящего неподалеку от транспортного средства и отдающего команды посредством пульта управления.
- разработка систем аппаратного и программного обеспечения.

Реализация данного проекта позволит создать Российский, по большей мере из отечественных комплектующих, аналог мобильного шасси с дистанционным управлением, а, следовательно, недорогой и конкурентоспособный продукт. Как показывает мировая практика, область применения транспортных средств такого класса является в транспортировке грузов за группой людей при движении их по пересеченной местности.

УДК 665.66.664.23.061.354

И.В. ИСАКОВ, Е.С. ГОЛОВАНОВА, И.В. ПАВЛОВА, И.Н. ПОСТНИКОВА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ КИСЛОГО ГУДРОНА МЕТОДОМ ТЕРМООКИСЛЕНИЯ

ДПИ (филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева)

Разработка инновационных технологий и комплекса оборудования для переработки многотоннажных накоплений кислых гудронов является достаточно сложной и актуальной задачей. Кислые гудроны – это смолообразные высоковязкие массы, содержащие разнообразные органические соединения, серную кислоту, воду. Эти отходы образуются в процессе сернокислотной очистки дистиллятных и остаточных масел, при получении сульфокислот, при очистке парафинов, в производстве присадок, основы моющих средств, где применяется триоксид серы, серная кислота или олеум в качестве реагента или катализатора. Их экологическая опасность видна из химического состава, который представлен в таблице 1, он сложен и недостаточно хорошо изучен. В связи с отсутствием эффективных способов утилизации кислые гудроны складировались в прудах-накопителях, которые занимают большие площади, содержащие многие тысячи тонн техногенных отходов. При таком «захоронении» кислого гудрона происходит загрязнение окружающей среды.

В ходе нашей НИР были изучены физико-химические свойства 3 образцов кислого гудрона, взятого из пруда-накопителя открытого типа вблизи г. Дзержинска Нижегородской области. Применяли следующие методы анализа. Для определения плотности пользовались методом жидкостной пикнометрии, кислотность определяли с помощью рН-метра, содержание серы - по экспрессному методу УНИХИМа, содержание органического углерода - по методу мокрого озоления И.В.Тюрина и содержание свободной серной кислоты - титрометрическим методом.

Таблица 1. Физико-химические показатели кислого гудрона

Плотность при 20°С, кг/м ³	Содержание воды, масс.%	Содержание минеральных компонентов, масс. %	Содержание свободной H ₂ SO ₄ , масс.%	Содержание серы, масс.%	Содержание органической массы, масс.%
961 - 968	11,7 - 20,04	6,98 - 7,02	0,3 - 1,8	10,02-11,13	65,67 - 69,98

Сложный состав кислых гудронов, их высокая реакционная способность и коррозионная агрессивность приводят к трудностям их переработки и соответственно предопределили разработку большого количества методов их утилизации. Все промышленные способы переработки нефтешлама можно классифицировать на уменьшение объема, стабилизацию и промышленное использование. Большинство методов утилизации кислых гудронов не нашли заметного использования, так как все они требуют немалых затрат и не обеспечивают полного решения данной проблемы.

На основании проведенных исследований мы предлагаем свой комплексный метод переработки кислого гудрона. Технология предполагает сначала промывку кислого

гудрона водой, при этом промывные воды либо нейтрализуются щелочным реагентом, либо поступают на стадию абсорбции в зависимости от концентрации в них серной кислоты. После получаем углеводородную фракцию, идущую на сжигание в печь. Если нефтешламы застаревшие и вязкие, то вводят компаунд для увеличения текучести, например керосин или дизельное топливо. В печи выделяется SO_2 , который далее окисляют до SO_3 , и полученный триоксид серы поступает на стадию абсорбции в производство серной кислоты.

Таким образом, целевым продуктом переработки кислого гудрона предложенным методом термоокисления является серная кислота, выход которой зависит от состава перерабатываемого вторичного сырья.

УДК 629

И.О. КОВАЛЕВ, Д.Н. ЗНАМЕНСКИЙ, Р.В. ПЬЯНОВ, И.Г. КУКЛИНА

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРОНАГРУЖЕННОСТИ РОТОРНО-ВИНТОВОЙ МАШИНЫ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Разработка теоретических основ методологии расчета колебательных процессов рабочих органов и движителей дорожных машин, имеющих длинные роторы, содержащие упруго-вязкие (реологические) тела модели Кельвина - Фойгта, и исследование на их основе движений роторов на основаниях, а также опор валов, изготовленных из реологического материала; исследование поведения жесткого ротора с учетом воздействия внешних возмущающих сил является основой данной экспериментально-исследовательской работы.

В рамках данной работы исследованы:

- Методологии оптимизации выбора параметров основных рабочих органов дорожной техники.
- Длинные винтовые роторы – рабочие органы коммунальных машин и движители специальных транспортно-технологических средств.
- Упруго-вязкие средства гашения подвески специальной дорожной техники (коммунальные машины, роторно-винтовые машины).
- Гидравлическая виброопора, применительно к машинам с роторно-винтовым движителем.
- Информационные технологии для расчетов и визуализации специальной дорожной техники.

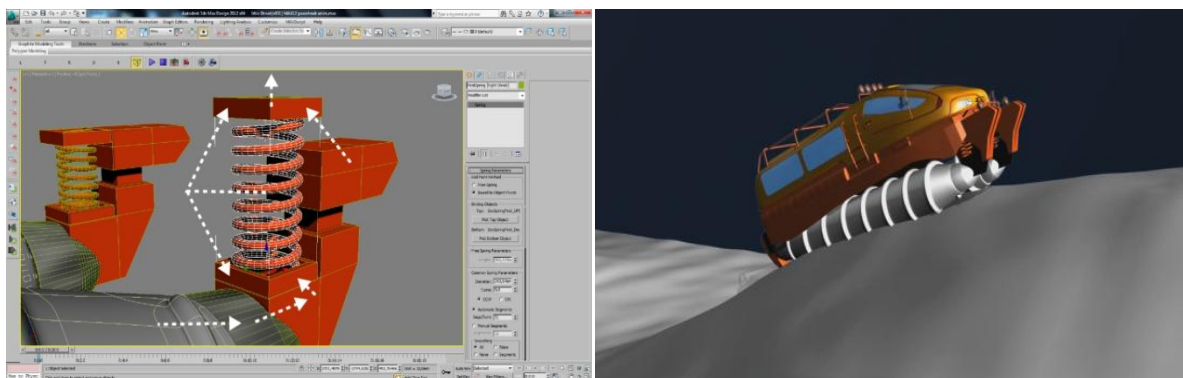


Рис. Визуализация динамических процессов подвески при движении РВМ по заснеженному бездорожью.

Полученные и экспериментальные характеристики позволяют производить расчеты оптимальных параметров рабочих органов, машин, оснащенных длинными винтовыми роторами в зависимости от местности (статистических характеристик снежных заносов, ширины автомобильного дорожного полотна).

Список литературы

1. Келли Мэрдок 3ds Max 2012. Библия пользователя = 3ds Max 2012 Bible. — М.: «Диалектика», 2012. — 1312 с.
2. Куклина И.Г. Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской. Журнал Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. № 9 2011г.

УДК 629.1; 81-11

А.С. КУКЛИНА

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СТРУКТУР В ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Вопросы, связанные с выявлением и описанием оценочных средств в языке, все еще остаются достаточно актуальными. Тем более возрастает актуальность данной проблемы при создании описания отдельных элементов и агрегатов современных машин на разных языках мира.

В научных и технических автомобильных текстах оценка формируется достаточно большим набором лексико-грамматических, синтаксических, а также текстовых единиц, семантически близких к базовым понятиям хорошо/плохо. При этом положительно оценивается знание, соответствующее качествам новизны, актуальности, достоверности, точности, логичности и др.; отрицательно – знание, не соответствующее данным качествам. Оценочное содержание в целом получает в научном тексте разнообразное и в то же время стандартизованное выражение. Наиболее употребительными являются обороты на базе слов значительный (значительное повышение мощности двигателя), убедительный (убедительная концепция трансмиссии), корректный (корректное срабатывание подвески), продуктивный (продуктивный подход); типичны клишированные словосочетания особый интерес, яркий образец, существенный вклад, положить начало, важная роль и др.

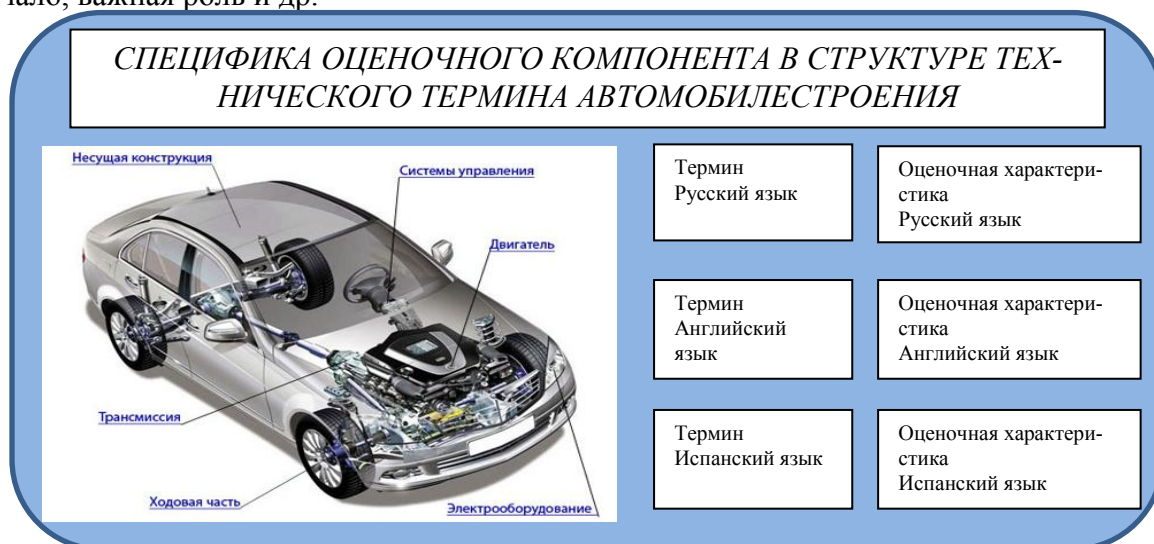


Рис. Интерфейс базы данных оценочных лексических единиц автомобилестроения

Задачей данного исследования является создание автоматизированного средства для построения информационной базы данных лексических специальных терминов в помощь создателям автомобилей.

Список литературы

1. Ретунская М.С. Английская аксиологическая лексика.: Монография. – Нижний Новгород.: Издательство ННГУ, 1996. – 272 с.
2. Fowler H.W. A dictionary of Modern English Usage. Oxford: Clarendon Press, London: JeoffreyCumberlege, 1949. 742 p.

УДК 621.921

А.В. КУРНЕНКОВ, А.Ю. ШУРЫГИН, Т.И. ШИРМАНОВА

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ СОЖ И КЛАССИФИКАЦИИ ЗЕРЕН АБРАЗИВНОГО МАТЕРИАЛА

Арзамасский политехнический институт (филиал НГТУ)

В настоящее время перспективной является система совмещенных процессов непрерывной очистки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), рекуперации (извлечения для повторного использования) и классификации (разделения на фракции) абразивных зерен.

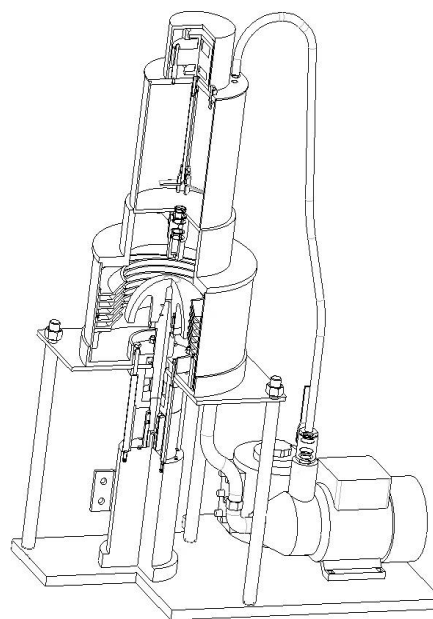
Данная система обеспечивает:

– высокие показатели качества абразивной обработки за счет очистки СОЖ от шлама (мелкодисперсных продуктов обработки материала заготовки и износа шлифовального инструмента);

– извлечение из СОЖ при очистке вырванных из связки инструмента абразивных зерен, которые сохранили режущую способность, для повторного использования при изготовлении шлифовальных инструментов (при этом исключается переработка шлама и связанные с этим трудоемкие операции вне технологического оборудования);

– разделение при необходимости извлеченных зерен по размерным группам.

Составными элементами установки являются ротор с криволинейной образующей и приемник для сбора фракций. Вращение ротора осуществляется с помощью электродвигателя переменного тока и частотного преобразователя для регулирования частоты вращения. Подача жидкости на ротор осуществляется через штуцер, внутренний диаметр которого зависит от расхода жидкости. В основе интенсификации процессов лежит использование тонкоплечного течения и центробежного поля, которое создается вращающимся ротором.



Трехмерная модель установки

Для обеспечения непрерывной циркуляции рабочей жидкости используется центробежный насос. Для поддержания частиц в рабочей жидкости во взвешенном состоянии при подаче в зону разделения применяется мешалка. Существенным недостатком в разработанной конструкции является наличие трех электродвигателей переменного тока, которые приводят во вращение валы ротора, насоса и мешалки. Для уменьшения энергозатрат при работе установки целесообразно использовать только один электродвигатель. При этом рабочее колесо насоса предлагается разместить на валу ротора, а вал мешалки закрепить на вершине ротора. В связи с тем, что определяющей для электродвигателя является частота вращения ротора, необходимо выполнить расчет параметров рабочего колеса насоса и пропеллера мешалки при заданной частоте вращения.

УДК 621.355

А.В. ЛУПАНОВА, О.А. ЛЕОНТЬЕВ, Ю.Л. ГУНЬКО

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ВЫСОКОЕМКИХ ОКСИДНОНИКЕЛЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

Несмотря на бурное развитие литиевых источников тока, щелочные аккумуляторы (никель-кадмиевые и никель-железные) остаются доминирующими в ряде областей применения (авиация, железнодорожный транспорт, источники тока для систем автономного энергообеспечения и т.д.). Это связано с их хорошей работоспособностью в условия низких температур и больших разрядных токов (для никель-кадмиевых аккумуляторов), высокой механической прочностью и большим сроком службы. В будущем возможно более широкое использование щелочных аккумуляторов при создании экологически безопасной, эффективной, энерго- и материалосберегающей технологии изготовления оксидноникелевых электродов.

В настоящее время в производстве щелочных аккумуляторов применяются положительные электроды нескольких конструкций. Ламельные электроды просты в изготовлении, недороги и рассчитаны на длительный срок службы аккумуляторов, однако имеют низкие электрические характеристики. Металлокерамические электроды высокоемки, работоспособны в широком диапазоне температур и плотностей тока, но имеют высокую стоимость. Лишены перечисленных недостатков оксидноникелевые электроды на металлизированных полимерных основах. Такие электроды по сравнению с металлокерамическими более просты в изготовлении, имеют повышенные электрические характеристики при значительном сокращении расхода никеля на единицу емкости. Щелочные аккумуляторы с подобными электродами начинают применяться для наиболее ответственных целей, например, в скоростных поездах типа "САПСАН". Более широкое использование таких источников тока сдерживается сложностью технологического процесса, высокой стоимостью и отсутствием доступной для отечественных производителей технологии изготовления электродов подобного типа.

Предлагаемая нами технология заключается в предварительном нанесении электропроводящего подслоя на нити полимерного материала и последующей металлизации основы в модифицированных растворах никелирования. При этом удалось отказаться от операции химической металлизации полимерного материала и снизить объемы сточных вод. Применение модифицированного электролита никелирования и специальной конструкции гальванической ванны повысило равномерность распределения никелевого покрытия в поверхностных и глубинных зонах основ. После заполнения полученных матриц гидроксидом никеля электроды имеют в зависимости от условий

разряда удельную емкость до $0,35-0,45 \text{ А}\cdot\text{ч}/\text{см}^3$, что соответствует емкостным характеристикам металлокерамических электродов при значительно более низкой стоимости. Однако применение подобных оксидноникелевых электродов при создании новых типов щелочных аккумуляторов связано с проведением большого объема длительных (до нескольких лет) испытаний, Сокращение и удешевление опытно-конструкторских работ может быть достигнуто за счет применения математического моделирования процессов, протекающих и источнике тока при его разряде. Разрабатываемые нами модели позволяют оценить выходные характеристики щелочных источников тока с учетом процессов массопереноса по двум координатам - толщине электродного блока и высоте, то есть прогнозировать характеристики аккумуляторов различных конструкций и габаритов.

УДК 66.074.34:66.074.7

Н.С. МАЛЫГИНА, С.В. АГЕЕВА, Н.В. КСАНДРОВ, О.Р. ОЖОГИНА

АДСОРБЦИЯ АММИАКА ИЗ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ АКТИВНЫМИ УГЛЯМИ ИМПРЕГНИРОВАННЫМИ СОЛЯМИ МЕДИ

ДПИ (филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева)

В настоящее время особую актуальность приобрела проблема защиты воздушного бассейна от загрязняющих примесей. Одним из источников загрязнений является аммиак, содержащийся в выбросах производств карбамида, азотной кислоты, аммонийных солей, установок селективной очистки газов от оксидов азота. Существуют различные способы очистки газов от аммиака, но наибольший интерес представляет адсорбционный метод. В качестве адсорбентов используется активный уголь марки АГ-3, имеющий большую удельную поверхность, хорошую адсорбционную способность и обладающий гидрофобностью. В литературе недостаточно данных для принятия технических решений по очистке от NH_3 влажных газов с низким содержанием аммиака.

Цель данной работы состоит в пополнении данных по сорбции NH_3 активным углем из влажных газов и в анализе влияния модификации активного угля солями металлов, образующих устойчивые аммиакаты, на его свойства. Величину адсорбционной емкости находили графическим интегрированием выходных кривых адсорбции, полученных на проточной установке, включавшей угольный адсорбер, устройства для подачи, измерения расхода и отбора проб газа.

В работе определены значения емкости для угля АГ-3 при $273 - 323\text{К}$, парциальном давлении аммиака (P_{NH_3}) $0,5 - 8 \text{ кПа}$, общем давлении $98 - 101 \text{ кПа}$, которые составили от $2,5 \text{ мг/г}$ при 323К и $0,5 \text{ кПа}$ до $32,3 \text{ мг/г}$ при 273 К и 8 кПа . Равновесная емкость изученных углей при модификации их солями меди существенно превышает ту же величину для не модифицированного угля, так, например, при модификации импрегнированием углей растворами соли CuCl_2 разных концентраций от 1% до 20% повысилась их адсорбционная емкость с 41 мг/г до 120 мг/г .

Используемая в эксперименте смесь газов, содержала $0,5-3\%$ аммиака, $13 - 20\%$ объемных кислорода и пары воды.

В данной работе определены, расчетным путем и на основе экспериментальных данных, высоты работающего слоя для угля марки АГ-3 при различных концентрациях аммиака в газовой смеси и скорости подачи газа, коэффициенты защитного действия, адсорбционная емкость, позволяющие спроектировать опытно-промышленную установку. Такие установки можно рекомендовать для очистки отходящих газов производств аммонийных солей, аммиачных удобрений и селективной очистки нитрозных газов аммиаком.

Опыты по регенерации подтвердили возможность многократного регенерирования изучаемого адсорбента вакуумным методом при температурах 353–373К и остаточном давлении порядка 20 кПа. Для модифицированных углей вакуумная регенерация является единственно возможной, т.к. при водяной промывке может раствориться модифицирующий агент.

УДК 621.357

Т.В. МАРКОВА, Т.И. ДЕВЯТКИНА, В.В. РОГОЖИН

НАНЕСЕНИЕ МЕДНЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Алюминиевые сплавы являются основным конструкционным материалом в авиации, автомобилестроении и электротехнической промышленности. Расширение областей применения таких сплавов в других отраслях может быть достигнуто за счет нанесения гальванических покрытий, которые увеличивают твердость, сопротивление коррозии и механическому износу, повышают поверхностную электропроводность, улучшают паяемость, проявляют декоративные свойства. Однако нанесение гальванических покрытий на алюминий и его сплавы связано с рядом специфических трудностей, которые преодолеваются различными способами подготовки поверхности покрываемых изделий методами цинкатной обработки, анодирования, химического оксидирования.

Наиболее перспективным является процесс анодирования, при котором можно получить подслоя под гальванопокрытия, состоящий из оксида алюминия необходимой толщины (не менее 2÷4 мкм) и с достаточно развитой системой пор. Анодирование дает возможность получить более надежное сцепление гальванических покрытий с алюминиевой основой по сравнению с другими методами. Нами показано, что универсальным для анодирования различных сплавов является электролит, содержащий 15%(об.)H₂SO₄ и 15%(об.)H₃PO₄, в котором при анодной плотности тока 2А/дм² и времени анодирования 5÷7 минут формируется оксидный слой толщиной 2÷3 мкм.

Было выявлено, что пленка, полученная при анодировании в смеси кислот, получается достаточно плотная (пористость составляет всего 10.25%), что приводит к непроникновению поверхности сплава в труднодоступных местах. В этом случае для нанесения качественного гальванического покрытия необходимо снижать катодную плотность тока, что в значительной мере увеличивает время технологического процесса нанесения гальванопокрытия. Поэтому для осаждения покрытий с высокой степенью адгезии необходимо получение в процессе анодирования на поверхности алюминиевого сплава более пористой пленки, прочно сцепленной с основой. С этой целью в электролит анодирования дополнительно были введены вещества, способные “разрыхлить” оксидную пленку, образующуюся на поверхности алюминия в процессе анодирования. В качестве таких “разрыхлителей” использовались вещества, содержащие в своем составе F⁻-ионы. Как показали исследования, при введении этих добавок в электролит наблюдалось существенное снижение напряжения на ванне до 6÷8В вместо 19÷20В в базовом электролите, что может говорить о формировании более пористой пленки на электроде уже в начале процесса за более короткое время.

Для последующего нанесения медного гальванического покрытия применялся стандартный серноокислый электролит меднения, отличающийся простотой анализа и корректировки, устойчивостью, высоким катодным выходом по току и дешевизной. Медное покрытие наносилось при катодной плотности тока 1-2А/дм². Толщина покры-

тия составляла 9 мкм. При визуальном осмотре деталей покрытие было гладким и полублестящим, вся поверхность деталей была покрыта медью даже в труднодоступных местах.

Адгезию покрытия с основой исследовалась методом сеток и отжигом при температуре 200-230⁰С в течение 1 часа в вакуумной печи. Отжигу подвергались 10 анодированных образцов, изготовленных из сплавов АД0, АД1, АД31 и АМцб. Отслоения покрытия ни на одном образце не наблюдалось, что говорит высокой адгезии медного покрытия с основой.

УДК 621.9

С.И. МАХОВ, И.С. НОВИКОВ, М.В. КАНГИН

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЬЕВЫХ ФОРМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ MOLDEX3D/EDESIGN R11

Арзамасский политехнический институт филиал
Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексева

Предлагается новый подход к изготовлению литевых форм для получения пластмассовых изделий, который осуществляется по средствам внедрения в технологический процесс инженерного анализа.

Моделирование процесса литья термопластов позволяет в полной мере оценить весь цикл литья, выявить определенные проблемы и поставить задачи для их устранения. Основой данного моделирования является применение фундаментальных законов механики и термодинамики, а также использование концепции сплошной среды для получения математических моделей всех стадий литья.

Применение компьютерного анализа при литье пластмассовых изделий в значительной мере позволяет повысить эффективность проектирования пресс-форм, не прибегая к большим материальным затратам, помогает подобрать оптимальные режимы литья и конструкцию пресс-формы или детали.

Проанализировано проектирование литейной формы заготовки для детали «Корпус». Первой задачей при проектировании пресс-формы является расположение и конфигурация литниковой системы. К данной детали были применены разнообразные литниковые системы. Выявлено, что наиболее эффективным является расположение впускного литника по центру детали, так как изначально был расчет на то, что форма будет одноместной. Далее решается проблема расположения разводящих литников. Здесь использовались два варианта: литниковая система с одним точечным впуском; литниковая система с разводящим литником, имеющим 4 точки впуска.

В обоих вариантах наблюдается незначительный неполный впрыск: литник, имеющий 4 точки впуска -3,89% объема полости; одноточечный литник – 4,1%.

Обе формы имеют много мест скопления воздуха, по данным результатам можно определить места, где нужно расположить вентиляционные каналы. По данному параметру формы имеют незначительное различие. Количество линий спая объясняется количеством потоков фронта расплава, можно сделать вывод о том, что чем больше разводящих каналов, тем больше линий спая, поэтому наилучшая картина по данному параметру наблюдается в форме с одноточечным литником.

В соответствии с полученными результатами по времени заполнения, давлению, температуре фронта расплава, объемной усадке, определили места воздушных ловушек и их концентрацию по всей формообразующей полости, а также расположение линий спая выявили что наилучшим вариантом является литник, имеющий четыре точки впуска.

Список литературы

1. Литье пластмасс под давлением/ Т. А. Освальд, Л.- Ш. Тунг, П. Дж. Грэмани, под ред. Э. Л. Калинчева – СПб.: Профессия, 2006. – 712 стр., ил.

УДК 661.728/677.494

В.О. МИРОНЧИК, Т.Л. ЮРКШТОВИЧ, Н.В. ГОЛУБ, В.А. АЛИНОВСКАЯ
Р.И. КОСТЕРОВА, П.М. БЫЧКОВСКИЙ, Н.К. ЮРКШТОВИЧ

БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ГИДРОГЕЛИ НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ КРАХМАЛА ДЛЯ КОНТРОЛИРУЕМОГО РЕЛИЗА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОТЕИНОВ

Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»

Биодеградируемые гидрогели на основе модифицированных полисахаридов привлекают внимание для создания систем адресной доставки лекарственных веществ, т.к. обладают биосовместимостью, способностью рассасываться в тканях живого организма без токсической реакции.

В работе представлены результаты исследования процесса получения биодеструктируемых гидрогелей на основе фосфатов крахмала в смеси ортофосфорная кислота–мочевина в зависимости от соотношения компонентов, температуры, времени и давления в зоне реакции. Определено, что выход гель- фракции фосфатов крахмала при оптимальных условиях (мольное соотношение глюкопиранозное звено (ГПЗ) : H_3PO_4 : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 1 : 0,3 - 0,6 : 2 - 4$; время реакции этерификации - 3 часа; температура – 125 – 135 °С; давление 0.1 – 0.5 атм.) является относительно высоким и лежит в интервале 89,8 -97,0%. Получены образцы гидрогелей на основе фосфатов крахмала со степенью замещения по фосфорнокислым и карбаматным группам 0,20 – 0,70 и 0,20 – 0,92, характеризующиеся изменением степени набухания в интервале 7,0 – 160,0 г/г. Методом потенциометрического титрования установлено, что формирование гидрогелей происходит, в основном, за счет наличия одноосновных моно- и дифосфатов, которые выступают в качестве межмолекулярных сшивок. Установлено, что в результате стерилизации γ -облучением (интервал доза 2,5 Мрад) степень набухания фосфорилированного крахмала увеличивается примерно на 14,8 – 35,2%, что свидетельствует о процессе протекания физической деструкции макромолекулярных цепей.

В условиях *in vitro* изучена кинетика ферментативного гидролиза гелеобразующих фосфатов крахмала с разной степенью сшивки с использованием панкреатического фермента α -амилазы (1,5 ед/мл). Установлено, что скорость ферментативной деструкции фосфатов крахмала уменьшается по мере роста степени сшивки образцов. Скорость максимально сшитых образцов фосфатов крахмала примерно в три раза меньше скорости ферментативной гидратации зерен нативного крахмала.

Изучена противоопухолевая активность гелеобразующих фосфатов крахмала *in vitro*. Установлено, что фосфаты полисахаридов относятся к классу малотоксичных веществ, и их LD_{50} составляет около 5000 мг/кг.

Изучена динамика высвобождения α -2b-интерферона из пространственной сетки гидрогелей фосфатов крахмала и установлено снижение скорости выделения цитокина по мере роста степени сшивки полимера- носителя.

ПОРТАТИВНЫЙ ГЕНЕРАТОР ВЫСОКОЧИСТОГО ФОСФИНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Фосфин является востребованным материалом в микроэлектронной промышленности, используемым для создания полупроводниковых структур типа $A^{III}B^V$, а так же в качестве легирующей добавки для кремниевых структур. Транспортировка и хранение фосфина требует повышенных мер безопасности, так как фосфин является пожаро-взрывоопасным и токсичным веществом, относящимся к I классу опасности. Традиционно фосфин синтезируют химическими методами через фосфиды элементов, в результате чего получается довольно грязный продукт, поэтому дополнительно проводится его глубокая очистка.

Альтернативой химическим методам является использование электрохимического метода синтеза, которое имеет ряд существенных преимуществ: высокая селективность реакции, более высокий выход фосфина по веществу, управляемость реакции, а так же существенно меньшее количество токсичных отходов. Применение электрохимического метода в сочетании с энергоэффективной очисткой методом мембранного газоразделения является основой для создания портативного источника (генератор) фосфина, требуемого класса чистоты.

Генератор фосфина обеспечивает подвод фосфина на требуемых технологических этапах, позволяя отказаться от технологических проблем связанных с транспортировкой и хранением.

Спецификой технологии является использование ультразвукового поля при электрохимическом методе получения, что вызывает интенсивное перемешивание и отвод фосфидов из прикатодного пространства, которые подвергаются преимущественно гидрированию. При этом на катоде не наблюдаются трубчатые отложения характерные для обычного электрохимического синтеза, а так же процесс стабилен во времени. Плотность тока вырастает в 5 раз (до одного A/cm^2) и скорость образования фосфида достигает максимума, при этом выход фосфина по току составил более 85 %. В работе был проведен термодинамический анализ возможностей образования примесей в фосфине при его электрохимическом синтезе. В системе, содержащей воду, ортофосфорную кислоту и белый фосфор, возможно протекание реакций образования фосфина, водорода, дифосфина и, вероятно, фосфористой кислоты.

Очистка фосфина от воды, летучих неорганических гидридов, полученных электролизом из водных растворов может быть решена различными способами. В качестве возможных вариантов был рассмотрен метод низкотемпературной фильтрации и мембранного газоразделения.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЦИКЛОННЫХ АППАРАТОВ
В ПРОЦЕССАХ ОБОГАЩЕНИЯ КАЛИЙСОДЕРЖАЩИХ НЕРУДНЫХ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева
Центральный научно-исследовательский институт
геологии нерудных полезных ископаемых (ЦНИИ ГЕОЛНЕРУД), г. Казань

Увеличение производства минеральных калийных удобрений является важнейшей задачей в деле развития сельского хозяйства. Основными сырьевыми источниками при производстве соединений калия служат водорастворимые калийные соли, в основном получаемые при обогащении и дальнейшей переработке калийсодержащих неметаллических полезных ископаемых.

Среди калийсодержащих руд наибольший интерес в свете исследуемого вопроса представляют сильвинитовые руды. В настоящее время наиболее распространенными методами извлечения сильвина как целевого продукта из сильвинитовой руды являются химический и флотационный. Однако к основным недостаткам этих способов можно отнести их трудоемкость и, как следствие, высокую себестоимость конечного продукта, а также негативное экологическое воздействие.

Вместе с тем, достаточно большое количество литературных источников указывают на возможность успешного проведения процесса сепарации сильвина в поле действия гравитационных или центробежных сил. Такие предположения базируются на том, что существует различие в плотности сильвина (1980 кг/м^3) и галита (2140 кг/м^3).

С целью проверки возможности извлечения сильвина из сильвинитовой руды с применением гидроциклонных аппаратов кафедрой МАХПП Дзержинского политехнического института НГТУ им. Р.Е. Алексеева и ЦНИИ ГЕОЛНЕРУД (г. Казань) в период с сентября по декабрь 2012 г. были проведены пилотные исследования, в результате которых удалось выявить следующие особенности:

– вследствие относительно небольшой разности плотностей разделяемых компонентов несущую среду необходимо искусственно утяжелить (так, в экспериментах использовался насыщенный раствор солей калия и натрия, плотность которого составляла 1230 кг/м^3);

– твердая фаза суспензии успешно выделяется в центробежном поле, что говорит о перспективности этого метода обогащения. Так, достигнутая в экспериментах степень разделения составила в среднем 80%.

Однако в рамках проведенных опытов не удалось достичь поставленной цели – сколь-нибудь значимого отделения сильвина от остальных составляющих сильвинитовой руды. Это можно объяснить тем, что типовые гидроциклонные аппараты типа ТВП и ТВ, на которых проводились эксперименты, были спроектированы для разделения суспензий с более существенной разностью плотностей несущей и дисперсной фазы.

По результатам пилотных исследований можно сделать следующие выводы:

1. проблема выделения сильвина из сильвинитовой руды актуальна, заслуживает внимания и технически представляется решаемой;
2. математическое описание процесса центробежной сепарации для исследуемых условий требует корректировки.
3. необходимо проведение дальнейших теоретических, экспериментальных и опытно-конструкторских работ.

КОМПАКТНЫЙ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗАТОР АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Последнее время достаточно часто происходят отравления метиловым спиртом, как в России, так и за рубежом. К примеру, большой резонанс вызвало массовое отравление метанолом в сентябре этого года в Чехии, приведшее к тяжелым последствиям для многих сотен людей. Отравление метанолом может возникнуть при употреблении фальсифицированной алкогольной продукции на основе метанола.

На сегодняшний день отсутствуют экспресс методы определения качественного состава спиртосодержащих жидкостей. По физическим свойствам (вкус, цвет, запах) метанол похож на этиловый спирт. Плотность этилового и метилового спирта отличается менее чем на 0,05%, что не позволяет определять разницу между этими спиртами с помощью ареометра. Исследование состава спиртосодержащей жидкости можно провести только в лабораторных условиях при наличии дорогостоящего оборудования. В настоящее время компактного прибора для диагностики качества алкогольной продукции, доступного организациям общественного питания (бары, кафе рестораны), а также частным лицам не существует.

В настоящее время разработан макет экспресс анализатора спиртосодержащих жидкостей. Новизна предполагаемого подхода диагностики алкогольной продукции заключается в комплексном исследовании сразу нескольких параметров спиртосодержащей жидкости, а именно ее плотности и показателя преломления. Данный подход позволяет диагностировать крепость напитка, его качество и наличие в нем метилового спирта.

Измерение плотности раствора позволяет определить процентное содержание спирта в растворе. Используется факт, что относительную плотность этанола и метанола практически совпадают, (разница составляет менее 0.05%). Таким образом, полученные результаты будут зависеть от типа спирта, присутствующего в растворе.

Проведение анализа основано на измерении показателя преломления жидкости (для метилового спирта – 1,3288, для этилового спирта – 1,3611, для воды – 1.3330) на длине волны 663 нм твердотельного лазера. С одной стороны кюветы находится источник когерентного излучения (лазер). С противоположной стороны кюветы располагается светочувствительная матрица CMOS 7Мп, позволяющая с высокой точностью определять центр масс лазерного луча, прошедшего через жидкость, а так же его ширину и интенсивность. Все эти параметры зависят от оптических свойств изучаемой жидкости и при известном процентном содержании спирта позволяют выявить наличие метанола. Разработано программное обеспечение, с помощью которого осуществлялась обработка изображения с светочувствительной матрицы, расчет показателя преломления и при известной крепости напитка определялась его качество и наличие метанола.

В ходе предварительных экспериментов проводилось исследование спиртосодержащих жидкостей, таких как водка, коньяк, раствор метилового спирта, раствор этилового спирта. Было установлено, что ключевым фактором, влияющим на показатель преломления на длине волны 663 нм, являются именно тип спирта и его процентное содержание. Продемонстрировано, что с помощью нашего прибора можно определять не только тип спирта (метанол или этанол), но и его процентное содержания в жидкости.

УДК: 621.357.7:504

А.Б. ПОКРОВСКАЯ, Е.Ю. АНАНЬЕВА, В.В. РОГОЖИН

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ НИКЕЛЬ-БОР ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ ЩЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Покрытия никель-бор обладают рядом ценных функциональных характеристик, таких как термическая и коррозионная стойкость, способность к пайке и сварке, низким удельным и переходным электросопротивлением.

Гальванические покрытия никель-бор получают при введении в стандартные электролиты никелирования (слабокислые и нейтральные) полиэдрических борсодержащих добавок, выпуск которых в настоящее время ограничен, а сами добавки стали дефицитными.

В данной работе исследовалась возможность применения борогидрида натрия в качестве доступной борсодержащей добавки для электролитов никелирования.

Стойкость борогидрида только при рН свыше 12-13 требует создания сильнощелочных комплексных электролитов никелирования. В качестве такого нами был предложен состав на основе глицина. Установлено, что скорость гидролиза борогидрида в таком электролите минимальна, а покрытия получают полублестящими в широком диапазоне плотностей тока даже в отсутствие блескообразователей. Выход по току для никеля в щелочном электролите небольшой, составляет 10-12% и уменьшается с ростом плотности тока. Путем введения специальных добавок удается повысить выход по току для никеля до приемлемых значений без снижения величины рассеивающей способности электролита и качества осажденного покрытия.

УДК 621.039

А.Н. ПРОНИН, С.С. БОРОДИН, Д.Н. СОЛНЦЕВ, В.Д. СОРОКИН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ СКОРОСТИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТВС РЕАКТОРА PWR

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стратегической задачей Госкорпорации «Росатом» является расширение российского присутствия на мировом рынке ядерного топлива, в том числе за счет выхода в сегмент топлива для реакторов PWR. Для этого в ОАО «ОКБМ Африкантов» разработана конструкция ТВС–КВАДРАТ конкурентоспособная с зарубежными аналогами по надежности, безопасности, экономичности и технологичности.

В состав конструкции ТВС-КВАДРАТ входят перемешивающие дистанционирующие решетки, являющиеся интенсификаторами теплообмена теплоносителя и позволяющие снизить неравномерности теплогидравлических характеристик теплоносителя, выровнять температуру теплоносителя по поперечному сечению сборки, а также повысить запасы до кризиса теплоотдачи. Однако наличие таких решеток может привести к заметному повышению гидравлического сопротивления самой сборки, что является весьма нежелательным.

Для обоснования теплотехнической надежности активной зоны с ТВС данного типа, необходимо определить влияние конструкций перемешивающих дистанционирующих решеток (ПДР). ТВС-КВАДРАТ на гидродинамику и массообмен потока теплоносителя в активной зоне реактора PWR.

Для решения данной задачи в НГТУ им. Р. Е. Алексеева на аэродинамическом стенде был проведен комплекс экспериментальных исследований по изучению гидродинамики и локального массообмена теплоносителя в модели фрагмента ТВС-КВАДРАТ с поясами перемешивающих дистанционирующих решеток.

Экспериментальные исследования по изучению гидродинамики и локального массообмена теплоносителя в модели фрагмента ТВС-КВАДРАТ проводились методом диффузии пропанового трассера [1]. Трассер подавался в характерные ячейки экспериментальной модели и далее за перемешивающей дистанционирующей решеткой отслеживалось перераспределение трассера в поперечном сечении и длине модели.

По результатам исследования гидродинамики и массообмена теплоносителя во фрагменте ТВС-КВАДРАТ реактора PWR можно сделать следующие выводы:

1. За ПДР происходит направленное движение трассера, обусловленное расположением дефлекторов, т. е. отклоненный дефлектором поток приобретает поперечные составляющие скорости на выходе из перемешивающей решетки и далее посредством механизма конвективного переноса часть поперечного потока теплоносителя из каждой ячейки переходит в соседние ячейки, смешиваясь при этом с основным осевым потоком.

2. За решеткой перемешивающие свойства снижаются вследствие уменьшения поперечных составляющих скорости, а интенсивность массообмена определяется степенью повышения турбулентности потока за решеткой. Наличие турбулентного трения приводит к диссипации энергии движения потока, что быстро уменьшает интенсивность поперечных конвективных течений, создаваемых дефлекторами решетки.

3. Различия в проходных сечениях ячеек, прилежащих к направляющему каналу и стандартных ячеек ТВС-КВАДРАТ, приводит к вытеснению части расхода в соседние ячейки на 15-20%.

По полученным экспериментальным данным была определена оптимальная конструкция ПДР ТВС-КВАДРАТ реактора PWR.

УДК 620.193

С.Ю. РАДОСТИН, А.А. КАЛИНИНА, А.Н. МОСКВИЧЕВ
Е.Н. РАЗОВ, Т.Н. СОКОЛОВА, В.Р. КАРТАШЕВ

ФАТОРЫ, ИНИЦИИРУЮЩИЕ БАКТЕРИАЛЬНУЮ КОРРОЗИЮ МЕТАЛЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Известно, что взаимодействие бактерий с поверхностью, в том числе металлической, начинается с адгезии клеток и формирования на ней структуры, определяемой как биопленка. В целом биопленка – это сообщество бактерий, связанных друг с другом и заключенных в матрицу внеклеточных веществ выделяемых бактериями при формировании биопленки [1]. Нами установлено, что действительно, при контакте бактерий рода *Escherichia coli* с поверхностью оцинкованной стали и цинка в благоприятных для жизнедеятельности бактерий условиях (питательная среда, влажность, температура 37°C) образуется структура, которую можно отнести к биопленке.

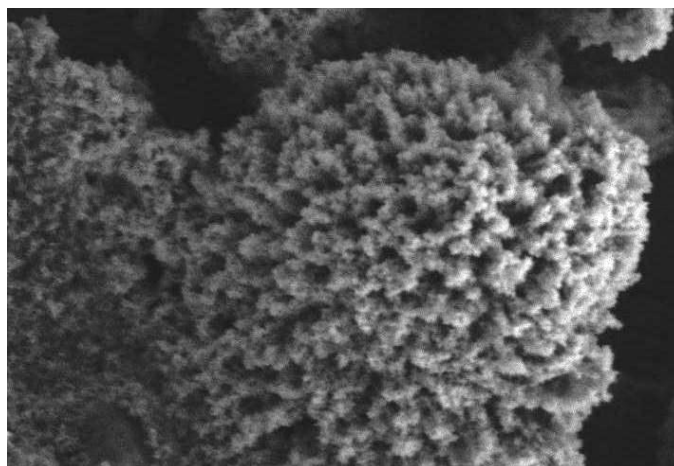
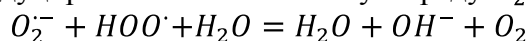


Рисунок 1 – Микрофотография поверхности оцинкованной стали после пяти суток экспозиции с бактерией рода *Escherichia coli*.

Ранее было установлено, что одним из инициирующих факторов в коррозии ряда металлов может быть супероксид-анион радикал O_2^- , химические превращения которые вне клетки приводят к формированию экспериментально наблюдаемой на поверхности металла локальной жидкой фазы (экссудат) $pH > 7$ [2].

Нами выявлено, что в химический состав экссудата, через 3 – 7 суток с начала экспозиции, входят так же H_2O_2 и аммиак (NH_4OH), количественное содержание которых определили спектрофотометрически. Наличие пероксида водорода согласуется со способностью бактерий продуцировать во внеклеточную среду O_2^- :



Можно предположить, что не зависимо H_2O_2 , как и NH_3 может транспортироваться непосредственно из клетки.

Присутствие этих соединений в экссудате усиливает его основность и в целом коррозионно активные свойства среды, формируемой биопленкой.

Список литературы

- 1 Davey, M. E. Microbial Biofilms: from Ecology to Molecular Genetics / M. E. Davey, G. A. O'Toole // Microbiology and Molecular Biology Reviews Dec. 2000. V. 64. No. 4. P. 847–867.
- 2 Белов Д.В. Коррозия цинка и оцинкованной стали под воздействием бактерий / Д.В. Белов, А.А. Калинина, Т.Н. Соколова, О.В. Кузина, В.Р. Карташов // Коррозия: материалы, защита – 2011. – №7 – С. 42–47.

УДК 652.8:691.161

С.Ю. РУСИНА

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ НАНОАРМИРОВАННОЙ МАСТИКИ

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Гидроизоляция бетонных и железобетонных конструкций мостов, путепроводов, водопропускных труб и других искусственных сооружений транспортного строительства – их надежная и долгосрочная защита – одна из наиболее актуальных проблем для транспортного строительства. Поэтому в последнее время приоритетное место отводится современным гидроизоляционным материалам нового поколения - битумно-полимерным мастикам.

Проект направлен на разработку эффективной герметизирующей мастики на основе наномодифицированного полимерно-битумного вяжущего с тонкодисперсным на-

полнителем. Данная мастика может применяться в гражданском строительстве, при строительстве автомобильных и аэродромных покрытий, для герметизации швов расширения и сжатия, при устройстве температурных швов, в качестве гидроизоляции водопропускных труб и других искусственных сооружениях, а также как эффективный состав для дорожных композитов.

Путем рационального подбора технологии и компонентов решается проблема температурной и коррозионной стойкости композиционных материалов, за счет создания сплошного или поверхностного слоя, армированного наноразмерными объектами с поверхностной энергией в 10-ки и 100-ни раз большей, чем обычные микропорошковые наполнители. С целью повышения когезионной прочности мастики в ее состав было предусмотрено введение тонкодисперсного наполнителя, количество, дисперсность и свойства которого обеспечило бы высокое качество композиции. Варьируя содержанием компонентов в герметике можно регулировать и целенаправленно корректировать в нужном направлении показатели его свойств в зависимости от условий эксплуатации.

Таким образом, будет создаваться мастика, удовлетворяющая требованиям современного уровня техники, разработанная с использованием всех возможных реакционных потенциалов компонентов, характеризующаяся оптимумом реологических характеристик.

Разработанный состав мастики позволяет получить высокие физико-механические, химико-термические и эксплуатационные свойства продукции на стадии подготовки сырья или непосредственно в процессе ее приготовления, расширить температурный интервал работы герметика, увеличить когезионные и адгезионные показатели, повысить его эластичность, особенно при отрицательных температурах.

На основании анализа составов существующей и разработанной мастик, было проведено сопоставление и сравнение стоимости герметиков, представленное на рис.

Состав известной мастики:

Битум
Полимеры
Пластификаторы
Стабилизаторы
Адгезионные добавки
Резиновая крошка

40 тыс./т.

Предлагаемый состав мастики:

Битум
Полимер
Пластификатор
Наномодификатор
Наполнитель
Резиновая крошка

22,5-34,6 тыс./т.

Представляемая мастика не только привлекательна с экономической точки зрения, по отношению к аналогам, но и характеризуется совокупностью полезных и эффективных свойств, необходимых для герметизирующих составов.

УДК 541.64: 665.637.73

С.И. САМОДУРОВА

**НОВЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ДОБАВКИ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА И КАЧЕСТВА СМАЗОЧНЫХ
НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ**

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексева

Моторные, промышленные и другие смазочные масла, получаемые на основе дистиллятных или остаточных нефтяных фракций, широко применяются в промышленности и на транспорте. К современным маслам предъявляются жесткие требования по технологическим свойствам. Набор этих свойств обеспечивается сочетанием оптимальной углеводородной основы масляных фракций, низким содержанием нежелатель-

ных примесей и введением добавок (присадок). Одной из стадий очистки масляных фракций является низкотемпературная депарафинизация в органических растворителях, позволяющая удалить легкозастывающие парафиновые углеводороды. Проведение депарафинизации значительно понижает температуру застывания масел и улучшает их вязкостно-температурные характеристики (оцениваемые по показателю индекс вязкости). Однако в процессе очистки вместе с высшими парафинами теряется значительное количество ценных непарафиновых углеводородов.

За рубежом для решения этой проблемы используется введение полимерных добавок на стадии депарафинизации масляных фракций. Одной из наиболее эффективных присадок является акриловый полимер «Вископлекс 9-303». Его применение позволяет увеличить выход депарафинированных дистиллятных масел на 3-6 %, остаточных масел – на 4-10 %; повысить скорость фильтрования осадка в 1,5-3 раза; увеличить индекс вязкости масел на 2-4 %. Таким образом, использование полимерных добавок приводит к снижению себестоимости смазочных масел, улучшению их качества и повышению производительности установок очистки. В России в настоящее время полимерные присадки для депарафинизации масляных фракций не выпускаются. Причиной этого является отсутствие производства требуемого исходного сырья - высших эфиров акриловой и метакриловой кислот (содержащих в спиртовой части 16 и более атомов углерода), а также разработанных рецептур полимеризации с участием указанных мономеров с получением полимеров с заданным составом, молекулярной массой, композиционной однородностью и другими показателями.

В данной работе для усиления диспергирующих свойств в состав полимерных присадок для депарафинизации предложено вводить звенья азотсодержащих сомономеров. Исследованы обе основные стадии производства таких присадок для депарафинизации масел. Разработаны модернизированные варианты технологий получения исходного сырья (высших алкил(мет)акрилатов и N-алкилакриламидов), позволяющие повысить выход мономеров. Изучены закономерности сополимеризации высших акриловых и метакриловых эфиров, высших алкил(мет)акрилатов и N-алкилакриламидов, высших алкилметакрилатов и аминоксодержащих мономеров. Найдены условия полимеризации, приводящие к синтезу сополимеров с контролируемой молекулярной массой и композиционной однородностью. Это позволило разработать рецептуры получения новых присадок с требуемым набором свойств. Подготовлена лабораторная установка, моделирующая процесс депарафинизации масляных фракций. Проведены лабораторные испытания образцов полученных присадок, которые показали их высокую эффективность и конкурентоспособность по сравнению с импортными аналогами.

УДК 66.071.6+54.058

Т.Е. САРПОВА, П.Н. ДРОЗДОВ

ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ В ОДНО И ДВУХ КОМПРЕССОРНЫХ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основы разделения газа с использованием мембран известны достаточно долго, и лишь недавно прогресс мембранной технологии стал экономически привлекательным для разделения газов. В связи с этим и присущей простотой мембранной технологии, появился большой интерес в отношении разделения газов и создании мембран, а так же в области применения их к разделению воздуха.

Наиболее перспективными для процесса глубокой очистки газов являются двух и трехмодульные мембранные аппараты последовательного типа, с одним и двумя компрессорами соответственно.

В данной работе рассмотрена двухмодульная установка последовательного типа. Данная установка состоит из двух мембранных модулей. В ней присутствует рециркуляция пермеата со второй стадии, который смешиваясь с питающим потоком системы, поступает в первый мембранный модуль, таким образом, повышая степень разделения.

Произведен расчет и сравнение степени разделения данной установки при различных параметрах: отношении площадей мембран, доли отбора из системы, эффективного коэффициента разделения.

Проведено сравнение одномодульной установки с двухмодульной. Одномодульная установка имеет экономическое преимущество, минимизирует капитальные затраты, связанные с установкой мембраны, трубопроводов и других частей установки. Однако желаемой чистоты продукта не достигнуто, требуется увеличения площади мембраны, тем самым делая одноступенчатую мембранную установку не эффективной.

Рассмотрена трехмодульная мембранная установка последовательного типа. В ней присутствует рециркуляция пермеата со второй и третьей ступени на первый и второй модули соответственно. Соотношение площадей поверхностей мембран подобраны таким образом, чтобы минимизировать капитальные и операционные расходы системы в целом. Проведен расчет и сравнение степени разделения данной установки при различных параметрах: отношении площадей мембран, доли отбора из системы, эффективного коэффициента разделения.

Показано, что трехмодульная мембранная установка имеет большую степень разделения, чем одномодульная и двухмодульная установки.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-08-00618-а

УДК 66.023:532.62

В.М. КОСЫРЕВ, Д.М. СИЛЬНОВ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРОСИТЕЛЕЙ ПЛЕНОЧНЫХ ТРУБЧАТЫХ АППАРАТОВ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Наиболее ответственными элементами пленочного аппарата являются узел распределения жидкости по сечению аппарата и оросители, установленные на трубах, т.к. именно эти элементы обеспечивают эффективность его работы. Оросители должны выполнять следующие функции:

- обеспечивать равномерное распределение жидкости между всеми трубами;
- формировать на поверхности труб устойчивую пленку жидкости.

Известно большое количество конструкций оросителей. В настоящей работе приведены результаты изучения работы оросителей трех типов: с радиальными отверстиями в патрубках (А), с радиальными отверстиями в патрубках и направляющими втулками (Б), с тангенциальными отверстиями в патрубках (В). Экспериментальный стенд включает прозрачную трубу из оргстекла внутренним диаметром 33 мм, верх которой размещен в напорном бачке. Опытные оросители из стали крепились на трубе посредством переходника из фторопласта. Необходимый уровень обеспечивался электромагнитным клапаном на линии подачи воды от водопровода. Расход воды замеряли мерным бачком и секундомером. Изучались расходные характеристики оросителей в зависимости от диаметра отверстий d_0 и высоты уровня жидкости над осью отверстия h .

Расходные характеристики оросителей хорошо описываются известной формулой:

$$V = \mu \cdot f \cdot i \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h},$$

где V – расход жидкости через ороситель, м³/с.; μ , – коэффициент расхода; f – площадь сечения отверстия, м²; $i=4$ - число отверстий; g – ускорение свободного падения м/с².

Величину h для каждого оросителя меняли в опытах от 20 до 45 мм через 5 мм. Каждый опыт выполняли трижды. Коэффициент расхода определяли из формулы, приведенной выше. Результаты экспериментов показывают влияние d_o и h на расходные характеристики оросителей (см. таблицу).

	d_o , мм	3	4	5	6
Ороситель А	μ_{cp}	0,784	0,735	0,692	0,748
	$V \cdot 10^5$,	1,38-2,11	2,28-3,58	3,26-5,23	5,25-7,93
Ороситель Б	μ_{cp}	0,878	0,697	0,642	0,551
	$V \cdot 10^5$,	1,62-2,26	2,07-3,37	3,12-4,74	3,74-6,06
	d_o , мм	3	4,2	5,2	6
Ороситель В	μ_{cp}	0,807	0,821	0,783	0,827
	$V \cdot 10^5$,	1,41-2,11	2,83-4,17	4,2-6,24	5,92-8,81

Наблюдение за работой оросителей показали, что наилучший результат при формировании пленки на стенке трубы обеспечивали оросители типа Б.

Приведенные материалы могут быть использованы при конструировании оросителей промышленных пленочных тепло-массообменных аппаратов.

УДК 66.074

А.В. СТЕПЫКИН, А.А. СИДЯГИН

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСАДОЧНОГО КОНТАКТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТЕПЛОНАПРЯЖЕННЫХ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Дзержинский политехнический институт НГТУ им.Р.Е.Алексеева

Для проведения теплонапряженных массообменных процессов возможно использование самых различных видов оборудования. Типовые схемы таких технологических процессов, как правило, включают массообменные и теплообменные аппараты в отдельности. Альтернативным вариантом является использование специальных контактных устройств, которые размещают внутри оборудования и совмещают в себе теплообменные и массообменные функции. Их можно разделить на три вида: пленочные, тарельчатые и насадочные. Каждый из этих видов имеет свои недостатки и свои достоинства, а, следовательно, свою область применения.

Пленочные аппараты имеют самую высокую поверхность теплообмена, но в то же время отличаются большой громоздкостью и сравнительно небольшой поверхностью массообмена. Примером аппаратов является трубчатый аппарат с нисходящей пленкой. Следовательно, в случае теплонапряженных процессов, их использование будет наиболее эффективным при больших тепловых нагрузках.

Тарельчатые аппараты, напротив, при достаточно развитой поверхности массообмена имеют небольшую поверхность теплообменных элементов. Кроме того, недос-

татком тарельчатых устройств является большая энергоемкость процесса. В качестве примера можно привести тарелку со встроенным змеевиком или тарелку со встроенными пластинами.

Наиболее сбалансированными по показателям являются насадочные контактные устройства. Они, как правило, обладают небольшим гидравлическим сопротивлением, высокой поверхностью тепло и массопередачи. Регулярная насадка обладает еще более низким гидравлическим сопротивлением и высокой пропускной способностью по газу и жидкости.

На кафедре МАХПП ДПИ НГТУ разработано насадочное контактное устройство, содержащее гофрированные пластинчатые элементы, которое обладает довольно неплохой пропускной способностью, удельной поверхностью массообмена, сравнимой с типовыми насадками. Помимо этого в насадке встроено теплообменное устройство, имеющее довольно высокую поверхность для осуществления процесса. Недостатком данного устройства является необходимость качественного орошения и сравнительная сложность конструкции при большом числе соединительных деталей.

На сегодняшний момент проведен ряд испытаний, подтверждающих работоспособность данного контактного устройства. Можно выделить несколько режимов работы – струйный (жидкость течет в виде струй и взаимодействует с газом), подвисяние (жидкость тормозится газом, струи сливаются, появляется пленка), унос (жидкость срывается с поверхности насадки).

При наиболее общем подходе к оценке массообменных показателей контактного устройства можно сказать, что при малом орошении оно уступает типовым насадкам, при средних и высоких нагрузках по жидкости и газу показатели схожи и превосходят некоторые нерегулярные насадки и ряд регулярных, однако гидравлическое сопротивление при проведении испытаний очень низкое. Таким образом, при проведении предварительных испытаний выявлены основные режимы работы предложенного устройства и доказана принципиальная работоспособность, даже без использования теплообменной части.

УДК 658588

И.М. ТИМОХИН, А.В. ПЛАТОНОВ

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ДИСКОВ КОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТА

Арзамасский политехнический институт (филиал)
Нижегородского государственного технического университета
им. Р.Е. Алексева

Плохое состояние российской автодорожной инфраструктуры и растущее число автомобилей приводит к распространенной проблеме каждого автовладельца – деформации дисков автомобильных колес.

Проведя предварительный анализ рынка оборудования предназначенного для восстановления геометрии дисков колесного транспорта. Выявлено, что существующие модели станков для правки дисков колес транспорта делятся по типу ремонтируемого диска. Отсутствует оборудование, которое позволило бы обеспечить ремонт всех типов в дисков колес, в том числе мототранспорта и скутеров, на одном оборудовании. В настоящее время для обеспечения выполнения данной задачи потребуется как минимум 2 вида станков, а в некоторых случаях и 3 (Станд для прокатки штампованных дисков, станд для правки литых и кованных дисков, Станд для правки мотоциклетных дисков).

Нами разработан и спроектирован уникальный комплект оборудования для восстановления исходного профиля дисков. Детально проработаны составные узлы с помощью программ компьютерного моделирования и анализа. Это позволило оптимизировать конструкцию станда и сделать ее легче и проще в изготовлении. Расширены функциональные возможности, путем разработки комплекта дополнительной оснастки для ремонта дисков мототранспорта. Данное оборудование позволяет производить ремонт практически любых имеющихся дисков отечественного и зарубежного производства, включая диски мотоциклов и скутеров любых типоразмеров.

Таким образом, потенциальный покупатель (владелец автосервиса, шиномонтажа) сможет предложить автовладельцу ремонт диска любой номенклатуры и типоразмера. Будь это штампованный, кованный, литой, диск мотоцикла или скутера на одном станде, экономя при этом средства на закупку оборудования, а также рабочее пространство мастерской.

Список литературы

1. Патент на изобретение 2281176 С2, РФ, В21D3/16, 1/10; В60S5/00. Стенд для правки дисков автомобильных колес / А.В. Платонов. №2004130795/02; заявл. 20.10.2004; опубл. 10.08.2006. Бюл. №22.
2. Патент на полезную модель № 79259 «Стенд для ремонта дисков автомобильных колес» (описание патент)/А.В. Платонов, И.А. Платонов, М.В. Зотов. Опубликовано 27.12.2008, Бюл. №36

УДК 544.725.2

П.Е. ТРУХИНОВ, И.В. ВОРОТЫНЦЕВ

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ГИБРИДНЫХ МЕМБРАН ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ CO₂ ИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Последнее десятилетие проблема регенерации CO₂ из техногенных газовых смесей в мембранных контакторах, топливных элементах, из биогаза (альтернативного источника энергии) очень актуальна. Традиционно для решения этой проблемы используются методы абсорбции и дистилляции, но это очень энергозатратные методы. В настоящее время мембранные методы развивается, как альтернативные этим традиционным методам.

Новые процессы, реализованные с использованием жидких мембран на основе ионных жидкостей (ИЖ), были предложены, как эффективные методы для избирательного разделения в разбавленных потоках различных химических веществ, таких как металлические ионы, органические соединения и газовые смеси. Главное преимущество ИЖ – почти нулевое давление пара и их хорошая химическая и термическая устойчивость. Они устойчивы в большом диапазоне температуры при незначительном давлении пара. ИЖ практически не летучи, не горючи, хорошо растворяют многие неорганические, органические, металлоорганические соединения, газы, а также могут быть регенерированы и использованы повторно. Однако, промышленное использование жидких мембран, изготовленных с использованием обычных ИЖ, ограничено их относительной неустойчивостью при высоких трансмембранных давлениях и недолговечностью [1].

В данной работе был рассмотрен новый материал – гибридные мембраны, которые возможно получить при помощи полимеризации ИЖ, иммобилизованных в полимерной матрице. Таким образом, могут быть получены селективные мембраны для разделения смесей газов, содержащих CO₂. Новый материал, синтезированный из ИЖ, по-

зволит решить проблему потерь ИЖ при высоких перепадах давлениях и сократить влияние процесса продавливания ИЖ.

Появление значительного количества новых ИЖ, создаваемых для решения определенных задач, открывают новые области применения жидких мембран. Исследования [2] подтвердили высокую эксплуатационную и структурную стабильность гибридных мембран в условиях высоких давлений (до 40 бар) при сохранении высоких значений проницаемости и селективности, которые делают возможным их применение в технологиях выделения диоксида углерода из газовых смесей.

В ходе работы был синтезирован новый полимерный материал, проведен ряд исследований полученной гибридной полимерной мембраны, включая измерение проницаемости индивидуальных компонентов для CO₂, CH₄ и ряда других газов, определена величина идеальной селективности и сделан вывод о перспективности использования гибридных мембран по сравнению с обычными полимерами и жидкими мембранами.

Список литературы

1. *J.E. Bara, Synthesis and performance of polymerizable room-temperature ionic liquids as gas separation membranes/ J.E. Bara, S. Lessmann, C.J. Gabriel, E.S. Hatakeyama, R.D. Noble, D.L. Gin// Industrial and Engineering Chemistry Research.- 2007.- №46. – p. 5397.*
2. *Katja Simons, How do polymerized room-temperature ionic liquid membranes plasticize during high pressure CO₂ permeation?/ Katja Simons, Kitty Nijmeijer, Jason E. Bara, Richard D. Noble, Matthias Wessling // Journal of Membrane Science.- 2010.- №360. – p. 202-209.*

УДК 621.039.51

А.В. ХУРЦИЯ, А.Г. ИЛЬЧЕНКО

АНАЛИЗ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕРИЙНЫХ РЕАКТОРОВ ВВЭР-1000 В РЕЖИМЕ РАБОТЫ НА МОЩНОСТИ, СОСТАВЛЯЮЩЕЙ 110% ОТ НОМИНАЛЬНОЙ

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Наряду со строительством новых блоков АЭС, значительный интерес вызывает возможность увеличения эксплуатационной мощности действующих энергоблоков.

В данной работе приведены результаты расчетного обоснования возможности повышения эксплуатационной мощности реактора ВВЭР-1000 до 110 % от номинальной применительно к 3-му энергоблоку Калининской АЭС. С этой целью были проведены расчеты теплогидравлических и нейтронно-физических характеристик активной зоны для условий 9-й топливной загрузки.

Расчеты проводились с использованием программы БИПР-7А и программного комплекса «КАСКАД».

В активной зоне 3 блока (9-я загрузка) содержится 67 свежих ТВСА-PLUS, содержащих бланкетные зоны из природного урана.

Размещение свежего топлива следующее: 12 ТВСА-PLUS на периферии активной зоны, 24 ТВСА-PLUS во втором ряду от периферии, остальные – в центральной части активной зоны.

При обосновании повышения мощности блока прежде всего необходимо проанализировать и доказать принципиальную возможность форсирования мощности. Здесь имеется ряд ограничений, прежде всего по теплотехнической надежности активной зоны:

- по кризису теплообмена (коэффициент запаса до кризиса по тепловому потоку должен быть не менее 1,2÷1,3);

- по максимальной температуре оболочки ТВЭЛа (для сплавов на основе циркония допустимая температура оболочки на должна превышать 350 °С по условиям коррозионной стойкости);

- по максимальной температуре топлива (температура плавления двуокиси урана 2800 °С, но с учетом ее снижения в течение кампании предельная температура в центре топливного сердечника 2200 °С).

Необходимо также учитывать ограничения по коэффициентам неравномерности энерговыделения по радиусу активной зоны для ТВС и ТВЭЛ ($k_q=1,35$; $k_r=1,5$).

Проектные пределы по теплогидравлическим характеристикам для нормальной эксплуатации играют немаловажную роль при введении нового режима:

- максимальная мощность ТВС – 27 МВт;
- максимальная температура топлива в ТВЭЛе – 1690 °С;
- максимальная температура поверхности оболочки ТВЭЛа – 350 °С.

Основная цель расчетов - найти максимальную температуру топлива для подтверждения невозможности его расплавления в тепловыделяющих элементах с большой тепловой нагрузкой, определить запас до кризиса теплообмена.

Проведенные для мощности 110 % расчеты показали, что проектные эксплуатационные пределы соблюдаются:

- коэффициент запаса до кризиса $K_{зап}=3,7$;
- максимальная температура оболочки ТВЭЛа равна 345,4 °С;
- максимальная температура топлива – 1098 °С;
- $k_q=1,34$ – в максимально нагруженной ТВС (№44 на 320 эф. сутки);
- максимальное значение $k_r=1,47$;
- максимальная температура поверхности оболочки ТВЭЛа равна 345 °С.

Таким образом, имеется возможность увеличения мощности реактора ВВЭР-1000 с сохранением главного ограничивающего фактора – коэффициента запаса до кризиса – в форсированных режимах равным или близким к номинальному. При этом условия работы активной зоны в форсированном режиме незначительно отличаются от условий работы активной зоны в номинальном режиме мощности в 3000 МВт.

Входная температура теплоносителя увеличивается с 287 до 287,7 °С.

Форма поля энерговыделения на мощности 110 % несколько отличается по сравнению с режимом номинальной мощности. Максимум высотного распределения энерговыделения смещен несколько ближе к низу активной зоны, чем в режиме 100 % мощности.

Форма полей энерговыделения в ТВС практически идентичны, выгорание происходит так же как и при номинальной мощности.

Таким образом, полученные результаты подтверждают принципиальную возможность реализации режима с повышенной до 110 % от номинальной мощностью реакторной установки. Однако требуется дополнительные обосновывающие расчеты применительно к условиям переходных процессов (обесточивание или заклинивание ГЦН, срабатывание АЗ-1, закрытие стопорных клапанов турбины и др.). Необходимо также тщательно проанализировать возможность работы турбоустановки и вспомогательного оборудования в новом режиме.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- KUZMINN.A. 209
МАКОВСКИС. 133
MARCINKIEWICZM. 133
MEYERM. 206
ШАРКИН V.A. 206, 207
ШАРКИНА Y.V. 205, 206, 207, 209
АБРАЖЕЕВА В.С. 311
АБРАМОВ А.А. 312
АБРАМОВ А.М. 388
АБРАМОВ Л.В. 313
АВЕРБУХ Е.Л. 505
АГАПОВ М.М. 212
АГЕЕВА С.В. 535
АДАМЧИК Д.А. 526
АДЯСОВА Н.А. 249
АКОПЯН Н.И. 515
АЛИМОВ А.А. 360
АЛИНОВСКАЯ В.А. 538
АЛЕКСАНДРОВА А.И. 325, 481
АЛЕКСЕЕНКО А.Л. 287
АЛЕКСЕЕНКО С.Н. 506
АЛЕНКОВА И.В. 433
АЛТУНИНА М.И. 298
АЛТЫННИК Н.И. 298
АНАНЬЕВ В.В. 50
АНАНЬЕВА Е.Ю. 542
АНДРЕЕВ В.В. 312-317, 322-323, 347, 348
АНДРЕЕВА В.А. 434
АНДРУХИВ А.И. 377, 398, 402
АНОСОВ М.С. 72
АНОХИН С.В. 275
АНОШКИН Ю.И. 316, 324
АНУЧИН И.Е. 107, 110
АНФИМОВА И.В. 224
АРЕФЬЕВ С.А. 106
АРТЮШКИН А.В. 177
АРХИПОВ А.Н. 188
БАБАКИН А.А. 361
БАГАЕВА М.И. 378
БАЖАНОВ А.С. 506
БАКАЕВ В.В. 396
БАЛАНДИН Р.В. 276
БАЛОБАНОВ Е.С. 5
БАРАБАНОВА Д.Ю. 515
БАРАНОВА Н.И. 404, 482
БАРАНОВА О.С. 73
БАРИНОВ А.Е. 313, 314, 483
БАСОВ А.А. 334, 355
БАТТАЛОВ С.В. 379
БАХМЕТЬЕВ А.М. 294, 313
БАЧАЕВ А.А. 398, 402
БАШКАЕВ Д.В. 470
БАШКАЕВА О.А. 435, 493
БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш. 56, 64
БЕДУНКЕВИЧ А.Л. 522
БЕЗНОСОВ А.В. 327
БЕЛОУСОВА Е.С. 519
БЕЛОУСОВА М.А. 74
БЕЛЯЕВ А.М. 108, 117
БЕЛЯКОВ В.В.
108,110,115,118,125,130,135,139,148, 182
БЕРДНИКОВ Л.А. 157, 158,194
БЕРЕЗНЕВ Д.А. 150, 151
БЕССОНОВА Е.В. 9
БИРЮКОВ А.И. 520
БИРЮКОВ В.В. 362
БЛОХИН А.Н. 126, 148
БОГАТЫРЕВ Ю.К. 10
БОБРОВА А.В. 363
БОБРОВА Ю.И. 539
БОБРЫШЕВА С.Н. 299
БОГАТЕНКОВ И.А. 153, 154
БОГАТОВ И.В. 246, 247
БОГАЧЕВ Д.В. 177
БОЙПРАВ О.В. 277
БОЙТЯКОВ А.А. 26
БОКОВ П.А. 327, 331, 332
БОКОВА Т.А. 329, 358
БОЛЬШАКОВ А.А. 278
БОЛЬШАКОВ М.В. 484
БОМБЕЛЮК М.В. 246, 247
БОНДАРЕВА Е.Н. 290
БОРБОТЬКО Т.В. 277
БОРИСОВ А.В. 382, 387
БОРИСОВ С.А. 436
БОРИСОВА Г.Н. 382, 387
БОРОДИН С.С. 542
БОРОЗИНЕЦ В.Э. 279
БОРОНИН О.С. 156
БРАТУХИН В.А. 308
БРИТАЕВА Н.Р. 515
БРЫКАЛОВ С.М. 453, 454, 473, 479
БУДНИКОВ С.Ю. 405
БУЛДАКОВ Ю.А. 75
БУРОВ Д.С. 76, 246, 247
БУТИН Д.А. 109, 110

БУХАЛО А.Б. 304
БУХАЛОВ А.А. 315
БЫКОВ Л.В. 316
БЫЛОВ И.А. 313
БЫЧИНА Е.А. 57
БЫЧКОВСКИЙ П.М. 399, 526, 538
ВАВИЛОВ В.Д. 423
ВАВИЛОВ Ю.Н. 76
ВАРЕНЦОВ А.В. 321
ВАРЫГИН И.А. 51
ВАСИЛЬЕВ А.А. 111
ВАСИЛЬЕВ В.А. 95, 96, 292
ВАСИЛЬЕВА Е. 450
ВАХИДОВ У.Ш. 145, 147, 182, 216-222
ВИГУРА А.Н. 41
ВИЛКОВ Н.А. 157, 158, 195
ВИНОГРАДОВ В.С. 225
ВИШНЯКОВ А.В. 196
ВИШНЯКОВ А.К. 539
ВЛАСОВ Е.Е. 521
ВОЛКОВ В.М. 267
ВОЛОДИНА К.В. 437
ВОЛОДИНА Л.А. 317, 481
ВОЛЬМАН М.А. 345
ВОРОБЬЕВА Д.И. 522
ВОРОНКИН В.А. 208
ВОРОНОВ А.Н. 438
ВОРОНОВИЧ М.Н. 158
ВОРОТЫНЦЕВ А.В. 383
ВОРОТЫНЦЕВ В.М. 395
ВОРОТЫНЦЕВ И.В. 379, 392, 395, 401, 522, 539, 550
ГАВРИЛОВ А.А. 406
ГАВРИЛОВ Г.Н. 284, 285, 307, 308
ГАГАРИНА Т.Б. 523
ГАЙНОВ С.И. 407
ГАЛКИНА К.С. 439
ГАНИЧЕВ А.Н. 319, 320, 340, 341, 485
ГАНТМАН М.Ю. 271
ГАНЮШКИН Д.А. 522
ГАРАНИН С.М. 364, 366
ГЕРАСИМОВ Е.А. 94
ГЕФИДА А. 69
ГЛАЗЫРИНА Е.Н. 226
ГЛЕБОВ В.В. 78, 527
ГЛЕБОВ Г.М. 27, 31, 325, 486
ГЛЕБОВА О.В. 439, 440
ГОЛОВАНОВА Е.С. 530
ГОЛОЩАПОВ С.А. 248
ГОЛУБ Н.В. 399, 538
ГОЛУБЕВ И.П. 355
ГОНЧАРОВ К.О. 107, 114, 118, 121, 529
ГОРА Г.А. 20
ГОРБУНОВ К.А. 198
ГОРЕВ П.В. 24
ГОРОХОВ А.В. 123
ГОРШКОВ А.С. 215
ГРАДОВ А.С. 487
ГРАЧЕВ А.Н. 287, 362
ГРАЧЕВ В.А. 365
ГРЕБЕНЬКОВ В.В. 321, 328
ГРИГОРЬЕВ М.А. 58, 524
ГРИНВАЛЬД И.И. 401
ГРИШИН А. 487
ГРОШЕВ Е.В. 322
ГРУШИН Д.Г. 249
ГРЯЗЕВА М.А. 281
ГРЯЗНОВА М.А. 280, 282
ГРЯЗНОВА Н.А. 282, 283
ГУЛИН Д.Н. 361
ГУЛЯЕВ А.Ю. 21
ГУЛЯЕВА Е.Е. 227
ГУЛЯКОВА О.В. 330
ГУНЬКО Ю.Л. 534
ГУРЕЕВА Л.В. 453, 454, 473
ГУСЕВ Н.О. 520
ГУСЕВА И.Б. 452
ГУСЬКОВ А.А. 409, 426, 428
ГУЩИН А.Н. 76
ДАВЫДОВ Д.В. 525
ДАЛЕКИН П.И. 440
ДАНИЛОВ А.В. 323, 485
ДАНИЛОВ И.Н. 364, 366
ДАНИЛОВА Л.С. 76, 77
ДАНОВ С.М. 204, 390, 391
ДАРЬЕНКОВ А.Б. 51, 53
ДЕВЯТКИНА Т.И. 536
ДЕГТЯРЕВ А.В. 249, 251, 258
ДЕНИСЕНКО Е.Г. 112
ДЕНИСОВ Р.А. 408
ДЕНИСОВА Е.С. 380
ДЕСЯТНИКОВ В.Е. 270
ДЕУНАЖЕВ Р.В. 114
ДИКАРЕВ К.И. 42
ДИКОВ В.А. 539
ДИЦИНА О.Ю. 381
ДОБРОВ А.А. 321
ДОРОНИН Д.О. 284
ДОРОНКОВ Д.В. 321
ДОРОФЕЕВ И.А. 12
ДРЕПАКОВ Е.Г. 526
ДРОБИЛОВА Е.Ю. 477
ДРОЗДОВ П.Н. 397, 400, 546
ДУНЦЕВ А.В. 311, 325, 337

ДУРНЕВ Д.Р. 324
ЕВСЕЕВ В.И. 6
ЕВТЮГИН А.В. 61, 80, 486
ЕГОРКИН О.В. 78, 527
ЕГОРОВ Ю.С. 13, 25
ЕГОРОВА А.И. 43
ЕМЕЛЬЯНОВ С.А. 52
ЕМЕЛЬЯНОВА Ю.П. 44
ЕРАСОВ И.А. 216, 217, 219
ЕРМАКОВ Д.Ю. 285
ЕРМОЛАЕВ А.А. 475
ЕРОШКИН А.И. 158, 194
ЕРШОВА А.В. 294
ЕРШОВА Е.А. 362
ЕСИПОВИЧ А.Л. 204
ЕФРЕМОВ В.В. 8
ЕФРЕМОВА Е.В. 228, 441
ЖАРКУЦКАЯ А.В. 488
ЖИЛИН А.С. 249
ЖИЛЬЦОВ А.В. 79
ЗАВАДА П.С. 159
ЗАЙЦЕВ А.И. 508
ЗАКОЛОДКИН А.Е. 61, 80, 489, 490
ЗАЛЕПКИНА С.А. 382, 387, 491
ЗАСУХИН Д.В. 286
ЗАХАРОВ И.Л. 255, 256, 258, 260
ЗАХАРОВ Л.А. 248-254, 258
ЗАХАРОВА В.В. 528
ЗАХАРОВ К.Н. 82
ЗАХАРОВ М.М. 28
ЗЕЗЮЛИН Д.В. 108,115-118,125,130,529
ЗЕЛЕНОВ С.Н. 246, 247
ЗЕЛЕНЦОВ В.В. 162, 163-169
ЗИНКЕВИЧ М.И. 325, 326, 334, 336
ЗНАМЕНСКИЙ Д.Н. 531
ЗОТОВ В.О. 82
ЗОТОВ И.С. 250, 263
ЗОТОВА М.В. 250
ЗУБАРЬ Е.В. 170
ЗУБКОВА Т.Ю. 491
ЗУБОВ П.П. 119
ЗУДИН А.Д. 327, 343, 354
ЗУЕВА Ю.А. 229
ЗЫРИН Д.В. 62
ЗЯБЛИЦЕВ Д.В. 328
ИВАНОВ А.А. 442
ИВАНОВ А.Е. 360
ИВАНОВА Н.Д. 442
ИКОННИКОВ Ю.А. 287
ИЛЬЧЕНКО А.Г. 344, 357, 551
ИЛЪЯСОВ С.П. 409
ИЛЮХОВА А.Ю. 264
ИНДИНА Е.Ю. 302
ИРХИН В.И. 9
ИСАКОВ И.В. 530
КАБАЛДИН Ю.Г. 82, 521
КАБАНОВ А.В. 410
КАБАНОВ Е.В. 256
КАДОМЦЕВА А.В. 383
КАЗАКОВА А.С. 251
КАЗАКОВА В.И. 492, 493
КАЗАНКОВА Т.Н. 383
КАЗАНОВ М.С. 63
КАЗАНСКИЙ Л.П. 275
КАЗАРИНА Н.А. 443
КАЗАРЦЕВ И.А. 515
КАЗЕКА А.А. 277
КАЛАШНИКОВА В.А. 290
КАЛИНИН А.Б. 284, 285, 307
КАЛИНИНА А.А. 543
КАЛИНИНА О.С. 285
КАЛЛИСТОВ М.И. 411
КАЛЬГИН В.И. 515
КАМНЕВ М. А. 339
КАНГИН М.В. 89, 537
КАПУСТА М.Н. 288
КАРАСЕВА Т.В. 429
КАРЕВ А.С. 252
КАРЕВ В.К. 412
КАРЛИНА С.Д. 444, 445
КАРТАШЕВ В.Р. 543
КАРУСЕВИЧ А.Н. 522
КАТЕРОВ А.С. 446
КАШКАНОВ А.О. 67
КИМ И.В. 393, 394
КИМ П.П. 384, 394
КИРПИЧЕВ А.С. 216
КИСЕЛЕВ В.В. 289
КИТОВ Д.И. 83
КЛЕВЦОВА Ю.В. 84
КЛЮЕВ С.А. 170
КЛЮЕВА М.А. 447
КНЯЗЬКИНА М.А. 448
КОВАЛЕВ Д.А. 413
КОВАЛЕВ И.О. 531
КОЖУХОВА Н.И. 290
КОЗИНА О.Л. 386
КОЗЛОВ Я.В. 231
КОЗЛОВА Н.А. 294
КОЗЫРИН В.А. 389
КОЛЕМАСОВА Ю.А. 449
КОЛЕСОВ К.И. 434, 456, 460-462, 466
КОЛОСОВА Т.М. 280, 283
КОЛЧИН П.В. 85

КОЛЮНОВ В.А. 74, 76, 77
 КОМАРОВ В.А. 384, 393
 КОМРАКОВ Д.А. 51, 53
 КОНДАКОВА К.М. 217
 КОНДРАТЬЕВ А.В. 63
 КОНИКОВА Г.А. 144
 КОНОВАЛОВ В.С. 385
 КОРНЕВ Д.А. 51
 КОРНИЛОВ Д.А. 450, 451
 КОРОБКО И.Г. 121, 123
 КОРОВИН В.А. 292
 КОРОЛЬ А.А. 507
 КОРОП Г.В. 170
 КОРотов С.Н. 123
 КОРЧАЖКИН М.Г. 175, 188
 КОСОЛАПОВ Д.В. 253
 КОСТЕНКО И.С. 508
 КОСТЕРОВА Р.И. 538
 КОСТИН М.В. 327, 329
 КОСТИН С.Ю. 110, 111, 140, 144
 КОСТРОВА З.А. 125
 КОСТРОМИН С.В. 279, 293, 306
 КОСЫРЕВ В.М. 547
 КОТИН А.В. 342
 КОТОМИНА Н.Г. 463, 464
 КОШЕЛЬЧУК М.Ю. 498
 КРАВЕЦ В.Н. 115, 130
 КРАВЧЕНКО В.Н. 164, 169
 КРАЙНОВ А.А. 254
 КРАСНОВ С.В. 478
 КРОПП А.Е. 126
 КРУГЛОВ А.В. 494
 КРУГЛОВ В.В. 85
 КСАНДРОВ Н.В. 523, 535
 КУВШИНОВ М.О. 291
 КУДРЯШОВА О.В. 452
 КУЗИН А.И. 160
 КУЗНЕЦОВ А.А. 513
 КУЗНЕЦОВ К.И. 509
 КУЗНЕЦОВА Е.С. 29
 КУЗНЕЦОВА М.В. 453, 454, 473, 479
 КУЗЬМИН В.В. 22
 КУЗЬМИН Н.А. 201, 202
 КУИМОВА А.С. 45
 КУУЛИНА И.Г. 520, 522, 531, 532
 КУЛАГИН А.Г. 255
 КУЛАГИН А.Л. 107, 114, 123
 КУЛЕПОВ В.Ф. 215, 221
 КУЛИКОВ А.Л. 50, 57
 КУЛИКОВА Е.А. 72
 КУЛИКОВА О.А. 23
 КУЛЬКОВ А.И. 414
 КУЛЯСОВ П.С. 30
 КУПРИЯНОВА М.А. 292
 КУРИЛОВ И.В. 264
 КУРИЦИНА О.А. 329
 КУРКИН А.А. 505, 507, 509, 510
 КУРКИН О.Е. 505, 507, 510
 КУРНЕНКОВ А.В. 87, 533
 КУРНИКОВ Н.А. 94
 КУСАКИНА М.С. 367
 КУСТИКОВ А.Д. 165-168
 ЛАВРИЧЕВ О.В. 6
 ЛАГУНОВ Е.А. 455
 ЛАГУТИН Д.В. 88
 ЛАПАЕВ Д.Н. 459
 ЛАПТЕВ И.А. 90, 103
 ЛАРИН Д.А. 129
 ЛАРИОНОВ В.О. 218
 ЛАРИОНОВ Д. А. 331, 333
 ЛАРИОНОВ И.А. 514
 ЛАРЬКИНА Ю.А. 331, 332, 333
 ЛЕВИН А.И. 292
 ЛЕГЧАНОВ М.А. 328
 ЛЕЗОВ В.В. 171
 ЛЕОНТЬЕВ О.А. 386, 534
 ЛЕСИН М.А. 256
 ЛЕУШИН И.О. 276, 277, 308
 ЛЕЩЕНКО Е.С. 457, 458
 ЛИВАНОВА Т.А. 333
 ЛИПИН И.А. 415
 ЛИПУЖИН И.А. 64, 524
 ЛОБАЕВ А.Н. 385
 ЛОБОВ В.А. 130
 ЛОЗОВСКИЙ Н.Т. 153, 154, 173, 200
 ЛОПАТИН А.Ю. 249
 ЛОПАТИН Ю.Г. 294
 ЛОПАТКИН А.Н. 255
 ЛОСКУТОВ А.А. 62
 ЛОСКУТОВ А.Б. 52, 62
 ЛУЖАВИН Ю.И. 14
 ЛЮЛИНА Т.С. 514
 ЛУКОНИН В.П. 415, 421
 ЛУКЪЯНОВА Ю.М. 382, 387, 495
 ЛУПАНОВА А.В. 534
 ЛЫСЕНКО Е.Л. 248
 ЛЬВОВ А.В. 331, 332
 ЛЮШИНА Э.Ю. 469
 МАГИН Д.Ю. 293
 МАЙ ВАН КУАН 232
 МАЙСТРЕНКО В.И. 364, 366
 МАКАРОВ В.С. 108, 117-119, 129, 130,
 135-143
 МАКАРОВ О.В. 336

МАЛАХОВ В.А. 361, 369, 371
МАЛЕЕВ С.И. 132
МАЛОЗЕМОВ С.Н. 334
МАЛЫГИН А.Л. 159
МАЛЫГИНА Н.С. 535
МАЛЫШЕВ В.А. 326, 334, 336
МАЛЫШЕВ Г.С. 365, 370
МАЛЬКОВ Д.В. 456
МАЛЬКОВА Е.И. 416
МАНИН М.А. 27, 31, 483
МАНСУРОВ Р.Ш. 457, 458
МАРКОВ Е.В. 417, 496
МАРКОВА Т.В. 536
МАРОЧКИН Н.В. 43
МАРТИРОСЯН А.М. 515
МАРТЪЯНОВ К.С. 383
МАСЛЕЕВА О.В. 64
МАСЛОВ А.М. 335
МАСЛОВ К.А. 301
МАСЛОВ С.И. 175, 188
МАТАЕВА О.В. 388
МАХКАМОВА Н.Р. 322
МАХМУД М.Ш. 519
МАХОВ К.А. 329, 343, 349, 358
МАХОВ С.И. 89, 537
МАЦУЛЕВИЧ Ж.В. 382, 387
МЕДУНОВ Д.В. 15
МЕЛЕХИН Н.В. 294
МЕЛЬНИКОВ В.И. 61, 346
МИКШЕС В.В. 336
МИЛОВ Д.В. 47
МИРОНЧИК В.О. 538
МИРЧУК П.Ю. 399
МИТИН Д.И. 75
МИТЯКОВ С.Н. 459
МИХАЙЛОВ А.С. 294
МИХАЙЛОВА В.А. 212
МИХАЙЛОВА Т.Л. 482, 487-489, 490, 491
МИХАЛИЦЫН Е.А. 368
МИХЕЕВ А.В. 135
МИШИН А.В. 539
МОЗОЛИН Н.Е. 257
МОИСЕЕВ А.Е. 529
МОИСЕЕВ А.Н. 25
МОИСЕЕВА Е.Г. 281
МОКЕРОВ Д.С. 245
МОЛЕВ Ю.И. 177
МОНЧАРЖ Э.М. 421, 424
МОНЬКОВ Н.А. 32
МОРОЗОВ А.А. 104
МОРЩАКОВ А.И. 168
МОСКВИЧЕВ А.А. 396
МОСКВИЧЕВ А.Н. 396, 543
МОШКОВ П.С. 172, 173
МУМИНОВА О.Ф. 90, 103
МУНТЯНУ Д.А. 418
МУРАВЬЕВ М.С. 515
МУРАВЬЕВ М.А. 258
МУСАРСКИЙ Р.А. 130
МУСОНОВ В.В. 13, 25
МУХИН Е.П. 255
МЫЛЬНИКОВ В.В. 92, 93, 95, 96
МЫЦКОВ А.А. 539
МЯКИНЬКОВ И.К. 252
НАГИЧЕВ Д.Г. 249
НАЗАРОВ А.В. 363, 367, 372
НАУМОВ В.А. 94
НАУМОВА М.В. 136
НАУМОВ С.И. 219
НГУЕН ДЫК ТХИНЬ 234
НЕАМАХ М.Р. 277
НЕГОДЯЕВ А.С. 157
НЕДЯЛКОВ Т.А. 84
НЕЕВИН Д.С. 326, 334
НЕЗНАХИНА Е.Л. 471
НЕЛЮБОВА В.В. 296, 298, 302, 304
НЕЦВЕТ Д.Д. 283
НИКАНДРОВ И.С. 102, 141, 383
НИКАНДРОВ М.И. 378, 383
НИКИТИН А.А. 369
НИКОНОВ А.Н. 459
НИКУЛИН Е.А. 12, 28
НОВИКОВ А.В. 15
НОВИКОВ И.С. 89, 94, 537
НОВАК А.Е. 525
НОВИКОВА Е.И. 389
НОВОЖИЛОВА О.О. 333, 354
ОВЧАРОВ А.А. 390
ОВЧАРОВА А.В. 391
ОВЧИННИКОВА Е.Д. 460, 461
ОГОРОДНОВ С.М. 132
ОЖЕРЕЛЬЕВА Н.К. 449, 455, 472
ОЖОГИНА О.Р. 535
ОКУНЕВА С.В. 462
ОРЛОВ Ю.Ф. 257
ОРЛОВА Л.С. 138
ОРЛЯКОВ Д.В. 220
ОРУДЖОВ Э.Т. 259
ОСИПОВ М.С. 334, 336
ОСИПОВ С.Л. 349
ОСМАНОВ В.К. 380, 382, 387
ПАВЛЕНКО Н.В. 296
ПАВЛОВА А.О. 498
ПАВЛОВА И.В. 523, 530

ПАВЛОВА Н.В. 392
ПАНКРАТОВА М.А. 46
ПАНОВ Н.А. 337
ПАПУНИН А.В. 117, 118, 139
ПАРФЕНОВ П.Ю. 175, 188
ПАСИН А.В. 541
ПАСИН П.А. 541
ПАСТУХОВА Г.В. 393
ПЕЙГАНОВИЧ В.Н. 285
ПЕЛИНОВСКИЙ Е.Н. 509
ПЕНКИН К.В. 419
ПЕРЕТРУТОВ А.А. 384, 523
ПЕТРЕНКО А.М. 499
ПЕТРОВ К.Г. 338
ПЕТРОВ Н.А. 33
ПЕТРОВА И.В. 189
ПЕТРОВА О.С. 450
ПЕТРОВСКИЙ А.М. 394
ПЕТУХОВ А.Н. 395, 401
ПИВИКОВ Д.В. 463, 464
ПИКУЛЬКИН А.А. 162, 163, 164
ПИСАРЕВ О.В. 24
ПИКУЛЯ Д.А. 515
ПISКУНОВ А.В. 294
ПИЧКОВ С.Н. 272
ПИЧУГИНА Е.Ю. 297
ПЛАТОНОВ А.В. 549
ПЛЕХОВ А.С. 54, 67
ПЛЕХАНОВА А.Ф. 436, 476
ПОВЕЛИКИНА Е.А. 326
ПОДГОРНЫЙ И.И. 298
ПОДМАРЕВ А.А. 374
ПОДОБЕД Д.Л. 299
ПОДЪЯКОВА В.В. 396
ПОКРОВСКАЯ А.Б. 542
ПОЛУНИЧЕВ В.И. 335
ПОПКОВ К.В. 369
ПОПОВ Д.В. 417
ПОПОВ Е.А. 372
ПОРОШЕНКОВ А.Ю. 370
ПОСЕЛЕНОВ Е.Н. 20
ПОСТНИКОВА И.Н. 530
ПОТЕХИН Е.П. 339
ПОТОПАХИНА И.С. 296
ПРИЛУЦКИЙ М.Х. 42
ПРИС Н.М. 101, 422
ПРИСКАКАРЬ А.В. 16
ПРОЗАРОВСКАЯ Л.А. 518
ПРОНИН А.Н. 78, 321
ПУЗАНКОВА Ю.В. 420
ПУХИР Г.А. 519
ПУЧКОВ В.П. 78, 104
ПЬНОВ Р.В. 531
ПЯТНИЦЫН М. А. 465
РАДОСТИН С.Ю. 543
РАЕВСКАЯ А.А. 371
РАЕВСКИЙ А.С. 361, 370, 371
РАЗОВ Е.Н. 543
РЕДКОЗУБОВ А.В. 136
РЕМЕШКОВ В.Ю. 24
РЕШЕТОВ В.А. 278, 308
РОГОЖИН А.Е. 501
РОГОЖИН В.В. 380, 388, 396, 536, 542
РОДИН Е.В. 235, 236
РОДИНА Л.Я. 191, 192, 193
РОДИОНОВ А.С. 396
РОДИОНЫЧЕВ А.Ю. 260
РОЖКОВ И.И. 92, 93, 95, 96, 98, 237
РОЖКОВА М.С. 372
РОМАНОВ А.Д. 48, 79, 92, 93, 95, 96, 98, 99, 100, 221, 238, 234, 261, 441
РОМАНОВ И.Д. 48, 239, 241, 242
РОМАНОВА Е.А. 99, 100, 241, 261, 262
РОМАНОВА Е.Д. 241, 239
РОМАНЧУКОВ С.В. 34
РОМАШЕВ А.С. 319, 320, 340, 341
РУВИНСКАЯ Е.А. 507
РУДНИЦКИЙ А.В. 225
РУДНИЦКИЙ В.И. 225, 231, 243
РУСИН Е.Е. 286
РУСИНА С.Ю. 544
РЫЖКОВ Д.Н. 342
РЯБКОВА Т.А. 421
РЯБИКИНА Т.В. 83, 88, 90
РЯЗАПОВ Р.Р. 342
САЖИН С.Г. 404, 424
САЗАНОВ М.Н. 101, 422
САМОЙЛОВА Ю.Г. 296, 302
САМОДУРОВ С.И. 545
САНДЛЕР Н.Г. 294
САРПОВА Т.Е. 396, 546
САТУНИНА Е.А. 327, 343, 349
СВЕРДЛОВ Р.В. 8
СЕДОВ Д.В. 344,
СЕЗЕМИН А.В. 259
СЕМАГИНА Е.Н. 466
СЕМАШКО А.В. 21, 43
СЕМЕНОВ В.К. 345
СЕМИН С.В. 510
СЕРГЕЕВА А.В. 511
СЕРОПЯН М.С. 148
СЕУТКИН В.В. 346
СИДОРОВ А.Ю. 270
СИДЯГИН А.А. 548

СИЛЬНОВ Д.М. 547
СИМАНОВСКАЯ Ю.В. 347
СИНИЦЫНА С.О. 468
СИНОДКИН О.И. 348
СКОБЕЛЕВА И.В. 377, 398, 402
СКОБЕЛЕВА И.Ю. 76
СКОБЛИКОВ Е.О. 349
СЛЮНЯЕВ А.В. 511
СМЕТАНИНА Е.В. 469
СМИРНОВ А.И. 423
СМИРНОВ А.С. 301
СМИРНОВ В.С. 300
СМИРНОВ Д.А. 250, 263
СМИРНОВ Д.В. 343
СМОЛОВА Е.В. 470
СМЫСЛОВ Р.Ю. 526
СМЫЧЕК М.А. 24
СОБОЛЕВА Е.Г. 424
СОБОРНОВ А.Е. 342
СОКОЛОВ И.А. 140
СОКОЛОВА Л.Б. 326, 334
СОКОЛОВА Т.Н. 543
СОЛНЦЕВ Д.Н. 542
СОЛОВЬЕВ А.В. 20
СОЛОМЕВИЧ С.О. 399
СОРОКИН В.Д. 542
СОРОКИН И.А. 213
СОРОКИН К.А. 515
СОРОКИН С.Е. 349
СУ ЮЙ 354
СОСНИНА Е.Н. 56, 65
СПИРИН И.А. 401
СТЕПАНОВ Е.В. 140
СТЕПАНОВА Я.Ю. 400
СТЕПЫКИН А.В. 548
СТРЕЛЬЦОВА Т.П. 302
СУВОРОВ И.А. 157, 158, 194-198
СУВОРОВА А.Р. 296
СУЛИМ К.П. 303
СУЛИМОВ А.В. 390, 391
СУМИН А.В. 304
СУРОВЕГИНА Т.Ю. 102, 141
СУТЯГИНА Е.А. 401
СУХАНКИНА Д.А. 264
СУХАНОВ Д.Е. 539
СУХАРЕВ И.С. 265
СУХАРЕВ Ю.П. 338, 349
СУХОВА Е.А. 90, 103
ТАБЕКИН А.А. 355
ТАЛИСОВ Д.С. 271
ТАМБОВСКАЯ Н.Н. 14
ТАРАСКИН А.А. 243
ТАРАСОВ А.А. 200
ТАРАСОВ А.Н. 251, 255, 256, 258
ТАТАРЯН А.А. 515
ТЕПЛОВ В.В. 471
ТЕРЕНТЬЕВА И.Н. 477
ТЕТЕНЬКИН М.В. 121
ТИМОХИН И.М. 549
ТИТОВ Д.Ю. 54
ТИТОВА Н.Н. 425
ТИХОМИРОВА С.Д. 375
ТОРОПОВ Е.И. 201, 202
ТРАПЕЗНИКОВ И.Ф. 51
ТРОИЦКИЙ С.А. 266
ТРОФИМОВ И.М. 68, 70
ТРУСОВ Ю.П. 140
ТРУХИНОВ И.С. 439
ТРУХИНОВ П.Е. 550
ТРЯЕВ П.В. 294
ТУЛЕГЕНОВА К.О. 472
ТУМАСОВ А.В. 101, 111, 144
ТУРУСОВ А.Ю. 356, 502
ТУРУТИНА Е.П. 244, 305
ТЮГИН Д.Ю. 507
УБИТИН М.Н. 221
УЗБЕКОВА А.С. 437, 448
УЗЛАНОВА Е.Ж. 460, 461
УЛЬШИН В.А. 170
УЛЬЯНОВ В.М. 385
ФАДЕЕВ Е. А. 142
ФАХУРДИНОВ Р.Х. 36
ФЕДОРЕНКО А.В. 143, 529
ФЕДОСЕНКО Ю.С. 45
ФЕДОСОВ А.Е. 204
ФЕДОСОВА М.Е. 204
ФЕОФАНОВА А.Д. 222
ФИЛИНСКИХ А.Д. 37
ФИЛЬЧЕНКОВА Д.В. 357
ФОКИН Д.С. 426
ФОМИН А.А. 38
ФОМИНА Е.В. 303
ФОМИНА М.В. 306
ХАЗОВА В.И. 76
ХВАТОВ О.С. 51
ХЕРСОНСКИЙ Н.С. 438
ХИМИЧ В.Л. 253
ХИМИЧ С.А. 39
ХЛЮНЕВ А.А. 17
ХЛЫБОВ А.А. 289, 291, 295, 300
ХРИПУНОВ А.К. 526
ХРУНКОВ С.Н. 257
ХУДЯКОВ В.В. 503
ХУРЦИЯ А.В. 551

ЦАРЕВ И.А. 427
ЦЫБРЯЕВА И.В. 401, 421
ЦЫГАНОВА В.А. 429
ЧЕБЕРЯК О.И. 73
ЧЕБУРКОВ А.С. 307
ЧЕГУРОВ М.К. 294
ЧЕРНОВ В.А. 165, 166, 167, 168, 169
ЧЕРНЫШ А.С. 297,305,329, 354, 358, 396
ЧЕРНЫШОВ Е.А. 48, 79, 92, 93, 98, 99,
100, 228, 238, 239, 441
ЧИВЕНКОВ А.И. 70
ЧИЛИКИН М.В. 18
ЧИРКОВ В.А. 261, 338, 481, 483, 485,
486, 502
ЧИСТЯКОВ Д.Г. 308
ЧИСТЯКОВА А.В. 453, 473
ЧИХАЛИН Ф.И. 475
ЧУБЕНКО М.Н. 394
ЧУВИЛИН А.О. 516, 517
ЧУВИЛЬДЕЕВ В.Н. 294
ЧУРДАЛЕВА М.В. 403
ЧУХИНА Н.В. 267
ШАГИН Г.Г. 268
ШАДРИН В.П. 253, 254
ШАЛИН Р.В. 509
ШАЛУХО А.В. 65
ШАМИНА Н.Ю. 377, 398, 402
ШАПКИН В.А. 150, 151, 160, 172, 182,
191, 192, 193, 207, 211
ШАПКИНА Ю.В. 145, 147, 205, 206, 207,
209
ШАХМАН А.О. 367
ШАШКИНА К.М. 144
ШЕВЯКОВ В.А. 273
ШЕТУЛОВ Д.И. 92, 93
ШИБАНОВ Н.А. 476
ШИЛОВ С.В. 68, 70
ШИПУНОВ А.Н. 431
ШИШКИН Д.Р. 5
ШИШУЛИН Д.Н. 272
ШМЕЛЕВ Е.И. 271
ШУМИЛКОВ А.И. 329, 358
ШУРАШОВ А.Д. 102, 141
ШУРГАЛИНА Е.Г. 512
ШИРМАНОВА Т.И. 533
ШУРЫГИН А.Ю. 87, 533
ЭЗЕКОВ А.Г. 250, 263, 334
ЮДИНА А.В. 308
ЮРГИН В.М. 208
ЮРКШТОВИЧ Н.К. 538
ЮРКШТОВИЧ Т.Л. 399, 526, 538
ЮРЬЕВ А.М. 518
ЯКОВЛЕВ А.А. 411
ЯКУНИН В.В. 104
ЯМАНОВА Я.В. 273
ЯНИСЕВА Н.С. 520
ЯРЕМЧУК Р.А. 5
ЯРЖЕМСКИЙ А.Д. 148
ЯРМОНОВ М.В. 354
ЯСЕНОВ В.В. 171
ЯШИН С.Н. 444, 445, 475

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов XII Международной молодежной научно-технической конференции

Подписано в печать 15.05.2013. Формат 60x84¹/₈.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. Л. 59,75.
Уч.-изд. л. 50. Тираж 100 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева.
Типография НГТУ.

Адрес университета и полиграфического предприятия:
603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.