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
XIII Международной молодежной
научно-технической конференции

Нижний Новгород, 23 мая 2014 г.

Нижний Новгород 2014

УДК 62
ББК 30
Б 903

Будущее технической науки: сборник материалов XIII Международной молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 570 с.

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

ISBN 978-5-502-00433-6

© Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2014

Оргкомитет XIII Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» приветствует всех участников в стенах Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Эта, ежегодно проводимая в майские дни, конференция, уже стала доброй традицией. Именно традиции приумножают культуру; 2014 год – это год культуры. Культура научного творчества невозможна без научных коммуникаций, формированию и развитию которых и посвящена всякая конференция.

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

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

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

Оргкомитет

СОДЕРЖАНИЕ

1. Радиоэлектроника и информационные технологии 5
1.1. Радиоэлектронные системы и устройства. 5
1.2. Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры. 17
1.3. Телекоммуникации. 20
1.4. Информационные технологии. 28
1.5. Техническая кибернетика. 45
2. Электроэнергетика 54
2.1. Автоматизация систем электрооборудования. 54
2.2. Эффективность систем электроэнергетики. 70
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии. 85
3. Машиностроение 92
4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы 131
4.1. Конструирование наземных транспортных средств. 131
4.2. Эксплуатация наземных транспортных средств. 157
4.3. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания 226
4.4. Строительные и дорожные машины.. 227
4.5. Системы трубопроводного транспорта. 231
5. Морская, авиационная техника и кораблестроение 238
5.1. Кораблестроение и авиационная техника. 238
5.2. Энергетические установки. 254
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции. 268
6. Материаловедение, наноматериалы и нанотехнологии 271
7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок 300
7.1. Ядерная энергетика. 300
7.2. Физика волновых процессов. 336
8. Медицинская инженерия 348
9. Химия, химические, био- и нанотехнологии 352
10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов 387
11. Экономика, менеджмент и инновации 405
12. Математическое моделирование геофизических процессов 476
13. Научное общество учащихся 487
14. Коммерциализация инновационных проектов (УМНИК) 493
15. Философские вопросы технознания 520
16. Вузовское книгоиздание: современные перспективы 548
17. Актуальные проблемы отечественной истории 557
Алфавитный указатель 561

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подсекция 1.1

Радиоэлектронные системы и устройства

УДК 621.396

Н.С. БУДНИКОВ[1], В.Е. КОТОМИНА[1], Т.В. ШАРГАВНИНА[2]

МЕТОД УТОЧНЕНИЯ РЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА АППАРАТНОЙ ФУНКЦИИ ОПТИЧЕСКОГО МИКРОСКОПА

Научно-исследовательский физико-технический институт ННГУ им. Н.И. Лобачевского (НИФТИ ННГУ)[1],
ОАО «Центральный научно-исследовательский институт «Буревестник» (ОАО «ЦНИИ «Буревестник») [2]

Задача измерения и визуализации рельефа поверхности микрообъектов является актуальной для различных областей науки, промышленности и техники. В частности, решение проблемы построения топологической карты поверхности микронной маски важно для контроля процесса фотолитографии при производстве полупроводниковых интегральных схем.

Существует несколько основных методик измерения и визуализации рельефа поверхности. Большая часть методов хорошо работает только в случае мезоскопически плоских поверхностей. В случае сложного субмиллиметрового мезорельефа определение характеристик микроскопической (микронной) шероховатости весьма проблематично и требует специального оборудования и разработки отдельных методик. Развиваются методы, основанные на реконструкции рельефа поверхности с помощью оптического микроскопа. Одним из них является рассмотренный нами метод компьютерной реконструкции рельефа интерпретацией фокуса снимков восстанавливаемой поверхности.

Такой подход хорошо работает в том случае, когда имеется возможность получить достаточное количество исходных изображений с незначительной погрешностью фиксации положения фокуса оптической системы. На практике, однако, число исходных изображений поверхности часто ограничено тем, что для поверхностей с микронным размером шероховатости невозможно получить более 4-5 изображений сфокусированных на разных высотах профиля. В таком случае мы можем получить ступенчатую модель рельефа поверхности.

Для уточнения результатов реконструкции рельефа следует проводить интерполяцию между сфокусированным изображением и ближайшим расфокусированным с помощью операции обращения свертки. Для реализации этого подхода необходимо предварительно промерить аппаратную функцию микроскопа, которая описывает распределение освещенности в создаваемом оптической системой изображении малого (точечного) источника излучения.

В работе проведен анализ зависимости аппаратной функции оптического микроскопа «Leica DM 4000» от смещения фокуса. После подбора типа аппаратной функции выяснено, как она изменяется для различных степеней расфокусировки. Был выбран параметр модели функции размытия точки, изменяя которую можно получить дефокусированные изображения, соответствующие разным смещениям фокуса. В дальнейшем это позволит уточнять глубину расположения той или иной точки поверхности (проводить интерполяцию между сфокусированным изображением и ближайшим расфокусированным) с помощью операции обращения свертки.

УДК 629.9

И.В. БУХАЛКИН[1], В.В. ВЫКУЛОВА[1], И.Ф. ШКАРОВ[2]

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
ОАО «Арзамасский Приборостроительный завод им. П.И. Пландина»[2]

Бурное развитие цифровой и управляющей электроники позволяет ставить и решать новые и ранее невыполнимые задачи. Одной из таких задач является векторное управление вентильным двигателем. Этот привод называют приводом XXI века. Однако он далек от совершенства, одной из главных проблем является проектирование устройства управления.

В данной работе рассматривается один из подходов к реализации векторного управления вентильного двигателя.

Система состоит из контроллера, инвертора и схемы возбуждения и обработки сигнала датчика положения.

Контроллер устройства управления вентильным двигателем включает в себя схемы:

- стабилизаторы напряжения;
- схему управления датчиком положения вала;
- схему измерения температуры;
- микроконтроллер для управления датчиком положения вала и для съема показаний со схемы измерения температуры;
- микропроцессор для реализации векторного управления бесконтактным электродвигателем с постоянными магнитами и получения данных от микроконтроллера по интерфейсу SPI.

Инвертор устройства управления включает в себя схемы:

- инвертора для генерации фаз электродвигателя напряжений нужной частоты и амплитуды, которая управляется микропроцессором;
- управления датчиком положения ротора вентильного двигателя (данные о положении ротора необходимы для векторного управления);
- измерения тока потребления электродвигателя;
- измерения напряжения.

Управление происходит с помощью бортового компьютера по интерфейсу RS-485.

В контроллере стоит управляющий микропроцессор с функциями генерации сигнала с широтно-импульсной модуляции (ШИМ), который реализует принцип векторного управления, т.е. управляет вектором магнитного поля статора двигателя в зависимости от положения ротора.

Микропроцессор с помощью ШИМ управляет инвертором. Инвертор обеспечивает в любой момент времени требуемую амплитуду и угловое положение вектора магнитного поля статора. Таким образом, регулируется скорость вращения и момент двигателя.

Датчик положения ротора двигателя состоит из двух обмоток и лопасти, закрепленной

на валу ротора. Первичная обмотка возбуждается трехфазным синусоидальным напряжением (с помощью ШИМ), с вторичной обмотки синусоидальный сигнал подается на АЦП. Микропроцессор вычисляет сдвиг фаз между сигналами в первичной и вторичной обмотках и значение положения ротора, на основе Фурье-анализа. Данная конструкция датчика положения ротора позволяет использовать его при больших механических нагрузках, чем оптоэлектрические датчики, и при больших частотах, чем датчики на эффекте Холла.

УДК 629.9

В.В. ВЫКУЛОВА[1], И.В. БУХАЛКИН[1], И.Ф. ШКАРОВ[2]

ВЫБОР УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ НЕГО

Арзамасский Политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
ОАО «Арзамасский Приборостроительный завод им. П.И. Пландина»[2]

В работе произведен сравнительный анализ методов управления бесколлекторными электродвигателями и представлено программное решение устройства векторного управления бесколлекторным электродвигателем постоянного тока с использованием датчиков положения ротора.

Традиционные скалярные методы управления частотой вращения трехфазных электродвигателей обеспечивают простую реализацию системы, однако ограничивают ее характеристики. При использовании скалярного электропривода недостатки алгоритма управления могут привести к тому, что для получения требуемых динамических характеристик необходимо выбирать электродвигатель большей мощности. Это снижает эффективность, увеличивая стоимость системы.

Векторный метод управления обладает более высокой производительностью, обеспечивая более точный контроль над всем процессом формирования крутящего момента. Основная идея векторного управления заключается в том, чтобы контролировать синхронный двигатель с постоянными магнитами как отдельно возбужденную машину постоянного тока, подразумевая, что поле и момент могут контролироваться отдельно. Мгновенные значения токов статора преобразовываются к вращающейся ортогональной системе координат с помощью математических уравнений и информации о положении ротора. Таким образом, регулируя ток статора в направлении оси, нормальной к вектору потокосцепления ротора, регулируется крутящий момент.

Для реализации векторного метода управления двигателем был выбран специализированный цифровой сигнальный процессор фирмы Texas Instruments, который оптимизирован для систем управления электродвигателями. Специализированные управляющие периферийные устройства, такие как ШИМ-модуляторы, коммуникационные порты и АЦП, позволяют уменьшить число внешних компонентов и снизить стоимость системы. Кроме того, для данного цифрового сигнального процессора не требуется создания ассемблерного кода, и большинство математических функций можно описать непосредственно в среде языка С.

Разработанное программное обеспечение учитывает особенности системы векторного управления. Программно-реализованный пропорционально-интегральный контроллер осуществляет регулировку компонентов вектора мнимого тока статора, созданных крутящим моментом и магнитным полем. Блок регулятора скорости, в качестве которого использован также пропорционально-интегральный регулятор, формирует сигнал крутящего момента, необходимый для работы электродвигателя с заданной скоростью. Регулятор скорости на основе значений заданной и измеренной скорости генерирует сигнал крутящего момента. Если электродвигатель вращается со скоростью ниже заданной, регулятор формирует сигнал,

соответствующий большему крутящему моменту, чтобы увеличить его скорость, а если ниже заданной – сообщает меньший крутящий момент, замедляющий электродвигатель. Коммутация фаз выполняется в соответствии со значением на выходах датчика положения ротора и только в случае, если запускается двигатель. При приближении к граничной механической характеристике, соответствующей максимально реализуемому вектору напряжения, производится автоматическое уменьшение тока возбуждения и тока, отвечающего за момент.

УДК 62-503.51

В.И. ГОСТЕВ, А.П. ПОЛОНЕВИЧ

СИСТЕМЫ ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СВЯЗЬЮ

Государственный университет телекоммуникаций, г. Киев (Украина)

В работах [1-3] показано, что благодаря введению разомкнутой компенсационной связи по задающему воздействию – разности фаз $\alpha_{\Delta\omega}(t)$ напряжений, т.е. путем построения комбинированной системы ФАПЧ – можно существенно повысить динамическую точность и быстродействие системы. Однако в такой системе удается уменьшить динамические ошибки и время переходных процессов, вызываемых лишь изменением задающего воздействия. Для уменьшения ошибок, вызываемых возмущающим воздействием, необходимо вводить в систему вторую разомкнутую связь – связь по возмущающему воздействию, что, несомненно, приведет к усложнению системы. Поэтому целесообразно исследовать возможность компенсации динамических ошибок (повышения динамической точности) и уменьшения времени переходных процессов (повышения быстродействия) системы, вызываемых изменениями как задающего, так и возмущающего воздействий с помощью дифференциальной связи [4-5] .

Введение в систему ФАПЧ дифференциальной связи, синтезированной в соответствии с условием повышения порядка астатизма системы относительно задающего воздействия $\alpha_{\Delta\omega}(t)$ с первого до второго и преобразования статической системы относительно возмущающего воздействия $\Delta L(t)$ в астатическую систему с астатизмом первого порядка и условиями компенсации медленно затухающей компоненты переходного процесса, вызываемых задающим и возмущающим воздействиями, позволило:

- устранить скоростную ошибку по фазе, а возрастающую ошибку при квадратичном законе изменения задающего воздействия $\alpha_{\Delta\omega}(t)$ ограничить конечным значением;
- устранить динамическую ошибку по частоте по сравнению с традиционной системой ФАПЧ с принципом управления по отклонению и комбинированной системой со связью по задающему воздействию при изменении возмущающего воздействия по линейному закону;
- уменьшить среднеквадратическую ошибку по фазе, вызываемую изменением задающего воздействия;
- уменьшить среднеквадратическую ошибку по фазе, вызываемую возмущающим воздействием, по сравнению с традиционной системой с принципом управления по отклонению и комбинированной системой со связью по задающему воздействию в несколько десятков раз.

Библиографический список

1. Комбинированная система фазовой автоподстройки частоты. Ч. 1. Общий вид математической модели системы и ее аналіз / Г.Ф. Зайцев [и др.] // Зв'язок, 2012. № 1. С. 67–70.

2. Комбинированная система фазовой автоподстройки частоты. Ч. 2. Синтез связи по задающему воздействию при комплексных корнях характеристического уравнения. Математическая модель системы / Г.Ф. Зайцев [и др.] //Зв'язок 2012. №2. С. 67–73.
3. Комбинированная система фазовой автоподстройки частоты. Ч. 3. Показатели качества / Г.Ф. Зайцев [и др.] //Зв'язок 2012. №3. С. 64–68.
4. А. с. 271612 СССР МПК 05 В 17/02 Измерительное устройство / Г.Ф. Зайцев (СССР). Опубл. 25.05.70. Бюл. №18.
5. **Зайцев, Г.Ф**. Автоматические системы с дифференциальными свіязями/ Г.Ф. Зайцев, В.К. Стеклов. – Киев: Техника,1984. – 164 с.

УДК 621.385.69.01

К.А. ЛЕЩЕВА[1], В.Ю. ЗАСЛАВСКИЙ[1,2], М.Д. ПРОЯВИН[1],
А.С. СЕДОВ[2], М.Ю. ГЛЯВИН [1,2]

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ АЗИМУТАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ПОТОКА И ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ГИРОТРОНАХ

Нижегородский национальный государственный университет им. Н.И. Лобачевского[1],
Институт прикладной физики РАН[2]

Высокочастотные гиротроны востребованы рядом современных научных направлений, нуждающихся в эффективных источниках когерентного излучения вплоть до терагерцового диапазона частот [1]. В работе методами численного моделирования исследуется влияние на выходную мощность, частоту и модовый состав излучения эффектов, связанных азимутальной неоднородностью поперечного сечения резонатора, азимутальной неоднородностью и смещением электронного потока. Эта задача представляется особенно актуальной для гиротронов, предназначенных для спектроскопии и диагностики различных сред, когда предъявляются повышенные требования к стабильности указанных параметров, а вероятность погрешности юстировки прибора в магнитной системе растет в силу уменьшения характерных размеров резонатора с ростом частоты.

В работе представлены результаты моделирования нелинейной динамики гиротрона с рабочей частотой около 260 ГГц. На первом этапе было проведено построение 3D модели в рамках кода CST Studio Suite [2]. Показано, что смещение электронного пучка и его азимутальная неоднородность приводят к существенному изменению мощности генерации, а по достижении некоего критического значения и к возбуждению паразитных мод. Сопоставление результатов прямого PIC моделирования с результатами, полученными на основе метода усредненных уравнений [3, 4], позволяют утверждать о корректности используемых моделей.

На втором этапе проводилась оценка эмиссионной неоднородности катода в готовом приборе, используя метод анализа переходного участка ВАХ [5]. Полученные значения эмиссионной неоднородности подтверждают наличие азимутальной неоднородности эмиссионного тока, что свидетельствует о необходимости учета этого эффекта при моделировании гироприборов. К сожалению, на данном этапе не удалось исследовать эффекты связанные с эллиптичностью сечения резонатора, поскольку это требует значительных вычислительных ресурсов.

Представляется, что 3D PIC моделирование может позволить впервые учесть с высокой точностью совместное влияние всех перечисленных факторов на работу гиротрона.

Библиографический список

1. **Братман, В.Л**. Освоение терагерцевого диапазона: источники и приложения / В.Л. Братман, А.Г. Литвак, Е.В. Суворов. – УФН. 2011. № 8. С. 867–874.
2. **Ginzburg, N.** 3D simulation of powerful THz range gyrotrons / N. Ginzburg [et al.] // Phys. Plasmas. 2013. №20. P. 43–103.

3. **Dumbrajs, O**. Effect of electron beam misalignments on the gyrotron efficiency / O. Dumbrajs, G. S. Nusinovich// Phys. Plasmas. 2013. №20. P. 73–105.
4. **Nusinovich, G. S**. Effect of the azimuthal inhomogeneity of electron emission on gyrotron operation / G. S. Nusinovich [et. al] // Phys. Plasmas. 2001. №8. P. 7.
5. **Венедиктов, Н.П.** Экспериментальное исследование эмиссионной неоднородности катодов гиротронов по вольт-амперным характеристикам / Н.П. Венедиктов [и др.] // Изв. вузов. Радиофизика. 1997. Т. 40. № 4. С. 506–516.

УДК 004.054

В.В. МАЛЕЕВ

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

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

В работе представлена система автоматизированного тестирования программного обеспечения (ПО) и электронных средств (ЭС).

На рис. 1 дана структурная схема системы автоматизированного тестирования ПО и ЭС.

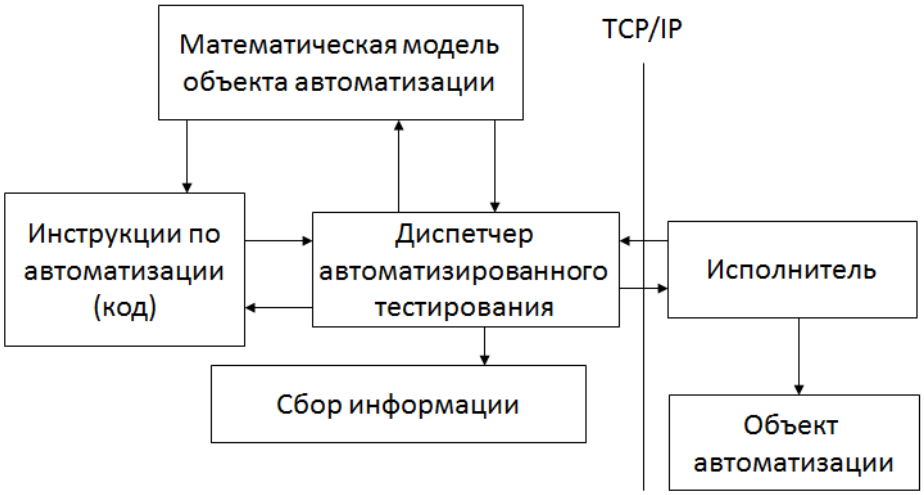


Рис. 1. Структурная схема системы автоматизированного тестирования ПО и РЭС

Существующие системы автоматизированного тестирования, как правило, узконаправлены и плохо расширяемы. Расширяемость системы автоматизированного тестирования может быть достигнута за счёт отсутствия её привязки к конкретному объекту тестирования, а также передачи функций взаимодействия с объектом тестирования другому программно-аппаратному комплексу («исполнителю»). Таким образом, автоматизация тестирования конкретного объекта сводится к разработке «исполнителя» автоматизированных тестов и библиотеки, содержащей математическую модель объекта тестирования.

Программно-аппаратный комплекс, взаимодействующий с объектом автоматизации, должен уметь совершать над объектом элементарные действия. К примеру, при тестировании программного обеспечения исполнитель должен уметь взаимодействовать с пользовательским интерфейсом программы; при тестировании электронного блока необходимо, чтобы исполнитель поддерживал входные и выходные интерфейсы блока, и т.д.

Математическая модель объекта автоматизации содержит минимально необходимый набор параметров, который позволяет исполнителю взаимодействовать с конкретным элементом объекта.

Приложение-диспетчер позволяет оператору контролировать процесс тестирования, а

также выполняет синхронизацию всех операций, ведет протоколирование и оповещает об ошибках.

В докладе представлена реализация программного комплекса для автоматизированного тестирования программного продукта HandiFox™.

УДК 621.399.11

А.В. ПОВАЛЯЕВ

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ БЕСПОИСКОВЫЙ ПЕЛЕНГАТОР СТАНЦИИ ВОЗДУШНОГО БАЗИРОВАНИЯ

Научно-исследовательский институт цифровых систем обработки и защиты информации,
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Одной из основных задач воздушной радиотехнической разведки (РТР) является определение местоположения радиоэлектронных средств (РЭС) противника. В настоящее время в качестве носителя таких систем приобретают все большую популярность беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Благодаря их малогабаритным характеристикам, они могут достаточно долгое время находиться на территории условного или потенциального противника.

Разработка малогабаритных беспоисковых пеленгаторов, работающих в достаточно широком диапазоне частот, требует проведения комплексных исследований их характеристик от влияния различных факторов. Современные компьютерные технологии позволяют создать компьютерные модели РЭС и проводить моделирование на ЭВМ их работу от набора различных параметров. На рис. 1 представлена модель широкополосного беспоискового пеленгатора. Функции $F_1(\Theta)$ и $F_2(\Theta)$ описывают диаграммы направленности антенн (A_1 и A_2) пеленгатора, вектор $\vec{K}$ содержит коэффициенты передачи СВЧ-тракта пеленгатора, через $K_{д1}(f)$, $K_{д2}(f)$, $K_{д0}(f)$ обозначены коэффициенты передачи СВЧ-детекторов пеленгатора.

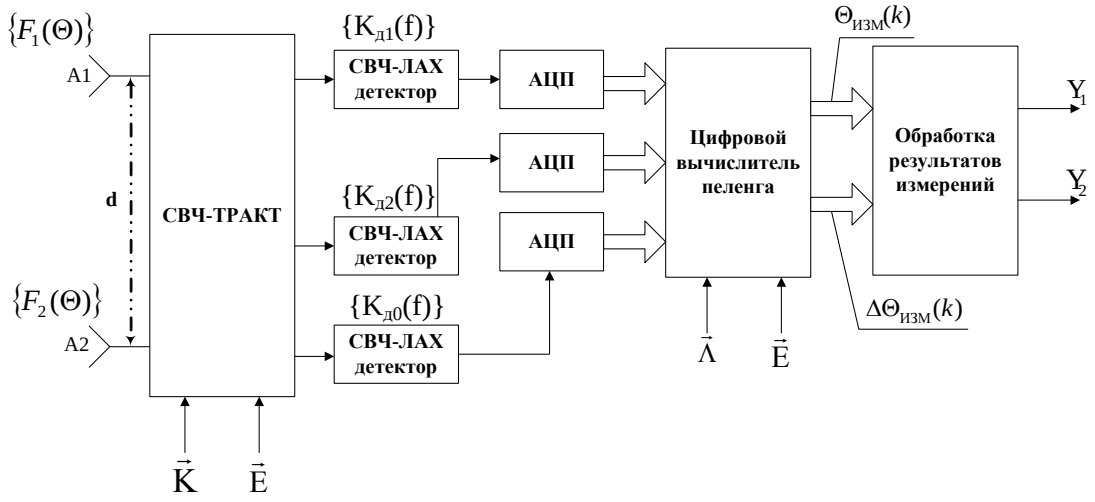


Рис. 1. Структурная схема модели беспоискового широкополосного пеленгатора

Предложенная модель беспоискового широкополосного пеленгатора позволяет в наглядной форме получить:

- графическую зависимость ошибки пеленга $\Delta\Theta_{ИЗМ}(k)$ от вычисленной величины пеленга $\Theta_{ИЗМ}(k)$ при различных значениях длин волн $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_i\}$ пеленгуемых РЭС: $Y_1 = \Psi(\Delta\Theta_{ИЗМ}(k), \lambda_i)$, $k = 0, 1, \ldots, N\text{-}1$, $i = 1, 2, \ldots, N$;

- графическую зависимость вычисленной величины пеленга $\Theta_{ИЗМ}(k)$ от вектора дестабилизирующих факторов: $Y_2 = \Psi(\Delta\Theta_{ИЗМ}(k), \bar{E})$. Вектор $\bar{E}$ содержит информацию об ошибках, обусловленных шумами квантования $\varepsilon_{ацп}$, ошибках выбора расстояния d разноса антенн пеленгатора ε_d, ошибках, обусловленных несовершенством СВЧ-тракта пеленгатора ε_k , ε_L и др.

УДК 531.383

А.И. САШЕНКОВ, А.С. МАРЧАН

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКИ НАСТРАИВАЕМОГО ГИРОСКОПА

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

В данной работе описан алгоритм стабилизации динамически настраиваемого гироскопа (ДНГ) для автоматизированной системы контроля (АСК) на базе ОАО «Арзамасский приборостроительный завод», реализованный в гироинерциальном блоке. *Целью* исследования стала разработка быстродействующего алгоритма, который позволил сократить время стабилизации динамически настраиваемого гироскопа до 1 с и исключил проскакивание допуска на разность фаз сигнала с датчика положения ротора гиромотора и фазы питания гиромотора.

Автоматизированная система контроля динамически настраиваемого гироскопа (АСК ДНГ) предназначена для проверки и настройки изделия ДНГ на соответствие требованиям технических условий.

Гироинерциальный блок предназначен для преобразования сигналов с датчиков первичной информации в заданный протокол обмена. В его состав входят следующие датчики: два датчика угловых скоростей; три акселерометра; датчик температуры.

Основные этапы быстродействующего алгоритма стабилизации:

1) проверка окончания режима разгона гиромотора;

2) подача 15 В питания;

3) получение сигнала с датчика положения ротора гиромотора;

4) выделение полупериода вращения гиромотора;

5) определение текущей разности фаз сигнала с датчика положения ротора гиромотора и фазы питания гиромотора;

6) проверка соответствия разности фаз допуску;

7) выдача сигнала готовности для изделия, если разность фаз соответствует допуску. Иначе продолжается стабилизация;

8) выдача импульса питания в 25 В шириной 3 мс;

9) повтор этапов 3-8;

10) расчет скорости изменения разности фаз. Если скорость изменения разности фаз меньше 30 градусов, то рассчитывается ширина импульса питания по формуле (1). Иначе переход к этапу 8;

11) пауза;

12) переход к этапу 9;

13) выдача сигнала готовности для изделия.

Выбор ширины импульса питания процесса стабилизации описывается следующей формулой:

$$\text{width} = \begin{cases} \text{width} - 0{,}5, \text{если } df > 3*\text{goal}, \\ \text{width} + 0{,}2, \text{если } df < \text{goal}, \\ (0{,}2 + \text{goal}*0{,}1), \text{ если width} <= (0{,}2 + \text{goal}*0{,}1), \end{cases} \quad (1)$$

где width – ширина импульса питания 25 В; *df* – разность текущей и предыдущей разностей фаз сигнала с датчика положения ротора и фазы питания; goal – текущий допуск на разность фаз.

Для отладки алгоритма стабилизации были написаны функции на языке C++ в среде Builder 6.0. Данные функции были подключены к существующей АСК.

УДК 621.317.61

И.О. СИДОРОВ[1], И.А. СЕМЁНОВ[2]

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СИГНАЛОВ ОДНООТСЧЁТНОГО СКТ-ДАТЧИКА В ЦИФРОВОЙ КОД

Арзамасский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
ОАО «АНПП «ТЕМП-АВИА»[2]

Синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы (СКТ) были разработаны в 70-х годах прошлого века, они продолжают до сих пор успешно применяться в качестве преобразователей углового положения. Они пришли на смену потенциометрическим датчикам, к основным проблемам которых можно отнести неконтактирование, быстрый износ рабочего элемента и дискретность преобразования. СКТ же лишены всех этих недостатков, плюс они совершенно не требовательны к стабильности питающего напряжения.

В работе рассматриваются методы преобразования сигналов одноотсчётного СКТ-датчика в цифровой код, которые можно разделить на две большие группы: фазовые и амплитудные. Цифровые преобразователи угла (ЦПУ) с промежуточным преобразованием в фазу электрического сигнала во многих случаях более просты, однако требуют прецизионного питания для датчиков – стабильного по частоте, амплитуде и клирфактору напряжения, или точных и стабильных фазосдвигающих цепей. ЦПУ с промежуточным преобразованием в амплитуду электрического сигнала менее критичны к источнику питания датчика, но имеют более прецизионную электронную схему. В итоге выбирается амплитудный метод, так как СКТ-датчик питается непосредственно от бортсети переменного напряжения 36 В и частоты 400 Гц.

Функциональная схема предлагаемого преобразователя приведена на рис. 1.

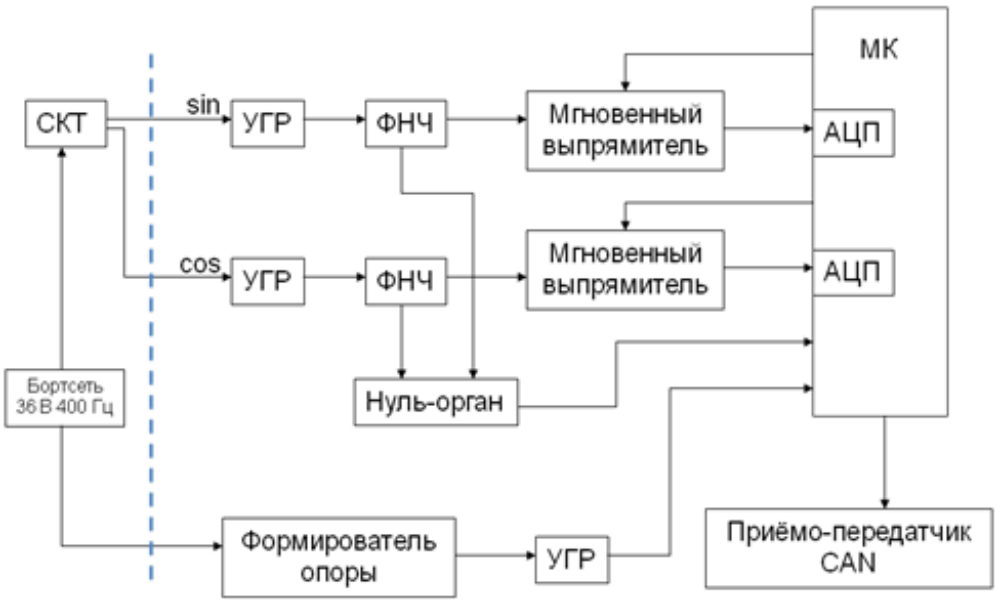


Рис. 1

Каналы сигналов синуса и косинуса имеют одинаковое строение. Устройством гальванической развязки (УГР) служит малогабаритный трансформатор ММТС-11. Далее идёт активный фильтр первого порядка и мгновенный выпрямитель на аналоговом ключе. В результате на АЦП микроконтроллера (МК) поступает выпрямленный сигнал. Нуль-орган определяет момент перехода сигнала синуса или косинуса через ноль. Микроконтроллер обрабатывает поступающие сигналы по специальной программе, выдавая цифровое значение угла.

Устройство было реализовано в виде печатного узла и предназначено для преобразования аналоговых сигналов курсового угла радиостанции с малогабаритного автоматического радиокомпаса АРК-19. Проведены испытания, в ходе которых подтвердилась высокая его устойчивость к помехам по каналам синуса и косинуса. Измеренная погрешность преобразования сигналов СКТ-датчика составила не более 2 угловых минут.

На данное устройство подана заявка на изобретение (№ 2013139001 от 21.08.13).

УДК 621.398

И.С. ХОЛОПОВ

ИДЕНТИФИКАТОР МЕХАНИЧЕСКИХ КОДОВ С ТРЕХОСНЫМ MEMS АКСЕЛЕРОМЕТРОМ

Рязанский государственный радиотехнический университет

Микроэлектромеханические (MEMS) датчики ускорения (акселерометры) широко используются в качестве сенсоров для обнаружения факта внешнего механического воздействия. Основной их задачей является обнаружение факта однократного или двукратного легкого удара пользователя по корпусу устройства – механического кода (в англоязычной литературе данные события обозначают терминами *Tap* и *Double Tap*). Принятие решения об обнаружении простейшего механического кода (МК) – однократного удара – выносится в случае превышения выходным сигналом акселерометра амплитудного порога *Tr*, а принятие решения об обнаружении МК двукратного удара – при двукратном превышении порога *Tr* и интервале времени между превышениями не более ΔT. Дальнейшее расширение кодового алфавита, построенного по принципу последовательности из *n* ударов с интервалом не более ΔT между каждым, затруднено по причине плохой повторяемости МК многократных ударов.

Расширить алфавит МК с сохранением повторяемости внешних кодовых механических воздействий возможно, если, помимо амплитуды ускорения внешнего ударного воздействия, учитывать и его направление. Приняв гипотезы о том, что оси чувствительности MEMS акселерометра *OX*, *OY* и *OZ* образуют правую тройку векторов, и положительное значение измеренного ускорения совпадает с направлением оси чувствительности, однократному удару в трехмерном пространстве можно поставить в соответствие трехэлементный вектор $\mathbf{d}_1 = \|d_x, d_y, d_z\|^{\mathrm{T}}$, где

$$d_k = \begin{cases} -1, \min\left(a_{k,i} - a_{k,i-1}\right) < -Tr, \\ 1, \max\left(a_{k,i} - a_{k,i-1}\right) > Tr, \\ 0, \text{в остальных случаях}, \end{cases} \qquad (1)$$

а $a_{k,i}$ и $a_{k,i\text{-}1}$ – соответственно измеренные в моменты времени i и $(i - 1)$ проекции ускорения на ось чувствительности акселерометра k, $k = \{x, y, z\}$. В зависимости от направления приложенного ускорения однократному удару может быть поставлено в соответствие семь

векторов: $\mathbf{d}_1 = ||1, 0, 0||^T$, $\mathbf{d}_1 = ||-1, 0, 0||^T$, $\mathbf{d}_1 = ||0, 1, 0||^T$, $\mathbf{d}_1 = ||0, -1, 0||^T$, $\mathbf{d}_1 = ||0, 0, 1||^T$ или $\mathbf{d}_1 = ||0, 0, -1||^T$ – при превышении абсолютного значения Tr и $\mathbf{d}_1 = ||0, 0, 0||^T$ – при отсутствии превышения порога.

Механический код кратности n в трехмерном пространстве соответствует $N = 6^n$ возможных кодовых комбинаций. Для лучшей их повторяемости время между внешними воздействиями ΔT можно установить равным единицам секунд. Решение об обнаружении заданного МК выносится при равенстве

$$S = n, \tag{2}$$

где контрольная сумма S вычисляется по правилу свертки:

$$S = \sum_{k=1}^{n} \mathbf{D}_{\acute{y}k}{}^{\mathrm{T}} \mathbf{d}_k , \tag{3}$$

$\mathbf{D}_э = ||\mathbf{D}_{э1}, \mathbf{D}_{э2}, \ldots, \mathbf{D}_{эn}||$ – эталонный вектор-строка, состоящий из векторов-столбцов $\mathbf{D}_{эk}$, $k = \overline{1, n}$, соответствующих ожидаемому тернарному коду элемента МК. При отсутствии факта обнаружения элемента МК на интервале ΔT сумма (3) обнуляется.

Результаты экспериментов с MEMS акселерометром ADXL345 фирмы Analog Devices показали, что МК с кратностью кода $n \le 7$ обнаруживаются более чем в 90 % случаев при амплитуде внешнего механического воздействия более $0{,}1g$.

УДК 621.396.96

Е.С. ШТРУНОВА

АДАПТИВНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ НУЛЕЙ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПОСТАНОВЩИКА АКТИВНЫХ ПОМЕХ

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одним из методов защиты от активных шумовых помех (АШП), действующих на радиолокационные системы (РЛС) из вынесенной точки пространства, является адаптивное формирование нулей диаграммы направленности (ДН) антенной решетки (АР) в направлении их прихода. Движение постановщика активных помех (ПАП) приводит к смещению направления прихода АШП за интервал времени между этапами адаптации АР, что снижает помехозащищенность РЛС. Формирование ДН с расширенными нулями [1] позволяет не учитывать перемещение ПАП, но при этом снижается глубина формируемого нуля [2], а при действии АШП по ближним боковым лепесткам может привести к подавлению полезного сигнала.

В прямых методах адаптации N-элементной АР определение оценки вектора весовых коэффициентов (ВВК) $\hat{\mathbf{W}}$ основано на нахождении обратной N-мерной оцениваемой межканальной корреляционной матрицы (МКМ) аддитивной смеси, коррелированной по пространству АШП, и собственных шумов приемных каналов [3]:

$$\hat{\mathbf{R}}_{\text{пш}} = \mathbf{I} + \lambda\, \mathbf{f}_{\text{п}}(\alpha_{\text{п}}, \theta_{\text{п}}) f_{\text{пн}}(\alpha_{\text{п}}, \theta_{\text{п}}),$$

где λ – отношение помеха–шум по мощности; $\mathbf{I}$ – N-мерная единичная матрица; $\mathbf{f}_{\text{п}}$ – направляющий вектор АШП; $\mathbf{f}_{\text{п}} = \{1, \exp(i\nu_{\text{п}}1), \ldots, \exp[(N-1)i\nu_{\text{п}}N-1]\}_{\text{т}}$, $\nu_{\text{п}}i = 2\pi f_{\text{п}}0\Delta t_{\text{пk,j}}$; $f_{\text{п}}0$ – частота излучения АШП; $\Delta t_{\text{пk,j}}$ – время запаздывания фронта волны АШП, принимаемой kj-м элементом относительно начала координат для угловых координат $\alpha_{\text{п}}$, $\theta_{\text{п}}$ прихода АШП, для плоской АР прямоугольного раскрыва $\Delta t_{\text{пk,j}} = [k\, dx\upsilon x + j\, dy\, \upsilon y]/c$; dx, dy –

межэлементное расстояние по координате x и y соответственно; υx, υy – направляющие косинусы, υx = sinθп cosαп, υy = sinθп sinαп.

При движении ПАП на расстоянии R от РЛС приращение $\Delta\hat{\mathbf{R}}$ оцениваемой МКМ за интервал времени между этапами адаптации зависит от тангенциальных составляющих вектора скорости: по азимуту vα = R(dυx/dt cosα – dυy/dt sinα)/cosθ; по углу места vθ = R(dυx/dt sinα – dυy/dt cosα)/sinθ. Тогда $\tilde{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}$ пш+$\Delta\hat{\mathbf{R}}$, а $\Delta\hat{\mathbf{R}}$ связано с появлением приращения dυx/dt, dυy/dt направляющих косинусов по координате x, y соответственно за время между интервалами адаптации изменением времени Δtпk,j =[kdx(υx +(dυx/dt)t)+jdy(υy+(dυy/dt)t)]/c.

Таким образом, для увеличения эффективности адаптивной обработки целесообразно выбирать время между интервалами адаптации, чтобы минимизировать $\Delta\hat{\mathbf{R}}$, либо же подстраивать положение нуля ДН в зависимости от угловой скорости ПАП.

Библиографический список

1. **Mailloux, R.J.** Covariance matrix augmentation to produce adaptive array pattern troughs/ R.J Mailloux // Electron. Lett. 1995. V. 31. – P. 771–772.
2. **Zatman, M.** Production of adaptive array troughs by dispersion synthesis/ M. Zatman // Electron. Lett. 1995. V. 31. № 25. – P. 2141–2142.
3. **Монзинго, Р.А.** Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию: [пер. с англ. под ред. В.А. Лексаченко] / Р.А. Монзинго, Т.У. Миллер. – М.: Радио и связь, 1986. – 446 с.
4. **Коростелев, А.А.** Пространственно-временная теория радиосистем / А.А. Коростелев. – М.: Радио и связь, 1987. – 320 с.

Подсекция 1.2

Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры

УДК 621.396.6

В.И. ЕВСЕЕВ, О.В. ЛАВРИЧЕВ

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦИКЛА НАЛАДКИ И КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ МОДУЛЕЙ СВЧ-ДИАПАЗОНА

Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина

Современное серийное производство конструктивных модулей СВЧ-диапазона и функционально законченных блоков для РЛС и устройств специального назначения различной функциональности, например, приемо-передающие модули АФАР (ППМ АФАР), узлы антенных СВЧ-трактов РЛС и другие – требует серьезной подготовки как с экономической, так и с технической точки зрения. На сегодняшнем этапе развития радиоэлектронных средств, предназначенных для радиолокации, активно проявила себя необходимость освоения отечественного сегмента производства КМ СВЧ и функционально законченных СВЧ-узлов и их фрагментов для РЛС различного назначения.

Основная проблема широкого применения таких устройств состоит в высокой стоимости изготовления КМ СВЧ, обусловленной малым процентом выхода годных изделий. Уникальность и новизна изготовленных на предприятии КМ будет обеспечена с помощью входного контроля СВЧ параметров комплектующих активных электронных компонентов.

Для производства и достижения улучшений в части функциональных, потребительских, стоимостных и других эксплуатационных показателей разрабатываемых и изготавливаемых КМ СВЧ, при создании высокотехнологичного производства планируется обеспечить высокий уровень совершенства измерительного и стендового оборудования, используемого при сборке, отладке и настройке КМ СВЧ заявленного диапазона.

Представлен уникальный метод входного контроля усилительных элементов и организация автоматизированных рабочих мест (АРМ) для проведения контроля, отладки и приемо-сдаточных испытаний КМ СВЧ в серийном производстве.

При организации метрологического обеспечения серийного выпуска КМ СВЧ с использованием АРМ необходимо руководствоваться следующим:

1. Производственная программа должна быть рассчитана на продолжительный срок изготовления всей партии КМ СВЧ (1–2 года и более), иначе не имеет смысла создавать специализированные АРМы.

2. АРМы должны быть предназначены для конкретных типов КМ СВЧ и не должны оперативно переноситься с одного типа изделия на другое.

3. АРМ должен разрабатываться одновременно и параллельно с разработкой конкретного КМ СВЧ с учетом всей специфики функционирования данного модуля.

4. Рабочие места, укомплектованные универсальной измерительной техникой, предназначены также для обеспечения ремонтных работ по восстановлению узлов разнообразных типов различных КМ СВЧ. Их количество в целом одно или два рабочих места.

Таким образом, при реализации проекта по организации высокотехнологичного производства КМ СВЧ различного назначения, ключевым звеном которого является

предложенная технология контрольных испытаний, в ОАО Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина достигнуты следующие результаты:

- освоена технология поверхностного монтажа с минимальными размерами элементов 0,5х1,0 мм, шагом 0,6 мм и количеством выводов свыше 700;
- освоена технология монтажа мощных СВЧ кристаллов на плату и керамические подложки на эвтектику с последующей разваркой выводов на кристалл и плату;
- освоена технология герметизации корпусов СВЧ блоков с последующей их проверкой на герметичность.

УДК 53.082

Е.А. ЛЕБЕДЕВА

ИЗМЕРЕНИЕ S-ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЯХ ПЕРЕДАЧИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время наблюдается стремительное развитие микроэлектроники, интегральные СВЧ схемы и компоненты находят широкое применение в производстве современной техники. Следует отметить, что измерение параметров рассеяния электронных компонентов, предназначенных для монтажа в полосковые линии передачи, является достаточно трудоемкой задачей. Чтобы упростить и повысить точность измерений, используют специальные контактные устройства. Однако полученные таким образом данные включают в себя информацию не только об измеряемом объекте, но и характеристики самого контактного устройства. Поэтому для получения истинных параметров рассеяния микроэлектронного компонента производится процедура калибровки. Важно отметить, что реализовать точные измерения в полосковых линиях передачи в широком диапазоне частот достаточно сложно. Это связано с частотной зависимостью параметров микрополосковых линий передачи, таких как волновое сопротивление и диэлектрическая проницаемость, начинающей особенно заметно проявляться на частотах выше 10 ГГц. Кроме того, на точность измерений значительное влияние оказывает и нестабильность характеристик коаксиально-полосковых переходов, входящих в состав контактного устройства. Поэтому повышение точности измерений S-параметров микроэлектронных компонентов в широком диапазоне частот является важной задачей в настоящее время.

В работе приводится обзор наиболее широко применяемого в настоящее время метода калибровки TRL.

Предлагается иной метод калибровки контактного устройства, основанный на использовании минимального количества мер, не требующих раздвижения контактного устройства, обладающий высокой точностью в широком диапазоне частот из-за отсутствия согласованной нагрузки, названный SOR. В качестве калибровочных мер предлагается использовать меру короткого замыкания, холостого хода и меру, выполненную в виде отрезка микрополосковой линии передачи с включенным в ее центре по параллельной схеме резистором.

Получены соотношения для коэффициентов отражения на входах контактного устройства при подключении мер короткого замыкания и холостого хода, а также соотношения для коэффициентов отражения и передачи каскадного соединения в случае измерения с проходной мерой. Приведены модели предлагаемых калибровочных мер, разработанные в пакете программ Microwave Office.

Представлены результаты обработки массивов экспериментальных данных, полученных в результате непосредственного измерения в контактном устройстве калибровочных мер и исследуемого электронного компонента методом калибровки SOR, а также TRL методом. Проведено сравнение точности восстановления характеристик исследуемого микроэлектронного компонента с помощью методов SOR и TRL.

УДК 621.3

А.А. ШИРЯЕВ[1,2], Е.Л. ШОБОЛОВ[1], О.П. ГУСЬКОВА[1],
В.А. ГЕРАСИМОВ[1], А.А. МОРОЗОВ[1]

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕТЕРОСТРУКТУР КНИ, ВЛИЯЮЩИХ НА СТОЙКОСТЬ СБИС К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

ФГУП ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2]

Гетероструктуры типа «кремний на изоляторе» (КНИ) широко используются для изготовления на их основе сверхбольших интегральных схем (СБИС) с повышенной стойкостью к внешним воздействующим факторам (ВВФ) (термо-, баро-, ионизирующим). Однако до настоящего времени не установлены причины значительного отличия (до нескольких раз) стойкости к ВВФ кристаллов СБИС, расположенных на одной пластине и изготовленных в рамках единого технологического процесса.

В связи с этим работы по установлению параметров исходных структур КНИ, влияющих на бесперебойную работу СБИС-КНИ при внешних воздействиях, и методов их контроля представляют значительную актуальность.

Работоспособность СБИС-КНИ в условиях дестабилизирующих факторов непосредственно зависит от таких специфичных для пластин КНИ структурно-зависимых параметров, варьирующихся по поверхности пластины, как:

- заряд в захороненном оксиде;
- поверхностные состояния на границе раздела диэлектрик/полупроводник;
- дефекты и примеси в приборном слое, создающие глубокие уровни в запрещенной зоне кремния.

Для отбраковки исходных структур КНИ, составления карт распределения их параметров по поверхности пластины, корректировки технологического процесса изготовления и прогнозирования работоспособности микросхем в условиях дестабилизирующих факторов необходимо осуществлять контроль вышеперечисленных параметров.

Величина и знак встроенного в диэлектрик заряда и плотность поверхностных состояний на границе Si/SiO_2 определяются совокупностью методов, основанных на анализе вольт-фарадных характеристик КНИ-структуры. При малой плотности поверхностных состояний (порядка 10^{10} $см^{-2}$) для ее контроля целесообразнее использовать метод проводимости благодаря его более высокой точности.

Наиболее полную информацию о центрах с глубокими уровнями в приборном слое кремния дает метод нестационарной спектроскопии глубоких уровней (НСГУ, DLTS), который основан на периодическом измерении релаксации емкости барьерной структуры (*p*-*n*-перехода, диода Шоттки, МОП-структуры) после переведения ее в неравновесное состояние при плавном изменении температуры. Этот метод позволяет определить концентрацию глубоких уровней, положение их в запрещенной зоне кремния и их сечение захвата.

В настоящей работе проведены исследование и разработка методов вольт-фарадных характеристик, проводимости и НСГУ для анализа встроенного в скрытый оксид заряда, поверхностных состояний на границе диэлектрик/полупроводник и глубоких уровней в приборном слое. Результаты работы будут использоваться для выявления зависимости работоспособности СБИС в условиях дестабилизирующих факторов от свойств исходных структур КНИ.

Подсекция 1.3

Телекоммуникации

УДК 519.857:621.396.712.3

С.М. ГУДЗЬ, В.А. ШУРЕНОК, А.В. РОДИОНОВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДСТВ РАДИОМОНИТОРИНГА СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Житомирский военный институт им. С. П. Королева
государственного университета телекоммуникаций

Спутниковые системы связи (ССС) являются одним из основных источников радиоизлучения для ведения радиомониторинга. Учитывая тенденции развития средств связи и интенсификации использования ССС, выполнение заданий на постах радиомониторинга требует высокой оперативности и достоверности полученной информации. Для организации радиомониторинга ССС разворачиваются посты на основе специализированных средств анализа радиоизлучений, однако одновременно поставить на наблюдение всю совокупность каналов передачи данных невозможно из-за ограниченного количества средств радиомониторинга.

Необходимая эффективность радиомониторинга может достигаться за счет увеличения количества постов, но такой подход неприемлем из-за ограниченности финансирования. Поэтому наиболее целесообразным решением представляется рациональное использование имеющихся средств, что достигается оптимальным распределением средств радиомониторинга ССС по задачам, объектам и источникам радиоизлучения.

Однако на сегодняшний день распределение средств радиомониторинга ССС на наблюдение спутниковых каналов выполняется эмпирическим методом, потому зависит от опыта и квалификации лица, принимающего решение на радиомониторинг. В связи с этим существует проблема эффективного планирования использования средств радиомониторинга ССС. Подразумевается, что данная научная задача заключается в оптимизации процесса планирования по критериям времени и полноты контроля источников радиоизлучения в условиях неопределенности обстановки.

Основным недостатком существующего методологического аппарата распределения средств радиомониторинга ССС является отсутствие формализированной математической модели, которая позволила бы осуществлять распределение средств в условиях неопределенности обстановки.

Известным подходом к решению задачи распределения средств радиомониторинга является выбор вариантов распределения с учетом важности источников радиоизлучения. Необходимое распределение состоит в формировании плана назначения конкретного средства радиомониторинга на наблюдение каналов ССС.

В соответствии с подходом Беллмана-Заде, задачу выбора можно описать как многоэтапный процесс управления распределением средств радиомониторинга. Итерационная процедура выбора плана подается как инвариантная детерминированная система с конечным числом состояний. Поэтому задача состоит в выборе последовательности параметров управления, которая с учетом нечетких ограничений обеспечивает достижение нечеткой цели.

Таким образом, получена система рекуррентных соотношений, при помощи которых последовательно определяются необходимые параметры управления. Предложенный подход,

обеспечивая определение рационального плана распределения средств радиомониторинга ССС, отличается от известных использованием метода нечеткого математического программирования и теории нечетких множеств.

УДК 004.057.4

Д.А. ГУСЕВ

АЛГОРИТМ СУММАРНОГО УЧЁТА И МНОГОПУТЕВОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДОВЕРИЯ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ С ГЕТЕРАРХИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Производительность децентрализованных сетей зависит от совместных связей и доверительных отношений между узлами. Чтобы улучшить безопасность в распределённых сетях, важно оценить степень доверия узлов друг другу без использования единого центра сертификации. В настоящем докладе автором показаны теоретические принципы для количественного измерения доверия, для построения на их основе модели распространения доверия в децентрализованных сетях на примере распределённых сетей со свойствами тесного мира.

В основу этих принципов положено следующее определение доверия — это уровень вероятности, с которой участник выполнит определенное действие, прежде чем это действие может быть проанализировано в контексте, в котором оно повлияет на поведение участника.

На основании определения в докладе сформулированы следующие принципы:

1. Неопределённость есть мера доверия. Обозначим *T {субъект: исполнитель, действие}* следующее доверительное отношение *{субъект: исполнитель, действие}*, а *P{субъект: исполнитель, действие}* вероятность того, что исполнитель осуществит действие. В теории информации энтропия является мерой неопределённости, отсюда определим доверие на основе энтропии:

$$T\{\textit{субъект: исполнитель, действие}\} = \begin{cases} 1-H(p), & \textit{для } 0.5 \le p \le 1 \\ H(p)-1, & \textit{для } 0 \le p \le 0.5 \end{cases}$$

где $H(p) = -p \cdot \log_2(p) - (1-p) \cdot \log_2(1-p)$ и p=*P{субъект: исполнитель, действие}*.

2. Последовательное распространение доверия не увеличивает уровня доверия.
3. Многопутевое распространение доверия не уменьшает уровня доверия.
4. Доверие, основанное на нескольких рекомендациях от одного источника, не должно быть выше того, если бы рекомендации были получены от разных источников.

В докладе дано математическое обоснование приведённых принципов.

Методы для расчёта доверия при последовательном и многопутевом распространении будем называть доверительной моделью. Предложены к рассмотрению две модели – энтропийная и вероятностная, и приведено доказательство соответствия данных моделей указанным принципам.

В экспериментальной части доклада представлена схема, в соответствии с которой будет проводиться апробация рассматриваемых моделей при последующем исследовании.

В настоящем докладе описан теоретический подход для расчёта доверия в децентрализованных сетях. Сформулированы четыре принципа, на основании которых строятся схемы распространения доверия, и может производиться расчёт уровней доверия. Данная теоретическая основа может быть применена к широкому спектру распределённых сетей, но в дальнейшем исследовании будут рассматриваться инфокоммуникационные сети со свойствами тесного мира, потому что именно это свойство сетей позволяет с меньшими затратами построить на базе их новое поколение сети Интернет, основанного на доверии.

УДК 681.3

А.С. ИВЛЕВА, О.Е. ОШМАРИНА

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ПО СБОРУ И АНАЛИЗУ ДАННЫХ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Национальный исследовательский университет – Высшая школа экономики
Нижегородский филиал

Информационная эпоха характеризуется большим объемом исходных данных, особенно данных, которые включают в себя социальные взаимодействия в больших группах. В связи с огромным количеством информации возникает вопрос – что можно извлечь из этого потока данных?

Была поставлена задача разработать приложение для автоматического сбора данных о пользователях он-лайн социальной сети, с целью дальнейшего сетевого анализа структуры.

В рамках настоящей работы было создано приложение для он-лайн социальной сети ВКонтакте, которое позволяет собирать информация о пользователях. Приложение было создано при помощи Flash технологии и с использованием API. В ходе работы с приложением были собраны данные о студентах в количестве 1500 человек из трёх учебных учреждений Нижнего Новгорода: НИУ ВШЭ, ННГУ им. Лобачевского, НижГМА. Был проведен анализ полученных даннях и представлены статистические диаграммы и таблица с булевыми значениями.

УДК 519.876.5

А.О. КАШКАНОВ

О КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ В УЗЛЕ НАГРУЗКИ

Волжская государственная академия водного транспорта

Назначением любой электроэнергетической системы является бесперебойное обеспечение потребителей электроэнергией определенного качества и в нужном количестве. Присутствующие в системе электроприемники, помимо потребления активной мощности, могут потреблять реактивную мощность и мощность высокочастотных гармоник. Неактивные составляющие мощности негативно воздействуют на питающую сеть и параллельно работающую нагрузку, что приводит к повышенному уровню технологических потерь электрической энергии при ее передаче, а также опасным посадкам напряжения в сети от перетоков реактивной мощности при пусковых и других переходных процессах. Снижение интенсивности описанных процессов возможно путем реализации специализированных технических решений и алгоритмов управления, осуществляющих компенсацию потерь и неактивных составляющих мощности.

Наиболее распространенными типами устройств компенсации являются конденсаторные установки компенсации реактивной мощности и активные фильтры гармоник. В большинстве случаев такие устройства компенсации рассчитаны на работу в установившихся режимах и не обеспечивают должного регулирования в переходных режимах, когда работа электроприемников одного типа начинает воздействовать на работу электроприемников другого типа. Основная задача управления устройствами компенсации многообъектной системы заключается в минимизации потерь при взаимодействии электроприемников разных типов и различных параметров.

Одним из способов анализа таких взаимодействий является компьютерное моделирование адекватных математических моделей систем электроприемников с различными наборами входных данных. С целью автоматизации данного процесса была

разработана программная система для моделирования узла нагрузки, позволяющая проводить вычислительные исследования динамики взаимодействия электроприемников.

Интерфейс программы консольный – типы и параметры электроприемников, а также конфигурация узла нагрузки описываются в конфигурационных файлах, после проведения вычислений программа генерирует файлы в формате LaTeX, предоставляя сборку исходных данных, иллюстрацию конфигурации сети, а также результаты моделирования в готовом для дальнейшей работы виде.

Модульный принцип построения программы позволяет постепенно увеличивать возможности вычислительной системы, а с целью повышения скорости расчета характеристик динамических процессов в многообъектной системе сложной структуры может быть использована библиотека гетерогенных вычислений OpenCL. В докладе излагаются результаты исследования процессов взаимодействия электроприемников четырех различных типов – синусоидальной нагрузки, несинусоидальной нагрузки, несимметричной нагрузки и компенсирующих устройств – в различных комбинациях.

На данном этапе система позволяет моделировать нерегулируемые электро-приемники. Дальнейшим этапом развития системы станет реализация функции изменения параметров электроприемников в процессе моделирования, что позволит регулировать количество генерируемой в сеть компенсационной установкой реактивной мощности в зависимости от внешних параметров. При наличии данной функции появится возможность запускать компьютерные модели систем управления компенсирующими устройствами.

Работа выполнена при поддержке Научного Фонда ВГАВТ (проект #02-2013).

УДК 004.415.53

Д.В. МИЛОВ, В.В. АЛЕКСЕЕВ, Ю.С. ЕГОРОВ

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОТОКОЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМ, КРИТИЧНЫХ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Безопасность полетов воздушных судов гражданской авиации представляет собой состояние авиационной транспортной системы, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска.

В последние годы значительные усилия были направлены на изучение причин происшествий в авиации. Ряд происшествий обусловлен ошибками в программном обеспечении. Большинство стандартных инструментов для тестирования информационных систем и программного обеспечения не обеспечивают в полной мере требования к процессам верификации, предусмотренным стандартами DO178B (КТ178В) и DO178C.

В связи с этим актуальной является разработка и создание специализированного математического, информационного и программного обеспечения для комплексного тестирования критичных по безопасности модулей, а также моделирования с целью имитации деятельности окружения тестируемого модуля.

Важное место при разработке программного обеспечения (ПО) авиационных систем занимает процесс его верификации, включая тестирование. При тестировании авиационного ПО решается задача оценки соответствия получаемых результатов требованиям к ПО. Подготовка тест-плана, гарантирующего покрытие всех требований с учетом различных конфигураций и состояний тестируемых модулей, представляет собой важную задачу. При этом тест-план должен включать как последовательность действий по вводу данных, так и ожидаемые результаты работы тестируемого модуля.

Для решения множества описанных задач разработан программный комплекс автоматизированной верификации реализаций протокольных объектов, обеспечивающий возможность локального и удаленного тестирования (свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ №2013661676 от 12.12.2013 г.). Комплекс позволяет имитировать одну или несколько сторон сетевого обмена для контроля реализации тестируемого протокольного объекта, принимающего и передающего блоки данных. Проверка на соответствие требованиям производится посредством сравнения реакций на входные воздействия тестируемой реализации с заданными эталонными блоками данных согласно предварительно сформированному сценарию, представленному в виде файла формата XML. Проверки могут выполняться по выбору пользователя в соответствии с отдельными сценариями или в пакетном режиме, который задается метасценарием.

Реализованный комплекс позволил решить ряд актуальных задач по автоматизации тестирования и верификации протокольных объектов. В то же время диапазон решаемых задач может быть существенно расширен.

Ожидается, что внедрение описанного решения позволит повысить надежность критичного по безопасности ПО (в частности бортовых систем) и снизить расходы на организацию и проведение тестирования и верификации.

УДК 004.75

Н.А. ПЕТРОВ

ПОИСК ПАТТЕРНОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сложные информационные системы порождают комплексные проблемы для решения которых требуется большое количество ресурсов. Темпы роста сложности обнаружения проблем в таких информационных системах опережают темпы роста сложности самих систем. Пользователи используют огромное количество инструментов, распределенных по различным системам. Поиск проблемных узлов и элементов в подобных системах может занимать часы. Что если можно было бы захватить состояние среды в любой момент и осуществлять поиск проблемных узлов и элементов на основе анализа этих состояний. Размещая срезы состояния системы и ее пользователей на оси времени, можно построить временную свертку, в которой отразились бы последовательности действий пользователей и состояний системы.

Анализ таких данных позволит находить зависимости между событиями, произошедшими в системе, и обнаруживать проблемные модели поведения пользователей. Технологии для обработки больших массивов данных, такие как Hadoop, должны быть использованы для хранения и обработки собранной информации.

Создание виртуальной модели системы требует организации процесса сбора данных из различных подсистем, анализа логов и данных из специализированных средств мониторинга. Это четко определенная область с большим количеством инструментов и готовых решений. Информация от агентов должны быть собрана в хранилище и сохранена в формате, подходящем для последующей обработки, для обеспечения приемлемой скорости анализа собранных данных.

Данные, хранящиеся в Hadoop, распределяются по узлам в кластера, позволяя линейно масштабировать размеры хранилища и возможности обработки данных, посредством добавления новых узлов к кластеру. Для анализа собранных данных используются методы и алгоритмы поиска паттернов, структур, зависимостей и связей данных. Набор инструментов интеллектуального анализа (Data mining) включает Rapid Miner, Mahout и др. Pattern Mining представляет собой метод анализа данных, ориентированных на

паттерны, и позволяет находить группы связанных последовательностей событий. В качестве участников рассматриваются как пользователи, так и машины.

Представление данных анализа реализуется через визуализацию временных паттернов деятельности пользователей и отображение связей между паттернами. Каждая связь между паттернами представляет собой событие, анализ связи подобных событий позволяет находить зависимости более высоких порядков.

Рост сложности информационных систем приводит к росту сложности поддержки подобных систем, что требует новых инструментов для анализа проблем в сложных информационных системах. Традиционные реляционные базы данных не могут использоваться для хранения и обработки данных современных информационных систем. Массивы больших данных и инструменты для работы с ними позволяют хранить и обрабатывать необходимые объемы данных.

Система поиска паттернов деятельности в распределенных гетерогенных системах позволяет упростить работу по анализу и поддержке сложных информационных систем, представляя данные зависимостей на уровне паттернов и связей между ними.

УДК 004

А.А. СМИРНОВА, М.Д.ДУРИНОВ, И.В. МОСИЙ, А.А. КУРАНОВ

СРАВНЕНИЕ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Облачные вычисления (от англ. cloud computing) представляют собой технологию обработки данных, в которой динамично масштабируемые вычислительные ресурсы предоставляются через Интернет как сервис.

Под термином «облако» в настоящее время понимается аппаратно-виртуализационная вычислительная среда, т.е. аппаратное и программное обеспечение (ПО) составляют «облачную инфраструктуру», характеризующуюся следующими свойствами: самообслуживание по требованию; широкий сетевой доступ; объединение ресурсов в пулы; способность к быстрой адаптации; измеряемые сервисы.

Облачная инфраструктура содержит физический уровень и уровень абстракции. Физический уровень состоит из аппаратных ресурсов, которые необходимы для поддержки предоставляемых услуг, и включает в себя серверы, системы хранения и сетевые компоненты. Уровень абстракции состоит из ПО, развернутого на физическом уровне, и содержит все основные свойства облака. Концептуально уровень абстракции находится выше физического уровня.

Под уровнем абстракции понимается облачная программная платформа, реализованная в виде динамической виртуализационной операционной среды, в которой функционируют виртуальные машины или прикладная облачная платформа.

Основные достоинства технологии: производительные вычисления, отказо-устойчивость среды, «непритязательность» к ресурсам компьютера, устойчивость к потере данных и развитые средства хранения данных, простота и надежность, экономичность и эффективность, гибкость и масштабируемость и др.

В работе приводится сравнительный анализ решений для облачных вычислений на основе предложений компаний VMware и Microsoft.

Решение для облачных вычислений одной из крупнейших компаний, разработчиков ПО для виртуализации VMware основано на платформе виртуализации VSphere. Облачная модель VMware позволяет клиентам создавать виртуальные машины, которые содержат операционную систему, а также одно или несколько приложений. Эти виртуальные машины работают на серверах виртуализации, размещаемых либо для частного использования в

центрах обработки данных компании, либо для общего доступа у одного из хостинг-партнеров VMware. Кроме того, компанией организован «рынок приложений», где можно загрузить предварительно сконфигурированные виртуальные машины для использования в облачных вычислительных средах VMware.

Решение компании Microsoft по организации облачных вычислений основано на предоставлении услуг пользователям при помощи гибкой, легко управляемой инфраструктуры. Существует две инфраструктурных модели, которые клиенты Microsoft могут использовать для реализации облачных служб: частные облака и публичные облака. Клиенты могут выбирать между двумя этими моделями инфраструктуры, основываясь на своих потребностях в доставке приложений, или имеют возможность комбинировать эти модели для решения более сложных задач.

Подход, использованный Microsoft, по сравнению с облачным решением VMware ориентирован на предоставление лучшего управления, более тесную интеграцию с компонентами центров обработки данных, повышенную эффективность публичных облачных сред и подход, который приводит к лучшим результатам для пользователей.

УДК 621.396

А.В. СТАНОВИЧ, Н.А.МАСЕСОВ

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ИНТЕРЕСАХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Научный центр связи и информатизации Военного института телекомуникаций и информатизации Государственного университета телекомуникаций, г. Киев (Украина)

Одним из ключевых направлений повышения боевых возможностей вооруженных сил является формирование интегрированного информационного пространства на основе новых информационных технологий. Учитывая высокую вероятность локальных (региональных) конфликтов, развитые страны мира уделяют особое внимание совершенствованию систем связи тактического звена управления. В качестве основы перспективных систем управления рассматриваются беспроводные сети передачи данных. При этом остаются проблемными вопросы применения современных радиотехнологий в сетях радиосвязи специальных пользователей.

В докладе представлен анализ современных радиотехнологий. Основными из них являются стандарты 802.11x., 802.16x., 802.22.

Совокупность стандартов 802.11x (Wi-Fi - WirelessFidelity) включает в себя ряд ратифицированных стандартов передачи данных (802.11a/b/g/n) и ряд документов, описывающих дополнительные функции. Основными преимуществами стандартов являются поддержка автоматического выбора скорости передачи в зависимости от соотношения сигнал/шум, возможность работы на значительных расстояниях, но с меньшей скоростью. При использовании усилителей и направленных антенн обеспечивается передача данных на расстояние в несколько десятков километров.

Стандарты 802.16x предназначены для реализации широкополосных каналов последней мили в беспроводных сетях (MAN). Они ориентированы на соединение стационарных и мобильных объектов. Основное различие двух технологий состоит в том, что фиксированный WiMAX позволяет обслуживать только статических абонентов, а мобильный ориентирован на работу с пользователями, движущимися со скоростью до 150 км/ч (в частном случае мобильный WiMAX может использоваться и для обслуживания фиксированных пользователей).

Стандарт 802.22 предназначен для использования в беспроводных региональных сетях (WRAN) и предусматривает покрытие зон радиусом до десятков километров. Увеличение радиуса действия достигается благодаря уменьшению номиналов рабочих частот, используемых в диапазонах применения КВ/УКВ радиосредств абонентов, а также в диапазонах радиосредств Wi-Fi и WiMAX для передачи информации. Стандарт IEEE 802.22 WRAN является одним из первых спецификаций, который использует когнитивные технологии в радиосвязи. Таким образом, стандарт позволяет эффективно использовать имеющийся спектр частот и достичь скорости передачи информации до 22 Мбит/с на расстояние до 100 км.

Особый интерес для сетей связи специальных пользователей представляет технология когнитивного радио, которая является передовой и позволяет обеспечивать широкополосный доступ к сетям передачи данных в существующих диапазонах частот без образования взаимных помех и повышения розведзащищености, устойчивости, живучести, надежности и скрытности системы связи.

Дальнейшие исследования будут направлены на совершенствование методов цифровой обработки сигналов в цифровом сегменте перспективных средств (комплексов) радиосвязи с использованием современных технологий.

Подсекция 1.4

Информационные технологии

УДК 004

А.Ф. АНТИПИН

ВОПРОСЫ ТЕСТИРОВАНИЯ И ОТЛАДКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

Информационные и коммуникационные технологии с каждым днем все больше и больше входят в нашу жизнь в тех или иных формах. Люди тесно связаны с ними на работе и в жизни. Интернет, социальные сети и электронная почта стали неотъемлемой ее частью. Связующим звеном этих и других технологий являются программы, которые представляют собой алгоритмы, записанные на том или ином языке.

Известные методы верификации программ, такие как тестирование и отладка, не позволяют в полной мере подтвердить правильность заложенных в них алгоритмов [1]. Актуальность разработки подобных методов сложно переоценить. Так, автору известны случаи пуска в эксплуатацию автоматических систем с ошибками в программах работы контроллеров, выявляемыми только после возникновения аварийных ситуаций.

Таким образом, при разработке и создании программ возникает необходимость в автоматизации некоторых функций программистов, отвечающих за проверку и анализ семантики кода, во избежание ошибок, связанных с человеческим фактором.

Целью семантического анализа программ служит выявление смысловых ошибок в их коде до начала процесса тестирования и отладки, что дает возможность увеличить эффективность программ, снизить стоимость и сократить сроки разработки.

Автором предлагается использовать в процессе разработки и отладки программ методику семантического анализа структуры многомерного логического регулятора [2] (МЛР), что позволяет выявить повторяющиеся, взаимодополняющие и противоречащие друг другу операторы.

Для того чтобы осуществить полноценный автоматический анализ программы с использованием данной методики необходимо, как минимум:

1) задать диапазоны значений, которые могут принимать переменные в процессе работы программы;

2) внутри диапазонов для каждой переменной необходимо выделить интервалы (термы), при попадании в которые любой из переменных происходит отработка какого-либо продукционного правила;

3) составить таблицу взаимосвязей между всеми переменными программы;

4) составить систему правил для всех переменных программы, значения которых формируются в результате вычислений некоторых логических функций, аргументами которых служат взаимосвязанные переменные.

Семантический анализ программ МЛР выполняется автоматически при помощи специально разработанного программного обеспечения [3].

Библиографический список

1. **Синицын, С. В.** Верификация программного обеспечения / С.В. Синицын, Н.Ю. Налютин. – М.: БИНОМ, 2008. – 368 с.

2. **Антипин, А. Ф**. Об одном способе анализа структуры многомерного четкого логического регулятора. Прикладная информатика // Прикладная информатика. 2012. № 5. С. 30–36.
3. **Антипин, А. Ф**. Система автоматизированной разработки многомерных логических регуляторов с переменными в виде совокупности аргументов двузначной логики // Автоматизация в промышленности. 2011. № 3. С. 12–16.

УДК 004.92

А.А. БОЙТЯКОВ

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ CAD- И PDM- СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На текущий момент предприятия переходят от автоматизации разрозненных участков конструкторско-технологической подготовки производства к созданию единого информационного пространства. Однако на некоторых предприятиях сложилась система, при которой автоматизированы лишь отдельные стадии жизненного цикла изделия. При этом используются самые различные программные средства, зачастую несовместимые между собой по форматам данных, что приводит к дополнительным временным затратам при осуществлении информационной поддержки жизненного цикла изделия. Для исключения дополнительных затрат по времени на предприятиях осуществляется поэтапный переход на полную информационную поддержку жизненного цикла изделия.

К настоящему времени разработано достаточно большое число систем, позволяющих автоматизировать работу предприятия на различных этапах подготовки производства, проектирования, непосредственно производства, реализации готовой продукцией т.д.

От качества функционирования CAD- и PDM-систем в производстве, эффективности управления работами на стадии проектирования, интеграции САПР в общую структуру единого информационного пространства предприятия зависит эффективность производственных предприятий.

Связка CAD- и PDM-систем позволяет выполнять все необходимые расчеты при разработке модели изделия в CAD-системе через данные, хранящиеся в PDM-системе. Дополнительно к PDM-системе можно подключать системы для расчетов и эмуляции поведения продукта, при этом CAD-система будет иметь доступ к результатам работы этих систем.

Интеграция CAD- и PDM-систем преследует следующие цели:

- унификация процессов проектирования, технологической подготовки производства и технологических процессов изготовления продукции на программно-управляемом оборудовании;
- устранение избыточности данных;
- обеспечение максимальной автоматизации конструкторско-технологических работ и подготовки производства;
- обеспечение максимальной загрузки парка станков с ЧПУ для изготовления спроектированных механических деталей, узлов и изделий;
- стандартизация документооборота внутри предприятия;
- создание единой системы управления проектами;
- достижение высокого качества конечного продукта.

Таким образом, совместное использование CAD- и PDM-систем снимает большинство проблем, связанных с автоматизацией деятельности предприятия.

В настоящее время существует множество различных систем, автоматизирующих взаимодействие CAD- и PDM-систем, разработанных для конкретных предприятий. Их общая черта – это частность предлагаемых решений, т.е. такая система обычно представляет собой интеграцию конкретной CAD-системы с конкретной PDM-системой.

Основной проблемой в технологиях информационной поддержки жизненного цикла изделий на современном этапе внедрения является отсутствие единого подхода к управлению процессами интеграции CAD- и PDM-систем. Возможное решение этой проблемы – разработка механизма построения универсальной системы управления процессом интеграции CAD- и PDM-систем.

УДК 004.942

С.С. БУДЕНКОВ, В.Б. РОДИОНОВ, Е.Ю. СУЛЬДИН, А.С. СУРКОВА

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время процессы обработки информации, объем которой непрерывно растет, стали неотъемлемой частью всех сфер человеческой деятельности. Развивающиеся информационные технологии позволили активизировать процессы систематизации, обмена и поиска данных, в том числе и представленных в текстовом виде. Тем не менее, при работе с большими объемами текстовой информации постоянно возникают новые проблемы, требующие своего решения. В настоящее время ведутся активные исследования в данной области, однако существует ряд нерешённых проблем, связанных с созданием общесистемных подходов к представлению и моделированию текстов в зависимости от конкретных задач, а также с большим объемом вычислений при реализации известных моделей. Разработку методов анализа текстовых структур необходимо осуществлять на основе базовых принципов: принципов сжатия, нечеткой логики данных и обучающихся систем.

Принцип сжатия текста предполагает возможность применения моделей, используемых алгоритмами сжатия как универсального средства автоматического определения характеристик текстов и сходства между двумя текстами. Применение принципа сжатия текста основано на понятии колмогоровской сложности, определяемой как длина минимальной бинарной программы, выводящей заданную строку *x*. Существует большое количество алгоритмов сжатия и еще большее число их различных модификаций, при этом, по сути, алгоритмы сжатия данных пытаются вычислить колмогоровскую сложность текста. Однако не все методы сжатия могут быть эффективно использованы при анализе текстовых документов. Хорошие результаты показывают методы, выявляющие внутреннюю структуру текста, рассматривающие текст как поток данных. К таким моделям могут быть отнесены представления текстов, получаемые методами LZMA, основанного на использовании цепей Маркова и PPMd, применяющий контекстное моделирование.

При построении систем кластеризации и классификации текстов необходимо учитывать их внутреннюю взаимосвязь, поэтому наиболее адекватным реальным задачам является нечеткое представление результатов обработки текстов, согласно которому каждый объект может принадлежать нескольким классам в разной степени.

Во многих задачах анализа текстов невозможно получить полную априорную информацию, одним из подходов, способных работать при недостатке априорной информации, являются обучающиеся системы. К обучающимся системам относятся методы на основе нейронных сетей, решающих деревьях, «случайного» леса и др. Построение обучающихся систем на основе нейронных сетей и правил нечеткого вывода для классификации текстовых данных набирает популярность, о чем свидетельствует количество публикаций как зарубежных, так и российских исследователей. Для решения этой задачи используют многослойную (гибридную) нейронную сеть. В качестве весовых коэффициентов сети выступают значения параметров функций принадлежности в нечетких высказываниях и коэффициенты значимости высказываний. Настройка весов производится с помощью машинного обучения с учителем. Возможность самоорганизации рассматривается

как одно из наиболее важных качеств нейросетей, которое позволяет адаптироваться к изменению входной информации. Обучающим фактором выступают присутствующие в данных скрытые закономерности, которые могут быть аппроксимированы с некоторой точностью, позволяющей строить прогнозы на основе небольшого количества информации. Преимуществами системы данного вида является простота архитектуры, небольшое число нейронов, сравнительно небольшое время обучения сети.

УДК 004

А.Ю. ГОРБАЧЕВА, М.Г. МОДИНА, С.В. ГАТМАНЕНКО,
В.В. МУСОНОВ, Ю.С. ЕГОРОВ

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПРОСАМИ НА ИСПОЛНЕНИЕ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Среди наиболее важных и массовых сфер, в которых возрастает роль информационных технологий, особое место занимает сфера жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Внедрение подобных технологий ведет к коренным изменениям в системе управления, повышается квалификация и профессионализм специалистов, занятых деятельностью в жилищно-коммунальной сфере. Однако сфера ЖКХ требует формирования эффективного механизма взаимодействия предприятий ЖКХ с органами местного самоуправления и населением с целью перевода жилищно-коммунального комплекса на качественно новую ступень развития.

Внедрение информационной системы управления жилищно-коммунальными услугами (ИСУ ЖКУ) позволит преодолеть разрыв между уже относительно развитой нормативной базой и сложившейся практикой, а также повысить качество принимаемых решений, социальную защищенность населения и усилить контроль исполнения ЖКУ. В рамках реализации проекта по созданию ИСУ ЖКУ разработана подсистема управления запросами на исполнение ЖКУ (ПУИ ИСУ ЖКУ).

Для реализации ПУИ ИСУ ЖКУ выбран локальный (виртуальный) сервер Apache, язык программирования php, фреймворк для создания веб-форума phpBB и база данных MySQL. В результате ПУИ ИСУ ЖКУ будет представлять собой сайт, состоящий из совокупности «личных кабинетов» с определенными ролями пользователей. Управление запросами происходит следующим образом:

- пользователь регистрирует заявку на сайте;
- согласно указанному виду работ в базе данных устанавливается соответствие между предоставляемой услугой и специалистом, отвечающим за её выполнение;
- заявка автоматически отправляется на электронную почту специалисту с наименьшей занятостью и руководителю ЖКХ;
- работник ЖКХ принимает полученную заявку, определяя сроки ее выполнения;
- пользователь может отслеживать на сайте статус поданной им заявки.
- На данном этапе ПУИ ИСУ ЖКУ обеспечивает:
- регистрацию заявок, при которой указываются: дата/время поступления заявки, тема заявки, описание неисправности;
- автоматическое перенаправление заявок на электронную почту сервисных служб предприятия ЖКХ;
- хранение архива заявок на исполнение ЖКУ;
- автоматическое предупреждение об истечении срока выполнения заявки и оповещение о просроченных заявках для сервисных служб ЖКХ.

Конкурентоспособность предприятий ЖКХ и их инновационное развитие во многом обусловлены не только способностью оказывать традиционные услуги, но и потенциалом улучшения их качества. Внедрение ПУИ ИСУ ЖКУ позволит перейти от формального исполнения заявок жителей к эффективной деятельности по оказанию ЖКУ, что является залогом повышения качества и своевременного предоставления жителям жилищно-коммунальных услуг, а также улучшения технического состояния жилья.

УДК 004.58

А.И. ЕГОРОВА, А.В. СЕМАШКО

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ НАСЕЛЕНИЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При относительной обеспеченности организаций системы здравоохранения компьютерной техникой во многих медицинских информационных системах не обеспечивается либо слабо развита поддержка сквозных рабочих процессов, даже на уровне одного медицинского учреждения. Под медицинской информационной системой подразумевается программное обеспечение, предназначенное для автоматизации деятельности всех подразделений медицинской организации.

Особое внимание заслуживает вопрос непосредственного оказания медицинской помощи населению. Для этого применяется автоматизированная советующая система обработки медицинской информации, в которой, помимо организационной работы (например, запись к нужному специалисту), целесообразно проводить справочно-информационную консультацию с каждым пациентом. Полученная информация должна быть сохранена в личной карте пациента, что позволит экономить время врача и клиента для постановки конечного диагноза. Для этого необходима разработка системного проекта построения единой медицинской информационной системы, сочетающей в себе инфраструктуру, программно-аппаратные средства, защиту информации и т.д., которая направлена в первую очередь на пациента, врача, управленческих аппарат, обеспечение открытости системы здравоохранения.

Основные принципы построения системы:

- однократный ввод и многократное использование первичной информации (полученной от медицинского работника, гражданина, должностного лица), в том числе для целей управления здравоохранением;
- использование электронных документов, юридическая значимость которых подтверждена электронной цифровой подписью, в качестве основного источника первичной информации в Системе;
- обеспечение совместимости медицинских информационных систем;
- создание прикладных информационных систем по модели «программное обеспечение как услуга» (SaaS);
- обеспечение информационной безопасности и защиты персональных данных в соответствии с требованиями законодательства РФ.

Основным элементом инфраструктуры системы является аппаратно-программный комплекс центра обработки данных (ЦОД). На его оборудовании размещается система виртуализации, создающая для каждого пользователя виртуальную рабочую станцию, оснащённую необходимым общесистемным программным обеспечением для взаимодействия с медицинской информационной системой.

Доступ к сети центра обработки данных осуществляется через организованную

структурированную кабельную систему (СКС), позволяющую подключать рабочие места пользователей к активному сетевому оборудованию медицинских учреждений, обеспечивающему интеграцию СКС в сеть ЦОД по средствам защищённых VPN каналов связи провайдера. При построении структурированной кабельной системы должны быть обеспечены: прогрессивность технических решений, экономия трудовых и материальных ресурсов, удобство обслуживания и пожаробезопасность.

УДК 004.891

В.А. КАМАЕВ, Д.П. ПАНЧЕНКО, ЛЕ НГУЕН ВИЕН, О.А. ТРУШКИНА

УПРАВЛЕНИЕ ВЫВОДОМ РЕШЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Волгоградский государственный технический университет

Одним из подходов создания медицинских систем диагностики является создание *экспертной системы*, основанной на сочетании нечетко-продукционных правил и фреймов. *Фреймовая модель* использована для представления статических знаний о текущем состоянии области диагностики, а *нечетко-продукционная модель* – для динамических знаний о переходах между различными состояниями. Экспертная система должна функционировать даже при неопределенности информации, в условиях которой теория нечеткой логики позволяет успешно действовать. *Управление выводом решения* предназначено для получения диагностического решения на основании количественных оценок поступающих симптомов. Перед выводом решения необходимо ввести факты проявления симптомов в рабочую память. Поэтому управление выводом может осуществляться следующим образом: при уточнении диагностических гипотез инициируются процедуры-методы, реализующие *обратный вывод*, для выяснения значений исходных слотов возможных симптомов; при присваивании исходных значений слотам сработают процедуры-демоны, отвечающие за *прямой вывод*, которые выполняют нечеткий вывод для получения целевых значений слотов заболеваний.

Уточнение диагностических гипотез состоит из четырех этапов: вычисление областей достоверного и недостоверного решений для каждого заболевания; выделение окончательного диагноза для заболевания; определение ведущего симптома выделенного заболевания; генерация дополнительного вопроса по ведущему симптому. При *формировании стратегии прямого вывода* база медицинских знаний при трансляции преобразуется в сеть Rete, в конечных узлах которой расположены, с одной стороны, процедуры-демоны, присоединенные к исходным слотам, а с другой – процедуры-методы для получения значений целевых слотов при истинности предпосылки правил. Для управления неопределенностью использована *быстрая сеть Rete*, при котором единая сеть для всех правил не строится. Модифицированная сеть Rete хранит два компоненты: *список активации*, хранящие родительские слоты; *контекст активности*, хранящие ссылки на текущие фреймы, вызвавшие активацию. Поэтому образована неявная унификация по наследованию, которая достигается за счет вызова процедур-демонов всех родительских фреймов с передачей текущего фрейма (вызвавшего активацию) в качестве контекста вызова. Управление выводом диагностического решения состоит из четырех следующих шагов. *Сопоставление* симптомокомплексов выполняется с имеющимися фактами из рабочей памяти, и конфликтное множество состоит из потенциальных заболеваний.

Разрешение конфликта выполняется для выбора одного или нескольких наиболее подходящих заболеваний из конфликтного множества, и множество активных заболеваний состоит по критериям новизны и специфики. На этапе *срабатывания* при присваивании слоту значения выполняется срабатывание правил, связанных с этим слотом, т.е. в левой

части которых фигурирует значения этого слота. На этапе *действия* результатом срабатывания нечетко-продукционных правил, скорее всего, обновлено состояние рабочей памяти.

Нечеткий вывод на модели Мамдани включает следующие шаги: *фаззификация входных переменных* – приведение количественных оценок симптомов к нечеткости; *агрегирование предпосылки* – определение степеней истинности предпосылки для каждого правила; *активизация заключения*, – определение активизированной функции принадлежности оценки заболевания терму из заключения для каждого правила; *аккумуляция заключений* – получение итогового нечеткого множества каждой переменной заболевания; *дефаззификация выходных переменных* – приведение нечетких значений переменных заболеваний к четкости.

УДК 519.766.4

О.А. КОЖУХОВСКАЯ, А.Д. КОЖУХОВСКИЙ

ОЦЕНИВАНИЕ ВАЛЮТНОГО БАНКОВСКОГО РИСКА VAR ПО МЕТОДУ ИСТОРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Черкасский государственный технологический университет
(Украина)

Метод исторического моделирования – это непараметрический метод для оценивания *VaR*. Последовательность применения этого метода для оценивания банковских валютных рисков следующая. Вначале необходимо выбрать период времени глубиной T (например, 250 рабочих дней). По этим дням формируется выборка из ежедневных изменений курсов валют для всех N составляющих валютного портфеля:

$$\Delta k_t^i = k_t^i - k_{t-1}^i,\ i = \overline{1,N},$$

где k_t^i – значение обменного курса i-й валюты до базовой валюты на дату t, $t = \overline{1,T}$; k_{t-1}^i – значение обменного курса i-й валюты до базовой валюты на дату t-1. Для каждого из T сценариев изменений курса моделируется гипотетический курс k^* каждой валюты в будущем, как ее текущий курс k_0 плюс прирастание курса, который отвечает выбраному сценарию:

$$k_t^i* = k_{i,o} + \Delta k_t^i.$$

Затем делается полное переоценивание текущего портфеля валют по курсам, смоделированным на базе исторических сценариев, и для каждого сценария вычисляется, насколько бы изменилась стоимость сегодняшнего (текущего) портфеля валют (отдельно по длинной и по короткой валютной позиции банка):

$$\Delta V_t = V_t^* - V_0,\quad t = \overline{1,T},$$

где $V_0 = \sum_{i=1}^{N} k_{i,o} \cdot v_{i,o}$ – текущая стоимость валютного портфеля; $v_{i,0}$ – текущий обьем i-й валюты в портфеле (стоимость открытой валютной позиции в единицах валют); $V_t^* = \sum k_i^{t^*} \cdot v_{i,o}$ – стоимость валютного портфеля в базовой валюте согласно t-го исторического сценария.

Полученные T изменений портфеля ранжируются по убыванию (от самого наибольшего приращения до самого большого убытка) для длинной валютной позиции и для короткой. Проранжированные значения нумеруються от 1 до T. В соответствии с желанным уровнем доверия величина *VaR* определяется, как такой максимальний убыток, что не

превышается в (1-α)T случаях, то есть равняется абсолютной величине изменения с номером, равняющимся целой части числа (1-α)T.

Этот метод относительно легко реализуется, если существует ежедневно обновляемая база данных по всем валютам и составляющим портфеля. Как правило, чем большая глубина ретроспективы, используемой для моделирования курсов, тем большая точность оценок VaR, но одновременно и большая опасность использования устаревших данных, которые, как правило, менее информативны, нежели новые тенденции рынка.

УДК 004

О.П. НАБОРЩИКОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ И ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Основное направление представленных результатов связано с исследованием влияния сертификации программного обеспечения по требованиям безопасности информации на общее качество программной продукции. Вопросы информационной безопасности являются одной из главных проблем в условиях интенсивного развития телекоммуникаций и других систем связи.

Следует отметить изменения в общей системе сертификации продукции, которые распространяются и на программное обеспечение. Основное отличие старого и нового подхода при обязательной сертификации продукции состоит в следующем. Система сертификации ГОСТ Р (старая система сертификации соответствия) устанавливала единые подходы для сертификации продукции, независимо от вида продукции, единый подход при выборе схем сертификации, единые правила отбора образцов, сроки действия сертификатов и деклараций соответствия и т.д. Для подтверждения соответствия могли использоваться только национальные стандарты – обязательные для исполнения ГОСТы. Список продукции, подлежащий обязательной сертификации соответствия или обязательному декларированию соответствия, утверждался постановлением правительства дважды в год.

Новый подход подтверждения соответствия предполагает, что обязательные правовые требования и технические нормы содержатся в разных документах. Таким образом, на каждый вид продукции, технический регламент устанавливает свои обязательные правовые требования, такие как перечень продукции, которая является объектом технического регулирования, схемы обязательной сертификации продукции и схемы обязательного декларирования продукции, сроки действия документов и т.д. Проведение обязательной сертификации устанавливается законодательно и правительство утверждает список ГОСТов, используемых для установления обязательных требований на продукцию. Такая продукция в большинстве случаев влияет на безопасность людей, их имущество и окружающую среду.

Таким образом, при обязательной сертификации товара у изготовителя и потребителя появляется уверенность безопасности потребления. Так же установлен список для декларирования соответствия на добровольной основе. Сравнительный анализ показал, что происходит развитие и расширение ИТ-фирм наряду с интенсивным расширением количества организаций, предоставляющих услуги по добровольной сертификации программного обеспечения. Это обстоятельство, прежде всего, связано с тем, что в результате сертификации ГОСТ Р добровольный сертификат соответствия подтверждает показатели надежности, эффективности, сопровождаемости, мобильности, корректности и заявленные потребительские свойства программного обеспечения. При сертификации

программного обеспечения подтверждается совместимость с различными операционными системами, устойчивость работы, возможность восстановления после различных сбоев, таких как отключение электропитания, программные сбои, потеря сети и пр.

Большинство указанных показателей оказывает конкретное влияние на информационную безопасность систем, в которых предполагается использование сертифицированного программного обеспечения.

УДК 004

Р.А. РОМАНОВ

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УЧЕТА ГАЗА

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

В настоящее время огромное значение имеют вопросы развития внутреннего рынка природного газа, а также технического переоснащения всей системы газоснабжения и газораспределения в РФ. Пристальное внимание уделяется проблеме оптимизации контроля объемов потребляемого газа.

Данная работа посвящена разработке алгоритмов и программного обеспечения, входящего в состав комплексной автоматизированной системы коммерческого учета газа (КАСКУГ) в промышленном и бытовом секторах.

Система КАСКУГ призвана решить следующие задачи:

1) автоматизация сбора и передачи информации с приборов учёта;
2) получение оперативной и достоверной информации о потребленных объёмах газа;
3) сигнализация о несанкционированном воздействии на приборы учёта газа;
4) сокращение затрат персонала на обслуживание приборов учета;
5) анализ показаний расхода газа и составление отчётов.

В рамках реализации КАСКУГ спроектирован ряд архитектурных и алгоритмических решений по сбору и обработке данных с узлов учёта. Обработка данных включает в себя следующие задачи: хранение информации в центральной базе данных (БД), перенос информации между БД филиалов, использование данных учёта для анализа и отчётности.

Разработанное программное обеспечение состоит из следующих приложений:

1) Themis Manager – автоматизирует сбор данных с бытовых счетчиков через сеть GPRS, а также позволяет выполнять задания и создавать отчеты;

2) «СОДЭК-Считывание данных» – осуществляет считывания данных с промышленных узлов учёта газа как непосредственно на объектах, так и удалённо – через различные коммуникационные сети;

3) «СОДЭК-Обработка данных» – выполняет функцию записи данных, полученных после считывания, в базу данных;

4) «СОДЭК-Анализ данных» – предоставляет потребителю накопленную в базе данных информацию в виде таблиц и графиков, позволяет составлять отчеты.

Прикладные программы разрабатывались на языке Object Pascal в среде программирования Delphi XE.

В качестве платформы хранения данных выбрана открытая СУБД Firebird.

Использование КАСКУГ предоставляет поставщику газа возможность точного и своевременного учета расхода газа абонентами. Доступ к месту установки прибора становится не обязательным, так как данные передаются по беспроводным сетям. Таким образом, поставщик имеет возможность оперировать актуальными показаниями счетчиков, что позволяет использовать их при расчете с потребителем за поставленный газ.

УДК 681.3.06.

А.А. РЯБЧИКОВ, И.В. ПОЛОЗОВ

ИНТЕРАКТИВНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ПО КУРСУ «БАЗЫ ДАННЫХ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При изучении одного из базовых курсов «Базы данных» актуальной задачей является сформирование у студента концептуальных представлений об основных принципах построения реляционных баз данных, методиках их реализаций и управления с помощью SQL-запросов. Поэтому была поставлена задача: создать интерактивную обучающую систему, представляющую собой Web-приложение, состоящее из html страниц, которые предоставляют пользователю обратную связь. Система работает с тестовой базой данных, запущенной на компьютере пользователя. В отличие от обычной учебной литературы студент получает не только теоретические знания, но также имеет возможность закрепить их на практике.

Интерактивность реализуется через возможность самостоятельного написания запросов на языке SQL. Почти в каждый раздел встроены специальные поля ввода тестовых данных для демонстрационных примеров, сопровождаемых инструкциями и последовательным описанием элементов запроса. Основная часть таблиц в системе формируется автоматически при открытии необходимой страницы. В описании таких таблиц выводится информация о запросе, количестве полученных из базы данных элементов и время его выполнения. Написанные студентом SQL-запросы выполняются без перезагрузки страницы. Таблица с результатами автоматически обновляется, студент сразу видит внесенные им изменения, последствия своих действий, он может их исправить или произвести другие.

Основной *целью* данной системы является ознакомление студентов с понятием нормализации, различных ее форм и основами языка SQL. Основным *источником* материалов для данного продукта является курс лекций кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве» прослушанный на третьем курсе, а также практический опыт, полученный при выполнении реальных задач в сфере баз данных. В результате анализа программных средств для реализации необходимой функциональности был выбран программный пакет Denwer. Он включает: Apache, PHP, MySQL. Это предоставляет широкие возможности для работы с базой данных в режиме реального времени. Denwer и инструменты, входящие в него, имеют свободную лицензию на использование. Имеется возможность запуска почти на любом компьютере под управлением систем семейства Windows. При этом на компьютере происходит развертывание виртуального web-сервера с установленными средствами работы с базами данных.

Сам справочник представляет собой проект, состоящий из динамических web – страниц, написанных на языке php.

Система имеет несколько путей применения и распространения:

1. На лабораторных работах в учебном классе. Развернув справочник на учебном компьютере, студент может быстро ознакомиться и понять необходимый ему материал;

2. На домашнем компьютере. Программное обеспечение, входящее в систему, свободно для распространения, студент может взять систему и запустить ее на любом доступном ему компьютере. Это позволит ему иметь постоянный доступ к необходимой информации, более подробно ознакомиться с материалом, закрепить свои знания, применив их на практике за счет интерактивных элементов системы, ознакомиться с работой программных продуктов, используемых для работы с базами данных, расширить свой кругозор и пополнить свои знания.

УДК 004

А.С. САХАРОВ

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МНОГОПОТОЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

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

При разработке многопоточных приложений ставится вопрос разделения общих данных между потоками. Для решения этого вопроса применяется синхронизация потоков. В настоящее время наиболее распространена блокирующая синхронизация, основанная на применении таких примитивов, как: мьютексы, семафоры, критические секции, условные переменные и др. Широкое распространение блокирующей синхронизации обусловлено невысокой сложностью её алгоритмов. Основной проблемой такой синхронизации является то, что при большом количестве потоков и больших объемах разделяемых данных происходит блокирование выполнения потоков, которые пытаются захватить данные, но не могут этого сделать по причине того, что эти данные заблокированы другим потоком. Это ведет к снижению производительности системы или в критическом случае к зависанию и остановке работы приложения. Использование такого метода синхронизации при разработке систем реального времени является неоптимальным по причине того, что в приложениях реального времени необходимо минимизировать какие-либо тайм-ауты в работе, в частности блокирование потоками друг друга. К тому же необходимо учесть, что приложения, написанные с использованием блокирующей синхронизации, плохо масштабируются. На практике возникают случаи, когда приложение работает быстрее на одноядерном процессоре, чем на многоядерном.

Одним из решений этого вопроса является использование неблокирующей синхронизации. Основное преимущество такой синхронизации – разделяемые данные не блокируются и при необходимости любой поток в любое время может к ним обратиться. Также к преимуществам можно отнести улучшенную, по сравнению с блокирующей синхронизацией, масштабируемость. Это является немаловажным в период бурного развития многоядерной технологии.

Выделяют три уровня неблокирующей синхронизации: wait-free, lock-free и obstruction-free. Потокозащищенность такой синхронизации обеспечивается не блокировками, а низкоуровневыми атомарными аппаратными примитивам, такими как: атомарные операции, барьеры памяти, сравнение и замена (compare and swap) и др. Существует достаточно большое количество библиотек для различных языков программирования, реализующих некоторые примитивы неблокирующей синхронизации. К недостаткам неблокирующей синхронизации следует отнести возможное состояние гонки и сложность реализации высокоэффективных неблокирующих алгоритмов. Неблокирующие алгоритмы трудно придумывать, сложно реализовывать и почти невозможно отлаживать.

Изложенное позволяет сделать вывод о том, что рациональным является применение комбинирования блокирующих и неблокирующих алгоритмов синхронизации. При этом при проектировании основных (высокоприоритетных) потоков нужно стремиться к уменьшению блокировок.

УДК 621.31

Д.О. СУХОВ

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ КАСКУГ

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

На современном этапе огромное значение имеют вопросы, связанные с совершенствованием и приведением к мировым стандартам внутреннего рынка газа, а также с техническим переоснащением всего процесса газоснабжения в РФ, включая создание автоматизированной системы коммерческого учета газа (АСКУГ).

В практике поставки природного газа имеет место крупная экономическая и научно-техническая проблема под названием «небаланс». «Небаланс» – разница между учтенным количеством вещества, поступившим в трубопроводную сеть и отобранным из нее участниками коммерческого учета за сутки или за отчетный период. Для того чтобы объективно оценить величину небаланса необходимо иметь в обслуживании систему сбора и анализа информации с узлов учета энергоресурсов.

Разработка структуры КАСКУГ строится на создании и объединении систем сбора данных с оптовых потребителей (промышленный сектор) и розничных потребителей (бытовой сектор) в единый центр сбора информации. Тем самым это позволяет проследить объемы, отпущенные поставщиком, и объемы полученные потребителем – т.е. определить небаланс газа, и на основе полученных данных принимать решение о том, как решить проблему и что является ее корнем.

Система КАСКУГ предназначена для автоматического считывания, обработки и анализа данных, поступающих с электронных корректоров объема газа ЕК270, ТС220 производства ООО «ЭЛЬСТЕР Газэлектроника» и Elster GmbH (далее - корректоров) и счетчиков ВК с модулем themis alpha. Обработка данных включает задачи сохранения информации в БД на ПК и серверах локальной сети с целью последующего просмотра, анализа, генерирования отчетов, и экспорта данных во внешние программы.

Предлагается следующие этапы построения комплексной АСКУГ:

1. На промышленном узле учета, состоящего из промышленного счетчика и электронного корректора, устанавливается блок телеметрии БПЭК-02. Блоки телеметрии необходимы для передачи по GSM-каналу архивных и текущих данных с корректора на центр сбора информации.

2. В качестве бытовых узлов учета используются счетчики ВК Themis alpha. Передача данных со счетчика выполняется с помощью модема по каналу связи GPRS. Модем с SIM-картой устанавливается в коммуникационный отсек головы счетчика. В счетчике настраивается IP-адрес сервера, на который автоматически с заданной периодичностью будут передаваться показания счетчика, архивные данные, информация о состоянии клапана и прочее. Периодичность передачи данных настраивается поставщиком газа и может быть установлена: ежедневно, еженедельно, ежемесячно. Счетчик автоматически выходит на связь с сервером и передает данные.

3. Автоматический опрос узлов учета выполняется в центре сбора информации. Для организации хранения данных используется сервер базы данных (БД). Сервер предназначен для обработки и хранения в нем всех полученных с узлов учета данных, создания отчетов о потреблении (выставление счета), табличного и графического отображения данных БД.

УДК 004.922

Д.В. УСТИМОВ

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗЕРКАЛЬНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ В CAD ПРИЛОЖЕНИИ SCHEMATIC

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

Идея практической реализации технических объектов может возникать у человека внезапно, в любое время, где бы он ни находился. Жизнь в наши дни настолько насыщенна, а ритм ее настолько высок, что мобильные устройства для современного человека зачастую становятся потребностью первой необходимости. Однако большинство современных CAD-систем ориентированы исключительно на PC-платформу. Именно по этой причине автор разработал мобильное приложение Schematic, предназначенное для выполнения графики конструкторской документации и проектирования РЭС.

Приложение было опубликовано в магазине приложений Google Play и получило от пользователей много ценных замечаний. Одним из пожеланий пользователей было добавление функции зеркального отображения графических объектов. Растровые графические редакторы попиксельно отображают изображение относительно оси симметрии. Однако данное решение не подходит для приложения, которое позволяет работать с чертежами и электрическими схемами, так как в таком случае мы бы получили отражённое изображение текстовых полей, которое не соответствует требованиям к выполняемым работам. По этой причине был разработан алгоритм зеркального отображения геометрических фигур. Рассмотрим его на примере горизонтального отражения группы фигур, которые подаются на вход функции отражения в виде списка.

1. Вычисляем координату оси симметрии по оси абсцисс и обозначаем её как centerX. Для этого сначала вычисляем прямоугольник, ограничивающий входящие фигуры, делим его ширину пополам и складываем с крайней левой X координатой прямоугольника. Особенность состоит в том, что для текстовых объектов учитываются только координаты начала объекта, а не все координаты прямоугольной области, ограничивающей текстовый объект, что позволяет получать правильные координаты оси симметрии, не зависящие от содержимого текстового объекта.

2. Проходим по списку фигур и в зависимости от типа фигуры преобразуем координаты следующим образом:

а) если текущая фигура является точкой (узлом), линией, полигоном, кривой Безье, прямоугольником, эллипсом или текстом, то каждой вершине фигуры задаём новую координату X, вычисляемую по формуле

$$\text{new}X = 2\,\text{center}X - \text{old}X, \quad (1)$$

где new$X$ – новая координата вершины по оси X; old$X$ – предыдущая координата вершины по оси X; center$X$ – X-координата оси симметрии;

б) если текущая фигура является прямоугольником, эллипсом или текстом, то изменяем выравнивание текста: выравнивание по левому краю изменяем на выравнивание по правому краю; выравнивание по правому краю – на выравнивание по левому краю; выравнивание по центру не изменяется;

в) если текущая фигура является пользовательским объектом, представляющим собой набор простых геометрических фигур, то для этого набора выполняем последовательность действий, начиная с п. 1;

г) если текущая фигура является текстом или пользовательским объектом, то дополнительно изменяем угол поворота фигуры по формуле

$$\text{newAngle} = (360 - \text{oldAngle}) \,\%\, 360, \quad (2)$$

где newAngle – новый угол поворота фигуры; oldAngle – предыдущий угол поворота.

Полученное решение успешно внедрено в мобильное приложение Schematic.

УДК 004

Т.А. УХАБОВА, М.А. СУСЛОВА, В.В. МУСОНОВ, Ю.С. ЕГОРОВ

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИСПОЛНЯЕМЫХ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время предприятия жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) испытывают значительные трудности, связанные с острым дефицитом финансов, слабой материально-технической базой, недостаточной квалификацией кадров, отсутствием продуманной жилищной политики и низким уровнем взаимодействия с органами власти и потребителями. Наличие перечисленных проблем обусловливает необходимость повышения качества жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ), снижения издержек и затрат ограниченных

природных ресурсов, создания условий для эффективной коммуникации поставщиков и потребителей ЖКУ.

Внедрение информационной системы управления ЖКУ (ИСУ ЖКУ) на уровне потребителей (собственников жилья) и предприятий ЖКХ позволит получить эффективный инструмент контроля исполнения поручений потребителей, что будет способствовать повышению уровня качества ЖКУ. В рамках реализации проекта по созданию ИСУ ЖКУ разработана подсистема контроля качества исполняемых услуг (ПКК ИСУ ЖКУ). С целью организации совместного доступа и обеспечения контроля исполнения поручений потребителей в ПКК ИСУ ЖКУ используется оригинальная система управления содержимым (CMS). Несмотря на то, что в настоящее время существует большой выбор разнообразных CMS, таких как Joomla, WordPress, Drupal, NetCat, HostCMS, 1С-Битрикс, в полном объеме реализовать функции контроля исполнения ЖКУ удалось только за счет разработки собственной CMS.

Для технической реализации выбран локальный (виртуальный) сервер Apache, язык программирования php, фреймворк для создания веб-форума phpBB и база данных MySQL. В результате ПКК ИСУ ЖКУ будет представлять собой сайт, состоящий из совокупности «личных кабинетов» с определенными ролями пользователей.

На данном этапе ПКК ИСУ ЖКУ обеспечивает:

- возможность для пользователя отправить заявление на оказание услуги в удобный для него момент времени без ожидания ее принятия;
- автоматическое оповещение пользователей по электронной почте;
- автоматическое распределение заявок по сотрудникам предприятия ЖКХ в соответствии с выполняемым комплексом работ;
- автоматическая фильтрация данных о заявках пользователей в зависимости от критерия выбора;
- возможность изменения сотрудником предприятия ЖКХ статуса заявки согласно сложности ЖКУ;
- возможность изменения срока исполнения заявки;
- создание истории изменения состояния и срока исполнения работ, а также контроль заявителя за ними.

Конкурентоспособность предприятий ЖКХ и их инновационное развитие во многом обусловлены не только их способностью оказывать традиционные услуги, но и потенциалом улучшения их качества. Внедрение ПКК ИСУ ЖКУ в составе информационной системы управления ЖКУ будет способствовать повышению уровня качества исполнения ЖКУ, а также точности и скорости обмена информацией между поставщиками и потребителями ЖКУ благодаря использованным при разработке современным информационным технологиям.

УДК 532.583

С.А. ХИМИЧ

ДВИЖЕНИЕ ДИСКА ДИПОЛЕЙ НАД ГРАНИЦЕЙ РАЗДЕЛА ДВУХ ЖИДКОСТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ПЛОТНОСТЯМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рассматривается линейная задача о генерации поверхностных волн при движении диска диполей над поверхностью раздела двух жидкостей с различными плотностями. Диск диполей D – генератор известного скачка давления – имеет радиус R (рис. 1). Координаты его центра O_1 известны и заданы в системе координат $Oxyz$, связанной с поверхностью раздела жидкостей с различными плотностями ρ_1 и ρ_2 (рис. 1). Диск движется в

направлении положительных значений оси x с постоянной скоростью v_0. Ось диска наклонена к направлению его движения под углом β.

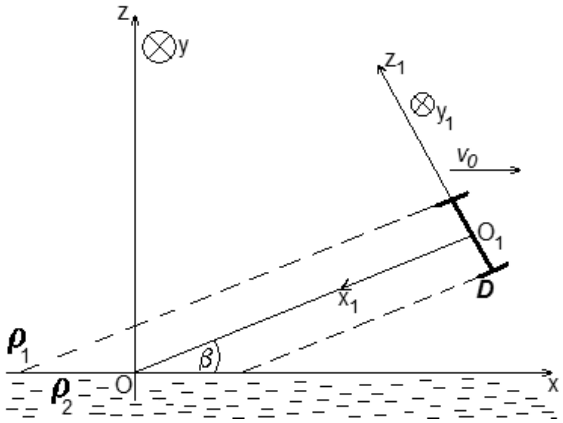
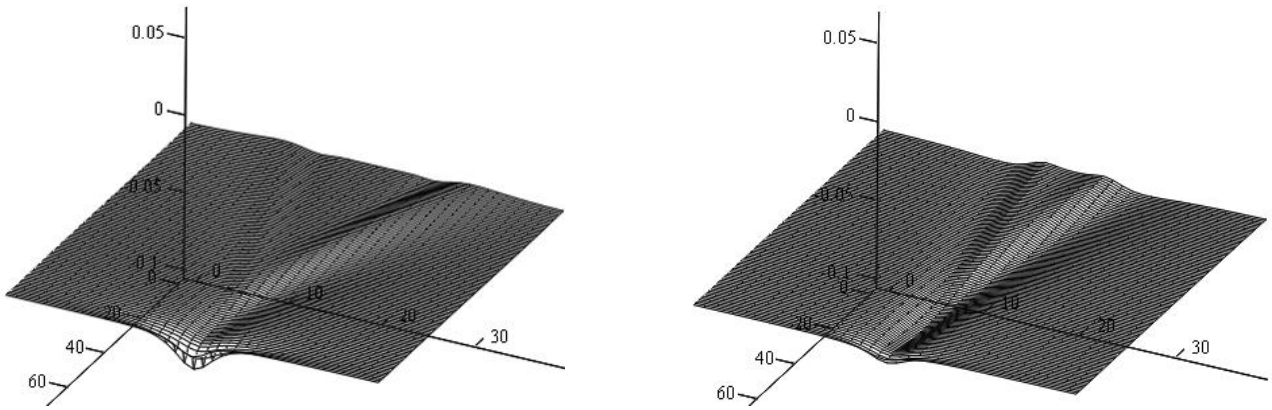


Рис. 1. Постановка и геометрия задачи

Поставленная задача решалась аналитически с помощью методов теории потенциала ускорений. Рассматривая случай постоянного скачка давления в диске диполей, в явном виде были найдены формулы для расчета вызванных диском диполей скоростей потока и для расчета потенциала скоростей нижней жидкости. После этого в рамках теории волн малой амплитуды были найдены формулы для расчета ординаты поверхности нижней жидкости.

В качестве примера был выполнен расчет волнообразования при движении со скоростями 28 и 50 м/с диска диполей, имеющего радиус 0,65 м, на высоте 1,3 м над поверхностью раздела жидкостей с плотностями 1020 и 1,225 кг/м^3 (что соответствует разделу сред вода-воздух). Угол β в расчетах брался равным 10°, сила тяги – 1,7 кН. Результаты расчетов представлены на рис. 2.



а) *б)*

Рис. 2. Расчет волнообразования при движении:
а – v = 28 м/с; *б* – v = 50 м/с

УДК 543.6

Е.Н. ЦАРЕВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ, С ПОМОЩЬЮ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

На процесс обучения учащегося влияют множество факторов, как положительно, так и отрицательно. Для определения влияния факторов, на процесс обучения, используется корреляционный анализ.

При создании многофакторной корреляционной модели необходимо отбирать самые значимые факторы, которые оказывают решающее воздействие на процесс обучения.

Все выбранные факторы должны быть количественно измеримы, то есть иметь единицу измерения, и информация о них должна содержаться в учете и отчетности.

Для определения влияния факторов на процесс обучения были выбраны самые значимые факторы:

1. Черты характера/особенности памяти, поведение.
2. Самоорганизация (способность к самостоятельным организациям).
3. Наличие свободного времени.
4. Желание/нежелание учиться.
5. Наличие других каких-либо интересов, несвязанных с учебной деятельностью.
6. Факультативная деятельность.
7. Общение с другими студентами и преподавателями.
8. Поддержка/отсутствие поддержки со стороны окружающих, родителей.
9. Состояние здоровья.
10. Материальное положение.

С помощью корреляционного анализа было определено взаимное влияние факторов. Для этого были рассчитаны коэффициенты корреляции по формуле:

$$r_{x,y} = \frac{\overline{X \cdot Y} - \overline{X} \cdot \overline{Y}}{\sigma(\mathrm{X}) \cdot \sigma(Y)},$$

где фактор X – фактор 1, 2, 3…, 9; Y – фактор 2, 3, 4…, 10; $\overline{X \cdot Y}$ – среднее значение произведения квадратов двух факторов; $\overline{X}$ – среднее значение факторов 1, 2, 3…, 9; $\overline{Y}$ – среднее значение факторов 2, 3, 4…, 10; $\sigma(X)$, $\sigma(Y)$ – среднеквадратичное отклонение.

Среднеквадратичное отклонение находится по следующим формулам:

$$\sigma(\mathrm{X}) = \sqrt{\frac{\Sigma \mathrm{X}^2}{n} - \overline{X^2}}, \ \sigma(Y) = \sqrt{\frac{\Sigma Y^2}{n} - \overline{Y^2}}$$

Таким образом, были найдены количественные взаимосвязи между предложенными факторами, влияющими на процесс обучения.

Таблица 1

Взаимодействие факторов, влияющих на процесс обучения

Факторы	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	ω_1	0,452	0,1655	0,1227	0,3368	-0,107	0,0117	0,036	-0,226	0,1434
2	0,452	ω_2	0,2361	0,1456	0,2856	-0,045	-0,062	0,025	-0,136	0,1694
3	0,1655	0,2361	ω_3	0,2813	0,0390	0,0225	-0,216	0,068	0,1692	-0,164
4	0,1227	0,1456	0,2813	ω_4	0,0142	-0,053	0,0315	0,114	0,0096	-0,130
5	0,3368	0,2856	0,0390	0,0142	ω_5	0,1686	0,0459	0,237	-0,069	0,1014
6	-0,107	-0,045	0,0225	-0,053	0,1686	ω_6	0,2804	0,010	0,695	-0,046
7	0,0117	-0,062	-0,216	0,0315	0,0459	0,2804	ω_7	0,312	0,0929	0,1121
8	0,0361	0,0252	0,0681	0,1142	0,2378	0,0100	0.3123	ω_8	0,1813	0,119
9	-0,226	-0,136	0,1692	0,0096	-0,069	0,0695	0.0929	0,181	ω_9	0,1305
10	0,1434	0,1694	-0,164	-0,130	0.1014	-0,046	0,1121	0,119	0,1305	ω_{10}

УДК 621.391.832

А.А. ЯМПОЛЬСКИЙ, А.В. СЕМАШКО, Н.М. СИДОРОВ

АЛГОРИТМ ТЕКУЩЕГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПАКЕТА MIL-STD-188-110

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пакет, описанный в стандарте MIL-STD-188-110, предназначен для передачи по ионосферному каналу неречевых данных посредствам фазомодулированного сигнала (PSK-8), в общем случае неограниченного по времени. Все фазы применяют PSK-8 с одной 1800 Гц поднесущей. Модуляция должна быть с постоянной скоростью манипуляции

2400 бод. Эффективная скорость передачи составляет 4800, 2400, 1200, 600 или 150 бит/с. При передаче может использоваться 0,6 или 4,8-секундный блоковый перемежитель.

Пакет состоит из следующих частей: преамбула, информационная часть и блок для определения конца пакета. Преамбула длительностью 0,6 или 4,8 с, необходима для детектирования сигнала, оценки таких параметров канала, как многолучевость, отношение сигнал/шум, расстройка частоты и скорость замираний. Информационная часть представляет собой чередование блоков информационных данных и проб (известных данных). Соотношения длин блоков данных и проб могут быть 20/20 для скоростей 150-600 бит/с и 32/16 для 2400 и 4800 бит/с. Пробы представляют собой последовательность «нулевых» символов соответствующей длины, за исключением первой и последней пробы блока перемежителя. Во время передачи таких проб передаются данные о режиме передачи данных (текущая скорость и тип используемого перемежителя). Пробы, как и данные, скремблируются общей псевдослучайной последовательностью длиной 160 символов, что обеспечивает хорошие корреляционные свойства передаваемой последовательности.

Разработанный алгоритм позволяет определять наличие описанного пакета в канале связи и при необходимости максимально быстро переходить на его прием даже в тех случаях, когда на момент включения преамбула была пропущена. В детекторе реализован согласованный с символами проб (с учетом скремблирования) фильтр с некогерентным накоплением проекций сигнала. Полученная таким образом импульсная характеристика позволяет вынести решение о наличии передаваемого сигнала. В случае необходимости приема этого сигнала, на основе полученной таким образом импульсной характеристики можно произвести первичную оценку характеристик канала и выполнить символьную синхронизацию. Обработка информационной части сигнала может начаться только после того, как была детектирована и демодулирована пара проб с информацией о режиме передачи. Только после приема этих двух проб можно точно определить начало блока перемежителя и установить параметры приемника, необходимые для успешного обратного кодового преобразования.

Заметим, что данный алгоритм, несомненно, проигрывает по точности и помехоустойчивости алгоритму «нормального» вхождения в связь (для случая, когда сначала производится поиск и обработка синхропреамбулы). Алгоритм актуален для относительно незашумленных каналов. Велика погрешность первичного определителя характеристик канала, что негативно сказывается на вероятности ошибки сразу после начала приема. Подстройку измерений приходится производить в текущем режиме, что приводит к увеличению общей инерционности приемника. Однако, поскольку информационная часть пакета, в общем случае, не ограничена по времени, то задача текущего детектирования и возможность быстрого вхождения, когда часть данных уже была передана, являются актуальными.

Подсекция 1.5

Техническая кибернетика

УДК 681.3

О.В. АНДРЕЕВА, Д.В. ДМИТРИЕВ

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДА ВЕРИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время всё более широкое распространение получают биометрические системы идентификации человека. Распознавание человека по изображению лица выделяется среди биометрических систем тем, что не требуется специальное или дорогостоящее оборудование.

Реализованный метод верификации лиц основан на применении искусственных нейронных сетей. Система распознавания, представленная в работе, состоит из трех блоков:

1. *Блок предварительной обработки*.

На вход блока предварительной обработки подается фотография человека, которого необходимо идентифицировать. Каждое изображение перед подачей на нейронную сеть проходит следующие этапы предварительной обработки: выполняется обнаружение лица с использованием библиотеки OpenCV, полученное изображение масштабируется к размеру 50 на 50 пикселей и производится преобразование в составляющие серого цвета.

2. *Блок преобразования и выделения ключевых признаков*.

Под геометрическими признаками подразумеваются расстояния между особыми точками лица. Для поиска координат данных точек использовалась библиотека Stasm. В результате работы функций библиотеки Stasm получаем массив координат 72 особых точек лица. Затем вычисляются расстояния между этими точками. В результате получаем биометрический вектор, содержащий 17 значений расстояний.

3. Блок распознавания.

В данном методе для распознавания используется нейронная сеть Хопфилда. На входы сети подается неизвестный сигнал. Фактически его ввод осуществляется непосредственной установкой значений аксонов, поэтому обозначение на схеме сети входных синапсов в явном виде носит чисто условный характер. На следующем этапе рассчитывается новое состояние нейронов и новые значения аксонов и производится проверка, изменились ли выходные значения аксонов за последнюю итерацию. Если да, то осуществляется расчет нового состояния нейронов и аксонов, иначе (если выходы застабилизировались) – конец. При этом выходной вектор представляет собой образец, наилучшим образом сочетающийся с входными данными.

Путем сравнения двух векторов (эталонного и полученного в результате работы сети Хопфилда) выдается положительный результат принадлежности фотографии человеку с данным логином в случае совпадения векторов либо отрицательный при несовпадении.

Чтобы оценить степень точности системы, необходимо протестировать её на различных наборах. Для тестирования реализованного алгоритма были использованы две непересекающиеся базы данных изображений лиц.

База данных MIT. Результаты: коэффициент ложного различия – 0,01, коэффициент ложного сходства – 0,12. Среднее время обучения сети – 116,39 с.

База данных CalTech. Результаты: коэффициент ложного различия – 0,16, коэффициент ложного сходства – 0,2. Среднее время обучения сети – 7,96 с.

В данной работе проведено исследование всего цикла построения методов верификации изображений. Полученные результаты могут служить исходными данными для последующих исследований.

УДК 621.391

А.А. АФАНАСЬЕВ

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОНИЖЕНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ В СИСТЕМАХ КОДИРОВАНИЯ РЕЧИ

Академия ФСО России

Задача сжатия речи является частным случаем задачи эффективного кодирования речевого сигнала и представляет собой задачу компактного дискретного представления речевого сигнала в условиях недостаточной априорной информации о его свойствах за счет сокращения или даже полного устранения естественной статистической избыточности, при этом часто осуществляется использование уменьшающих исходный объем данных необратимых преобразований, которые не снижают субъективного качества синтезируемой (восстановленной) речи.

При реализации таких систем низкоскоростного кодирования речи часто используется метод линейного предсказания, в основе которого лежит представление сигнала в виде отклика дискретной системы с постоянными параметрами на локальных временных участках на соответствующий сигнал возбуждения [1, 2], при этом соответствующие множества параметров декомпозиции считаются взаимно несвязанными между собой.

В докладе предлагается выявить существующие зависимости параметров декомпозиции речевого сигнала при линейном предсказании и использовать их для повышения качественных характеристик процедур обработки речевых сигналов.

Использование в качестве математической модели голосового тракта авторегрессионного метода параметрического цифрового спектрального анализа предполагает, что возбуждение формирующего фильтра на приемной стороне осуществляется сигналом, представляющим собой реализации белого шума с математическим ожиданием равным нулю и единичной дисперсией [3].

Точность идентификации математической модели исследуемого процесса напрямую связана с выбором величины ее порядка, в «идеальном» случае она стремится к бесконечности. В качестве критерия настройки модели в предположении о гауссовском законе распределения исходного процесса используется взвешенная среднеквадратическая ошибка. Однако на практике порядок формирующей модели всегда ограничен, применительно к задаче линейного предсказания речи повышение порядка передаточных функций фильтров анализа и синтеза приводит к «обелению» сигнала остатка предсказания, который согласно [2] является наилучшим сигналом возбуждения. Присутствие зависимостей между параметрами, описывающими передаточную функцию голосового тракта на участке квазистационарности и соответствующего сигнала возбуждения, объясняется особенностями постановки и решения обратной задачи цифрового спектрального анализа при фиксированном порядке формирующего фильтра [3, 4]. Использование таких зависимостей на этапе обучения системы кодирования дает возможность не задействовать информационный ресурс канала связи для передачи всех параметров декомпозиции речевого сигнала, а использовать существующие взаимосвязи данных элементов.

Библиографический список

1. **Быков, С. Ф**. Цифровая телефония: учеб. пособие для вузов / С.Ф. Быков, В.И. Журавлев, И.А. Шалимов. – М.: Радио и связь, 2003.– 144 с.
2. **Шелухин, О.И.** Цифровая обработка и передача речи / О.И. Шелухин, Н.Ф. Лукьянцев. – М.: Радио и Связь, 2000. – 456 с.
3. **Марпл, С. Л**. Цифровой спектральный анализ и его приложения: [пер. с англ.] / С.Л. Марпл. – М.: Мир, 1990. – 584 с.
4. **Самарский, А.А**. Численные методы решения обратных задач математической физики / А.А. Самарский. – М.: ЛКИ, 2009. – 480 с.

УДК 621.391

К.А. БАТЕНКОВ

ТЕОРЕМА О ГРАНИЦАХ ВЗАИМНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДИСКРЕТНОГО КАНАЛА СВЯЗИ

Академия ФСО России

Известно, что средние потери информации определяются вероятностными мерами входящих в процесс передачи по каналу связи преобразований и источника, по которым подразумевается выход кодера канала [1]. Исходя из детерминированности операторов модуляции и демодуляции, общий вид функции правдоподобия дискретного канала $\omega_{\mathbf{x}'/\mathbf{x}}$, включающего в себя данные операторы, несколько видоизменится, а варьируемыми переменными станут не условные плотности, а базисные функции модуляции и демодуляции [2].

На основе данного похода в работе сформулирована и доказана теорема, задающая границы взаимной информации для произвольных непрерывных каналов связи и сигналов, передаваемых по ним [1, 2, 3, 4, 5].

Теорема. *Взаимная информация между входным и выходным сигналами дискретного канала связи, получаемого путем дискретного отображения произвольного непрерывного многопараметрического канала, ограничена следующим интервалом:*

$$\log\sqrt{(2\pi e)^{N'}\left|\mathbf{M}_{\mathbf{x}',2}\right|} - H_{\mathbf{x}'/\mathbf{x}} \geq I_{\mathbf{x},\mathbf{x}'} \geq$$

$$\geq H_{\mathbf{x}} + H_{x'/\mathbf{x}} + \log e - \log e \cdot \int_{\mathbf{x}}\int_{\bar{\mathbf{y}}''} \frac{\omega_{\mathbf{x}'}\left(\sum_{j=1}^{N_b} \mathbf{\Phi}'_j \{2,\ldots, j+1\}\bar{\mathbf{y}}''\right)}{\omega_{\mathbf{x}'/\mathbf{x}}\left(\sum_{j=1}^{N_b} \mathbf{\Phi}'_j \{2,\ldots, j+1\}\bar{\mathbf{y}}'', \mathbf{x}\right)} d\bar{\mathbf{y}}'' d\mathbf{x}.$$

Данная теорема, по сути, является некоторым обобщением границ, полученных в [6], на случай многомерного дискретного канала связи, образованного на основе операторов модуляции и демодуляции с ограниченной степенью нелинейности.

Библиографический список

1. **Батенков, К.А**. Максимум взаимной информации как основной критерий синтеза инфокоммуникационных систем // Труды Северо-Кавказского филиала МТУСИ. – Ростов н/Д: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2013. С. 51–53.
2. **Батенков, К. А**. Дискретные отображения непрерывного канала связи на основе обобщенного ряда Фурье // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань: РГРУ, 2013. № 1. Вып. 43. С. 12–20.
3. **Батенков, К. А**. Необходимые условия оптимальности операторов модуляции и демодуляции //

Многоядерные процессоры, параллельное программирование, ПЛИС, системы обработки сигналов: сб. статей. – Барнаул, 2013. С. 58-62.
4. **Батенков, К. А**. Математические модели модулятора и демодулятора с заданным порядком нелинейности // Цифровая обработка сигналов. 2013. № 1. С. 14–21.
5. **Батенков, К. А.** Модели системных характеристик линейных каналов связи на основе интегральных преобразований // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2012. № 3 (4). С. 120–125.
6. **Галлагер, Р.** Теория информации и надежная связь: [пер. с англ.] / Р. Галлагер; под ред. М. С. Пинскера и Б. С Цыбакова. – М.: Сов. радио, 1974. – 720 с.

УДК 658.7

Н.А. БУШУЕВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМПЛЕКС-МЕТОДА В ЗАДАЧАХ СНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных проблем в работе предприятий в настоящее время является проблема заполнения склада. Иногда сотрудники компании даже не знают, в каком количестве и у какого поставщика заказать тот или иной товар.

Для решения данной проблемы необходима постановка задачи. Имеется склад определенного размера, любой товар поступает на склад в упаковке, имеющей конкретный размер. Мы имеем первое ограничение для решения задачи: ограничено место на складе. Ограничены финансовые возможности компании на заказ товара: мы не можем заказать товар стоимостью более конкретной суммы. И, наконец, каждого товара на складе должно быть не больше и не меньше конкретного количества. Используя эти ограничения и определив цель – получение максимальной прибыли, – необходимо решить задачу и определить, сколько какого товара требуется заказать компании.

Для решения подобных задач существует несколько методов оптимизации: метод ветвей и границ, динамическое программирование, симплекс метод. Для конкретной задачи наиболее удобен симплекс-метод.

Симплекс-метод, или метод последовательного улучшения плана, позволяет переходить от одного допустимого базисного решения к другому, причем так, что значения целевой функции непрерывно возрастают. В результате оптимальное решение находят за конечное число шагов.

Таким образом, ограничения в общем виде можно представить в следующей форме:

x_{ij} – количество упаковочных единиц i – го товара, закупаемых у j – го поставщика

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \le M,$$

где v_i – объем упаковочной единицы; M – объем свободного места на складе;

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} c_i x_{ij} \le C,$$

где c_i – стоимость товара у поставщика; C – доступная сумма для заказа товара;

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} x_{ij} \le K,$$

где K – максимальное количество товара;

$$\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} x_{ij} \ge P,$$

где P – минимальное количество товара.

Целевая функция в общем виде:

$$F = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} d_i x_{ij} \rightarrow \max,$$

где d_i – разница между ценой продажи товара и ценой покупки у поставщика.

Проведение расчетов табличным симплекс-методом позволяет получить несколько опорных планов, последний из которых является оптимальным.

Как правило, количество наименований товаров очень велико, и расчет данным методом вручную не всегда удобен, поэтому процесс расчета симплекс-методом был автоматизирован, написана программа и разработан пользовательский интерфейс. В программе может задаваться необходимое количество поставщиков и товаров, что позволяет выбрать оптимальное решение, используя большое количество данных. Пользовательский интерфейс дает возможность добавления информации как о товарах, так и о поставщиках.

Удобство работы с программой заключается в том, что пользователь вводит необходимые ему данные о товарах и поставщиках, а программа проводит расчет табличным симплекс-методом и выдает готовый результат: какой товар и у какого поставщика необходимо заказать.

УДК 681.3

С.Н. ГРУДИНИН

ПОКАЗЕТЕЛИ ОЦЕНКИ БЛИЗОСТИ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ МАНЕКЕНОВ

Новосибирский государственный технический университет

В работе рассматривается задача сравнения полигональных моделей виртуальных манекенов. Задача сформулирована в рамках определения точности моделирования тела человека. Подходы к сравнению трехмерных объектов обычно различаются способом описания формы объекта и метрикой, определяющей меру схожести.

При рассмотрении моделей заведомо определенного класса эффективность сравнения повышается за счет учета особенностей формы моделей этого класса. Модели манекенов, в этом смысле, достаточно хорошо описываются множеством горизонтальных параллельных симметричных сечений, которые в свою очередь представляют собой гладкие и симметричные фигуры. Поэтому первым шагом в оценке аналогичности манекенов является представление исходной полигональной модели набором горизонтальных сечений h_i, построенных по всей высоте манекена с заданным шагом (рис. 1).

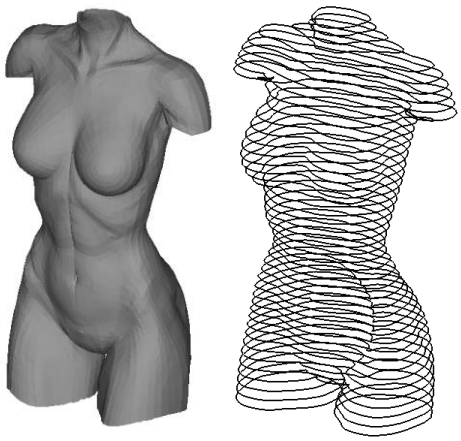


Рис. 1. Исходная модель (слева), результат разбиения на сечения (справа)

Оценка близости моделей происходит в два этапа: расчет показателей для каждой из моделей, участвующих в сравнении; сопоставление показателей по установленным критериям. В качестве показателей рассматриваются следующие характеристики моделей: периметр полусечения P_i; периметр K_i минимальной выпуклой оболочки, построенной вокруг полусечения; площадь полусечения A_i. Также предлагается оригинальный показатель – дескриптор формы полу сечения:

$$D_i = \sum_{j=1}^{M-1} L_j \cos\alpha_j ,$$

где L_j – расстояние в плоскости полусечения от центра масс полусечения, до j-й точки полусечения; α_j – разница по модулю между полярным углом j-й точки полусечения и углом $180\,j/M$; M – количество точек в полусечении.

Рассматривается показатель, описывающий форму модели целиком по точкам всех сечений – функция формы – множество евклидовых расстояний $\{\psi_s\}$ между всеми парами точек сечений h_i, $s=\overline{1,S}$, $S = NM\,(NM-1)/2$, где N – количество сечений; M – количество точек в сечениях.

Сравнение показателей происходит расчетом среднеквадратичного отклонения по полусечениям для каждого из четырех показателей P_i, K_i, A_i, D_i, в случае функции формы сравнению подвергается гистограмма плотности частот множества $\{\psi_s\}$.

УДК 004.8

С.А. ЗЕЛЕНЦОВ, А.С. ПОЖИДАЕВА, О.К. КАНЕВ, Л.С. ЛОМАКИНА

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ БИОЦЕНОЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Биоценоз представляет собой некоторую системно-организованную совокупность растений, животных или микроорганизмов. Микрофлора кишечника человека является отдельным биоценозом. Для решения задачи диагностики состояний биоценоза используются несколько подходов на основе многомерного анализа данных.

Анализ многомерных данных

Состояние отдельного биоценоза характеризуется многомерным набором данных. Многомерные данные представляют в виде матрицы «объект-признак», строки которой соотнесены с анализируемыми объектами, а столбцы – с изучаемыми признаками. При диагностике состояний биоценоза признаками многомерных данных служат результаты лабораторных анализов. Каждый признак – случайная величина. Если данные имеют многомерное нормальное распределение, то эти свойства определяются ковариационной (корреляционной) матрицей типа «признак-признак».

Диагностическая экспертная система

В диагностической экспертной системе делается попытка моделирования способности человека к рассмотрению предметной области и совершения умозаключений с отбрасыванием наименее перспективных направлений поиска. Для этого используются наборы правил, задаваемые априорно и являющиеся знаниями экспертов. Именно качество знаний определяет компетентность проблемно-ориентированной экспертной системы. Знания о проблемной области, формализованные определенным образом, хранятся отдельно от остальных частей программы, что позволяет модифицировать работу системы искусственного интеллекта, меняя набор знаний и не затрагивая остальных компонентов системы.

Медицинские экспертные диагностические системы строятся на основе алгоритма нечеткой кластеризации. Алгоритм подразумевает, что каждый объект принадлежит каждому кластеру с определённой функцией принадлежности. У каждого кластера имеется для каждой координаты свой центр, и таким образом формируется матрица центров кластеров. Применительно к случаю с двумя кластерами пациент относится к кластеру здоровых с некоторой функцией принадлежности μ по определённой координате и к кластеру больных с функцией принадлежности 1 - μ. На основе функции принадлежности система выбирает, какое из нескольких применимых правил должно быть использовано.

Нейросетевые технологии

Обучение нейронных сетей для некоторых возрастных групп производится отдельно, поскольку состав микрофлоры у людей различных возрастов имеет существенные качественные и количественные различия. На основе анализа многомерных данных для решения задачи предлагается применять вероятностную нейронную сеть.

Вероятностная нейронная сеть позволяет формировать на выходе оценку вероятности принадлежности биоценоза к определенному классу. В процессе обучения она приобретает способность оценивать функцию распределения, а ее выход рассматривается как ожидаемое значение модели в определенной точке пространства входов. Такая нейронная сеть имеет единственный управляющий параметр обучения – степень сглаживания (или отклонение гауссовой функции). Требуемое значение подбирается опытным путем с учетом минимума контрольной ошибки.

УДК 681.3

А.К. КАРАНИН

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОИСКА УТЕЧЕК ПАМЯТИ В ПРИЛОЖЕНИЯХ НА ЯЗЫКЕ C++

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

Поиск утечек памяти в приложениях – достаточно обширная задача, которая может быть осложнена аппаратными ограничениями оборудования, где выполняется программа. Например, в случае встраиваемых систем, в которых объем оперативной памяти сильно ограничен, использование таких утилит, как valgrind, невозможно.

Разработанный программный комплекс служит для поиска утечек памяти в приложениях на языке C++ в условиях ограниченного объема оперативной памяти.

Данный программный комплекс представляет собой статическую библиотеку, подключаемую на этапе компиляции к исследуемому приложению, а также приложение для анализа данных, собранных при помощи этой библиотеки.

Для сборки библиотеки используется компилятор g++, входящий в состав GNU Compiler Collection. Для разработки приложения, обрабатывающего полученные данные, используется язык Python и его самая распространенная реализация - CPython.

Основной принцип работы основан на перехвате системных функций, поддерживаемом компоновщиком ld. При сборке исследуемого приложения все вызовы функций malloc, calloc, realloc, free, new, new[], delete, delete[] заменяются на вызовы соответствующих функций из библиотеки, которые в свою очередь вызывают оригинальные системные функции, а также записывают все действия по выделению/освобождению памяти в журнал событий.

Приложение, обрабатывающее полученные данные, считывает из журнала записи о выделении или освобождении памяти и находит места кода, память в которых выделялась неоднократно, но не была освобождена.

УДК 159.9+681.3

А.С. ПАНФИЛОВА

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СПОСОБНОСТЕЙ И КОМПЕТЕНЦИЙ

Московский городской психолого-педагогический университет

Компьютерное тестирование способностей и компетенций в настоящее время эффективно используется в различных областях деятельности. Однако значительное время, затраченное испытуемыми на выполнение всей необходимой последовательности заданий, ограниченность существующих математических моделей, используемых для интерпретации результатов тестирования, отсутствие средств фильтрации воздействий, обусловленных различными формами некорректного внешнего вмешательства в процедуру испытаний, существенно ограничивают сферу его применения.

Представлена разработанная система поддержки принятия решений, использующая новую факторную модель процесса тестирования способностей и компетенций, позволяющая сокращать число заданий при тестировании интеллекта, а также оценивать не только эффективность, но и продуктивность мышления испытуемых, а также учитывать влияние факторов внешней среды. В качестве теста, демонстрирующего работу системы, используются «Продвинутые прогрессивные матрицы Равена», состоящие из 36 вопросов. Данная методика диагностирует уровень развития невербальных способностей.

После тестирования испытуемых определенной возрастной группы, получив наборы параметров, которые являются ответами на вопросы, а также наборы времен, отражающие время, затраченное испытуемыми при ответе на каждый вопрос, возможно идентифицировать свободные параметры моделей с использованием метода наименьших квадратов. С целью получения достаточно большой выборки для их обучения применяется метод Монте-Карло, позволяющий получить наборы данных с изменяющимся стандартным отклонением от идентифицированной дисперсии фактора и процентом случайных компонентов, выходящих за границы доверительного интервала. Полученная выборка позволяет обучить самоорганизующиеся карты Кохонена для каждого из уровней развития, каждого вопроса тестовой методики модели результатов и времен ответов испытуемого.

Карты Кохонена обеспечивают вероятностную оценку принадлежности испытуемого к каждому уровню развития способностей через оценку расстояния от скорректированного ответа до центра выигравшего нейрона обученной сети, что позволяет получать оценку адекватности прогноза наблюдениям по каждому типу рассматриваемых моделей. Процесс тестирования завершается, когда текущие скорректированные ответы на вопросы субтеста наилучшим образом приблизятся к одной из моделей, соответствующей определенному уровню способностей. Данное решение принимается на основе оценки балансов вероятностей принадлежности испытуемого к каждой из моделей.

Для устранения нежелательных влияний во время прохождения тестов используется матричный фильтр Калмана, позволяющий корректировать наблюдаемые параметры согласно адаптивному алгоритму, что даёт возможность учитывать влияние на испытуемого внешних факторов (усталости, подсказок и др.) во время прохождения тестирования.

Представленная система может быть адаптирована для любого теста способностей и компетенций, обеспечивая анализ динамических характеристик прохождения тестов испытуемыми с различным уровнем развития способностей компетенций. Теоретическая значимость определяется новизной методов, используемых при разработке системы.

УДК 004.934

Л.В. САВЧЕНКО

ОБ ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ МЕТОДА НЕЧЕТКОГО ФОНЕТИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ-ДЕКОДИРОВАНИЯ С РЕДУКЦИЕЙ ДАННЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗНАЧЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ

Нижегородский государственный лингвистический университета им. Н.А. Добролюбова

Задача распознавания изолированных слов/словосочетаний в области автоматического распознавания речи и, в частности для систем голосового управления, становится все более актуальной. Качество существующих коммерческих решений для русского языка оказывается все еще недостаточным для некоторых практически важных задач (в системах голосового управления с повышенными требованиями к надежности в условиях акустических помех).

Для повышения качества распознавания русской речи в условиях шумов может использоваться известный метод фонетического декодирования слов (ФДС), в котором задача распознавания слов сводится к выделению границ слогов и распознаванию гласных фонем в этих слогах. К сожалению, точность метода ФДС иногда оказывается недостаточной, так как близкие по звучанию фонемы часто перепутываются. Для повышения точности распознавания слов за счет использования теории нечетких множеств в работе (Савченко Л.В. Алгоритм пофонемного распознавания устной речи на основе метода нечеткого фонетического кодирования-декодирования слов // Информационно-управляющие системы. 2014. №1. С. 23-31) предлагается обобщение ФДС - метод нечеткого фонетического кодирования-декодирования слов (НФКДС), в котором предложено определение фонемы как нечеткого множества минимальных звуковых единиц, т.е. фонеме ставится в соответствие не один эталон $\mathbf{x}_r^*$ (как ФДС), а нечеткое множество $\{(\mathbf{x}_r^*, \mu_j(\mathbf{x}_r^*))\}$, где $\mu_j(\mathbf{x}_r^*)$ - степень принадлежности *r*-го эталона $\mathbf{x}_r^*$ к *j*-й фонеме. В ходе экспериментального исследования речевые сигналы сопоставлялись в метрике Кульбака-Лейблера с использованием авторегрессионной модели порядка $p = 15$. Для тестирования диктор произносил по 500 слов из словаря «Города» (объем словаря 1832), в качестве эталонов использовались 30 гласных звуков этого же диктора по три реализации на каждый звук с предварительной редукцией данных (для каждого звука определяется один его центр-эталон). В табл. 1 приведена оценка ошибки распознавания для методов ФДС и НФКДС в сравнение с популярной системой распознавания Google Voice Search в условиях шумов.

Таблица 1

Оценка вероятности ошибки распознавания в зависимости от уровня шума

Система АРР	Отношение сигнал/шум, дБ				
	30	25	20	15	10
Google Voice Search	8	12	17	24	33
ФДС	9	11	14	18	23
НФКДС	6,5	8	11	16	19

Как видно из табл. 1 точность распознавания в условиях сильных шумов (10 дБ) для Google Voice Search падает сильнее, чем для методов ФДС и НФКДС. Так, точность распознавания системы Google Voice Search снижается на 25%, для методов ФДС и НФКДС на 14 и 12,5 % соответственно. Таким образом, методы ФДС и НФКДС являются более помехоустойчивыми, чем известная система Google Voice Search, что в первую очередь связано с послоговым произношением в методах ФДС и НФКДС. В то же время метод НФКДС превышает по точности метод ФДС на 2-4% благодаря определению фонемы как нечеткого множества минимальных звуковых единиц.

СЕКЦИЯ 2

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Подсекция 2.1

Автоматизация систем электрооборудования

УДК 621.3

Е.А. АЛЕКСЕЕВ, А.С. ПЛЕХОВ

КОМПЕНСАЦИОННЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ИНДУКЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Индукционные нагреватели промышленной частоты часто используются для нагрева подшипников, втулок, зубчатых колес, муфт и других деталей с целью обеспечения их последующей посадки с натягом на вал или другое цилиндрическое изделие.

Метод индукционного нагревания подшипников имеет преимущества относительно традиционных методов: нагрев на горячих плитах и в масляных ваннах. Эти преимущества заключаются в возможности оперативно регулировать нагревательный процесс, в отсутствие риска локального перегрева детали, в возможности применения для предварительно смазанных подшипников и для подшипников с полиамидной обоймой.

Как правило, для питания таких индукторов применяют сетевое напряжение 220 В с частотой 50 Гц, действующее и среднее значение которого регулируют посредством тиристорного преобразователя с фазным управлением. Это приводит к потреблению реактивного тока из питающей сети, что увеличивает потери в сети, уменьшает напряжение в точке присоединения индуктора, приводит к увеличению массо-габаритных показателей коммутирующей аппаратуры и токопроводов.

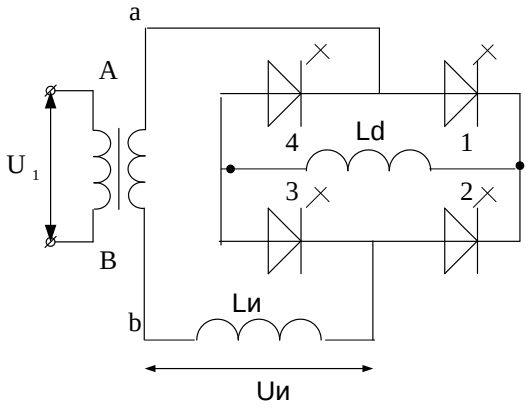


Рис. 1. Схема регулятора

Авторы предлагают использовать для регулирования мощности индуктора компенсационный выпрямитель на полностью управляемых тиристорах с возможностью генерации в питающую сеть реактивной мощности индуктивного характера. Принципиальная схема регулятора приведена на рис. 1. Индуктор обозначен *L*и, напряжение на нем *U*и. Полностью управляемые полупроводниковые приборы 1–4 совместно и индуктивностью *Ld* позволяют обеспечивать протекание тока через индуктор с опережением по фазе синусоидального питающего напряжения, то есть с генерацией в сеть мощности емкостного характера, обеспечивая уменьшение потерь электроэнергии в узле подключения индукционной установки.

В докладе обсуждаются математическое описание процесса регулирования напряжения на индукторе, и результаты компьютерного моделирования стационарных и переходных процессов. Полученные результаты позволяют рекомендовать разработку к промышленному применению.

УДК 62-83

М. В. АНДРЮХИН, В.Г. ТИТОВ

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РЛС С УЧЕТОМ УПРУГО-ВЯЗКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ЗВЕНЬЕВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Опыт эксплуатации существующих радиолокационных станций (РЛС), а также анализ построения РЛС последних поколений определяет ряд необходимых требований к электроприводу (ЭП) вращения антенны: поддержание постоянных скоростей вращения; обеспечение плавного разгона антенно-мачтового устройства (АМУ); возможность глубокого регулирования скорости вращения АМУ для предотвращения недопустимых механических нагрузок в нем, что обусловлено большой массой и парусностью антенной решетки АФАР. Этим требованиям удовлетворяют ЭП на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами (СДПМ) и системой управления, обеспечивающей стабилизированную скорость вращения антенны РЛС и требуемую точность определения координат цели.

Обоснованный выбор электродвигателя ЭП, преобразователя, а также оценка электромагнитной совместимости ЭП требует анализа электромагнитных процессов в нем в стационарном режиме работы РЛС при постоянной скорости вращения АМУ и моменте сопротивления электродвигателя, который изменяется в течение оборота антенны и зависит от скорости ветра и вращения антенны и от конфигурации. Необходимо учесть, что механическая часть электропривода представляет собой систему связанных масс, движущихся с различными скоростями вращательно или поступательно. При нагружении элементы системы (валы, опоры, зубчатые зацепления, канаты и т. п.) деформируются, так как механические связи не являются абсолютно жесткими. При изменениях нагрузки массы имеют возможность взаимного перемещения, которое при данном приращении нагрузки определяется жесткостью связи передающие вращение. Для этого необходимо иметь математическое описание момента сопротивления и элементов механических звеньев, передающих вращение вала двигателя на антенну.

Для исследования особенностей работы ЭП АФАР и оценки его электромагнитных процессов в среде *MatlabSimulink* создана математическая модель системы «ЭП АФАР – двухмассовая упруго-вязкая система», с учетом вязкости механических звеньев и люфта кинематических передач.

На ее основе выполнены исследования влияния ветровой нагрузки антенны на ЭП при различных скоростях ее вращения и скорости ветра. Установлено, что двухмассовая упруго-вязкая система при ветровой нагрузке вносит дополнительные колебания в электромагнитные процессы, что требует выбора двигателя с запасом по мощности. Запас по мощности зависит от параметров механических звеньев и конфигурации антенны.

В соответствии с этим представляется перспективным поиск новых вариантов управления и технических решений ЭП АФАР, позволяющих минимизировать влияние упруговязких деформаций механических звеньев.

УДК 621.3

А.С. БЕЛОВ[1], О.В. КРЮКОВ[2]

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДНЫХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[1],
ОАО «Гипрогазцентр»[2]

Обеспечение стабильных поставок газа потребителям по магистральным газопроводам и снижение энергоемкости транспорта газа связаны с модернизацией существующих электроприводных газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА) компрессорных станций (КС). Возможности расширения функциональных возможностей ЭГПА, улучшение их характери-

стик связаны с внедрением новых программно-аппаратных средств управления и апробацией их с помощью прикладных компьютерных моделей, необходимых для исследования различных режимов работы газотранспортных объектов.

Работа практически всех существующих ЭГПА на КС происходит в нерегулируемых машиной режимах транспорта природного газа. Возможности изменения давления на выходе КС ограничены методами дискретного включения/отключения отдельных агрегатов и дросселированием (перепуском газа) на стороне нагнетания. Поэтому главными проблемами ЭГПА являются безопасный пуск и устойчивость работы при возмущениях со стороны питающей сети и нагрузки. При реконструкции электроприводных КС возникает вопрос о целесообразности применения регулируемых систем на базе высоковольтных преобразователей частоты. Это обусловлено требованиями энергосбережения и строгой стабилизации давления на выходе КС при неравномерном графике подачи и/или потребления газа. Микропроцессорная система управления позволяет технически реализовать векторное регулирование по цепи статора и по цепи возбуждения с идентификацией угла нагрузки, а также интегрировать системы управления ЭГПА в АСУ КС.

Таким образом, несмотря на то, что выбор оптимальной структуры ЭГПА определяется в результате технико-экономического анализа, функциональные возможности новых систем синхронного и асинхронного электропривода мегаваттного класса необходимо оценить с помощью компьютерного моделирования.

В качестве примера в докладе приведен пакет MATLAB с приложением визуального моделирования Simulink, с библиотекой Sim Power Systems. В этих программных продуктах не нужно полное математическое и логическое описание каждого компонента структуры, что облегчает и ускоряет процесс однократного синтеза блоков. Но при этом существует ряд недостатков – отсутствует возможность быстрого математического и модельного отхода от используемого ПО, усложняется процесс синтеза экспертной системы по выбору структуры, подбору параметров, а также синтезу системы. Указанный способ моделирования не всегда в полной мере отражает всю картину электромеханических процессов в системе. Ряд продуктов ПО позволяет производить визуальное имитационное моделирование на низшем уровне, составлять модели-блоки на основе описания каждого элемента блока, а из готовых блоков собирать интересующую структуру. Элементы блоков моделируются в виде набора передаточных функций, математическими выражениями, а также простейшими дискретными логическими элементами. Примером такого ПО служит пакет MATLAB с приложением визуального моделирования Simulink.

Методика блочного моделирования позволяет анализировать работу ЭГПА любой сложности, составленных из заранее смоделированных блоков-компонентов; упрощает выбор оптимальной структуры ЭГПА, исходя из факторов энергетической эффективности; упрощает синтез алгоритмов приводов. Анализ полученных данных показывает, что использование инвариантного регулятора вместо традиционного – улучшает стабильность процессов в системе с синхронными машинами. В докладе представлены результаты моделирования систем регулирования давления ЭГПА с преобразователем частоты.

УДК 621.3

С.В. БУШУЕВА, А.С. ПЛЕХОВ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЛАВКИ МЕТАЛЛОВ ВО ВЗВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Установки индукционного нагрева реализуют технологию, связанную с возбуждением вихревых токов в проводящих образцах металла для их нагрева. Известны установки индукционного нагрева для плавки образца металла во взвешенном состоянии. Данные установки могут быть использованы как для испытания образцов в лабораторных условиях, так и для

плавки драгоценных металлов в ювелирном деле и в производстве полупроводниковых приборов. Плавка драгоценных металлов в установке индукционного нагрева значительно удобнее и экономичнее, чем плавка в муфельных печах.

Установки индукционного нагрева обладают следующими достоинствами: долговечность, электробезопасность, пожаробезопасность, простота в обслуживании и возможность полного автоматического управления.

Авторы реализуют различные способы управления силовыми ключами инвертора. Разработана математическая модели работы индуктора с квазичастотной модуляцией в целях регулирования мощности и построена компьютерная модель. Этот способ может быть реализован применительно к мощным установкам, инвертирование в которых выполняется на тиристорах. Приводятся результаты моделирования электромагнитных процессов. Принципиальные схемы силовых цепей представлены на рис. 1.

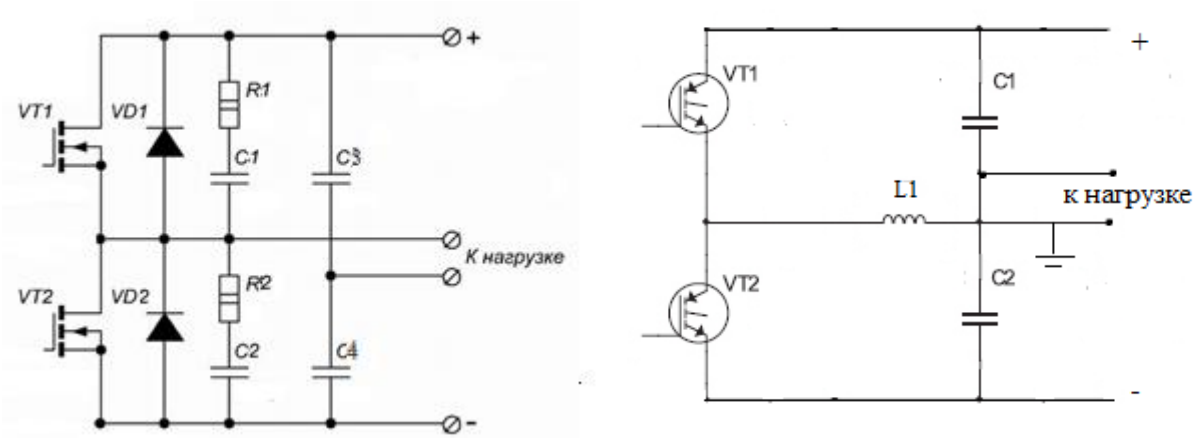


Рис. 1. Схемы силового модуля:
а – полумостового силового модуля; *б* – регулирования с квазирезонансным модулем

Для увеличения мощности данной индукционной установки потребуется водяное охлаждение. Это реализовано с помощью электрической развязки индуктора от водопровода.

Конденсатор колебательного контура должен быть рассчитан на большую реактивную мощность, для этого берется конденсаторная батарея из сорока полипропиленовых высоковольтных конденсаторов емкостью 0,033 мкФ. В инверторе данной установки силовой модуль представляет собой полумост.

Усовершенствованная индукционная установка может быть использована в лабораторных условиях для «чистой» плавки во взвешенном состоянии образцов металлов.

УДК 62-7

Е.В. БЫЧКОВ, А.В. ВАЛЯЕВ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Переход от простых электромеханических коммутационных устройств к сложным интеллектуальным устройствам автоматики обусловлен стремлением потребителя к повышению производительности, облегчению труда обслуживающего персонала и к увеличению надежности работы оборудования. Высший класс интеллектуальных устройств – это многофункциональные устройства, способные одновременно фиксировать несколько параметров процесса при помощи целого ряда внутренних датчиков и передавать данные в цифровом виде или без проводов.

Доклад посвящен описанию стенда, разработанного и апробированного на кафедре

электрооборудования, электропривода и автоматики НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Обосновывает необходимость и удобство устройств с элементами искусственного интеллекта, применяемых для защиты электропривода.

В докладе приводится информация о силовом автоматическом выключателе NZM, о его коммутационных особенностях и свойствах, конструктивном исполнении. Демонстрируется специфика компьютерных программ CurveSelect и NZM-XPC-Soft. Отдельное внимание уделяется DMI (Data Management Interface) – модулю, который служит для чтения диагностических и текущих данных, отображения тока при пуске двигателя, задания параметров и контроля автоматического выключателя с электронным расцепителем.

УДК 6.21.3

М.А. ГАЛИН, М.Н. ОХОТНИКОВ, А.С. ПЛЕХОВ

ДИЗАЙН И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО АМОРТИЗАТОРА АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Амортизаторы используют для подавлений колебаний корпуса в результате поглощения энергии, содержащейся в пружинах или торсионах при перемещении колеса автомобиля вверх и вниз. Обычные амортизаторы не поддерживают вес транспортного средства. Они уменьшают динамические изменения груза колеса и предотвращают подъем колеса с дорожной поверхности за исключением чрезвычайно шероховатых поверхностей. Это делает возможным более точное регулирование и торможение. Амортизаторы превращают кинетическую энергию остановки движения в тепловую, которая рассеивается через гидравлическую жидкость. Однако эта кинетическая энергия может быть преобразована в электроэнергию, которая в свою очередь может быть сохранена в аккумуляторной батарее.

Таким образом, электрический амортизатор преобразует кинетическую энергию в электрическую. Эта энергия может быть использована для зарядки аккумулятора и для повышения эффективности привода автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Электрический амортизатор схематически показан на рис. 1.

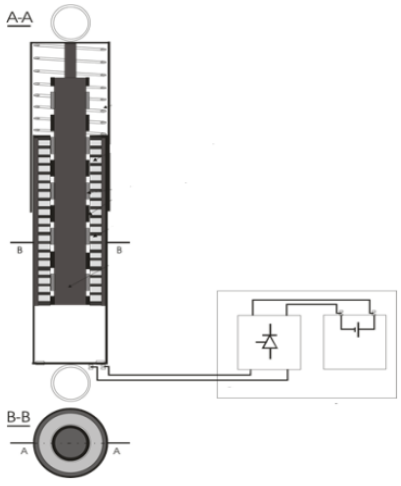


Рис. 1. Функциональная схема электромеханического амортизатора:
A-A - осевое (продольное) поперечное сечение; B-B - перпендикулярное поперечное сечение

Он содержит постоянный магнит линейного синхронного генератора, пружины и подключен к аккумулятору электрической энергии. Линейный генератор состоит из двух частей: одна из них имеет обмотку, размещенную в пазах, а другая часть постоянные магниты, прикрепленные к подвижному сердечнику амортизатора. Аккумулятор электрической энергии состоит из управляемого выпрямителя и батареи, подключенных к нему.

Во время колебаний транспортного средства вторичная часть движется по отношению к первичной части. Из-за относительного линейного движения первичной обмотки и вторичных постоянных магнитов напряжение переменного тока индуцируется в катушках. Это напряжение затем выпрямляется управляемым преобразователем и подается в батарею.

Предложенный амортизатор позволит увеличить полную эффективность электропривода электромобиля, увеличивая его пробег до следующей зарядки. Если принимать во внимание автомобиль с двигателем внутреннего сгорания, то экономия топлива составит около 10%.

УДК 621.314

А.Б. ДАРЬЕНКОВ, И.А. ВАРЫГИН, Д.А. КОМРАКОВ

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МАТРИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА ANSYS ICEPAK

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При проектировании мощных преобразователей частоты, работающих в составе сложных производственных комплексов, зачастую появляется необходимость уменьшить массогабаритные показатели преобразователя одновременно повысить его выходную мощность. Как правило, расчёт системы охлаждения современного устройства силовой электроники сопряжен с громоздкими расчетами. Поскольку на одном радиаторе зачастую располагаются несколько силовых полупроводниковых приборов, расчет градиента температуры на поверхности охладителя значительно затруднен.

В настоящее время на базе лаборатории ИНЭЛ НГТУ разрабатывается экспериментальный образец матричного преобразователя частоты (МПЧ) [1]. При его проектировании возникла проблема создания достаточно компактной, и в то же время эффективной системы охлаждения, способной отводить тепло от восемнадцати силовых полупроводниковых ключей [2]. Расчет объема системы охлаждения был проведен по методике, описанной в [3], после чего результаты были проверены с помощью численного моделирования в FEM-системе ANSYS ICEPAK.

Модель системы охлаждения силовой части МПЧ в программном пакете ANSYS ICEPAK (рис. 1) включает в себя трехмерные модели фазных модулей преобразователя, каждый из которых состоит из трех радиаторов типа HS 118-75, сгруппированных в виде куба. На каждом из радиаторов установлены по два транзисторных ключа на базе IGBT-транзисторов IRG4PC30F. В модели транзисторные ключи представлены в виде источников тепловой энергии с площадью, равной площади фланца транзистора. Фазные модули МПЧ выстроены в линию таким образом, чтобы охлаждающий воздух проходил вдоль ребер всех двенадцати радиаторов. Таким образом, достигается наилучший отвод тепла от ребер радиаторов. Радиаторы охлаждаются вентилятором типа TITAN TFD-9225L12Z, установленным на стенке корпуса преобразователя.

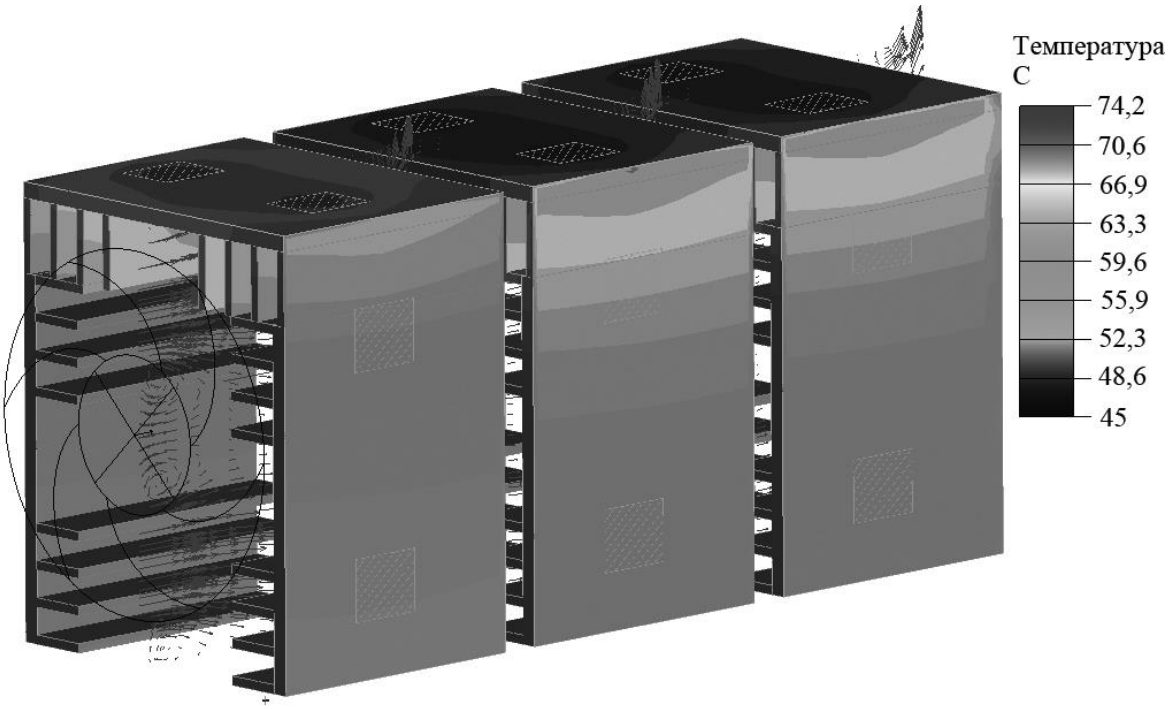


Рис. 1. Модель системы охлаждения МПЧ в программном пакете ANSYS ICEPAK

Моделирование показало, что при коммутации транзисторными ключами тока с действующим значением 10А на частоте 5кГц при расчётных потерях на проводимость 2 Вт и потерях на коммутацию 12Вт, максимальный нагрев в 74,2˚С наблюдается, как и ожидалось, на конденсоре радиатора, наиболее удаленного от вентилятора. При этом при температуре окружающей среды, равной 45˚С, средняя температура системы охлаждения не превышает 59˚С.

Результаты, полученные с помощью моделирования, подтвердили сделанные ранее теоретические расчёты, и были использованы при изготовлении экспериментального образца МПЧ.

Библиографический список

1. **Варыгин, И.А**. Макет матричного преобразователя частоты / Д.А. Корнев, А.Б. Дарьенков, О.С. Хватов. И.А. Варыгин // Материалы XI международной молодежной научно-технич.й конф. / НГТУ. – Н.Новгород, 2012. С. 54–55.
2. Моделирование системы управления матричным преобразователем частоты Matlab с использованием S-функций / А.Б. Дарьенков [и др.] // Материалы XII молодежной научно-технич. конф. / НГТУ. – Н.Новгород, 2013. С. 51.
3. **Drofenik, U**. Theoretical Converter Power Density Limits for Forced Convection Coolingт / U. Drofenik, G. Laimer, J. W. Kolar // Proceedings of the International PCIM Europe 2005 Conference. June 7–9. – Nuremberg (Germany). 2005. P. 608– 619.

УДК 621.314

А.Б. ДАРЬЕНКОВ, С.А. ВЛАДИМИРОВА, Е.А. ГУСЕВА

ГИБРИДНАЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА ОСНОВЕ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время энергоснабжение многих объектов на Дальнем Востоке, в Сибири, Северных территориях, являющихся перспективными для ветроэнергетики, ведется с помощью дизельных или газотурбинных электростанций, работающих, как правило, на дорогом привозном топливе. Широкое использование ветроэнергетики в России позволило бы использовать экономический потенциал, эквивалентный 13-15 млн т у.т. [1].

В условиях относительно небольших скоростей ветров и их непостоянства, что характерно для большей части территории России, перспективно применение гибридных ветроэлектростанций (ВЭС), в состав которых входят установки «дизель – генератор» (Д-Г). Использование гибридных ВЭС позволит, по меньшей мере, вдвое сократить ввоз топлива в указанные районы, перейти частично или полностью на электронагрев воды, улучшить экологическую обстановку за счет уменьшения вредных выбросов в атмосферу и сохранения лесных угодий.

Предлагаемая авторами гибридная ВЭС состоит:

- из канала преобразования ветровой энергии (ветроколесо, синхронный генератор, выпрямитель, преобразователь стабилизирующего типа, балластная нагрузка);
- канала преобразования тепловой энергии (дизель, синхронный генератор, выпрямитель, преобразователь стабилизирующего типа);
- аккумулятора;
- выходного канала (шина постоянного напряжения, инвертор напряжения, выходные выводы);
- интеллектуальной системы управления.

Гибридная ВЭС, разработанная авторами, отличается от ныне существующих по трем аспектам:

- интеллектуальный нейросетевой алгоритм управления и преобразователей стабилизирующего типа увеличивает диапазон скоростей ветрового потока, в котором осуществляется отбор мощности с вала ветроколеса (при скоростях ветра 2 м/с и более);

- использование задатчика экономичного режима (ЗЭР), работающего под управлением интеллектуального нейросетевого алгоритма, в зависимости от мощности нагрузки, позволяет выбрать оптимальную частоту вращения дизеля, соответствующей оптимальному расходу топлива дизеля (экономия топлива до 20-30%) [2,3]; при этом снижаются вредные выбросы в атмосферу;
- интеллектуального нейросетевого алгоритма управления и преобразователей стабилизирующего типа обеспечивает параллельную работу каналов преобразования энергии от дизеля и ветроколеса с распределением нагрузки между ними.

Библиографический список

1. **Онищенко, Г.Б.** Развитие энергетики России. Направления инновационно-технологического развития / Г.Б. Онищенко, Г.Б. Лазарев. – М.: Россельхозакадемия, 2008.
2. **Хватов, О.С**. Электротехнический комплекс генерирования электрической энергии на основе дизель-генераторной установки переменной скорости вращения с интеллектуальной системой управления / О.С. Хватов, А.Б. Дарьенков, И.С. Поляков // Информационные системы и технологии ИСТ-2011: материалы XVII междунар. научно-технич. конф. / НГТУ. – Н. Новгород, 2011. С. 196–197.
3. Пат. РФ на изобретение № 2412513 / А.Б. Дарьенков, О.С. Хватов. Автономная электростанция переменного тока . Бюл. 5. 2011.

УДК 621.3:620.17

С.И. ДОБРЯЕВ, В.Г. ТИТОВ, А.С. ПЛЕХОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАГРУЖАЮЩЕГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Институте транспортных систем НГТУ осуществляется разработка аналитического аппарата по исследованию динамических процессов, протекающих в многоступенчатой коробке передач с автоматическим управлением при переключении скоростей. Авторами разработана система электроприводов нагружающего стенда для исследования коробок передач, функциональная схема которой приведена на рис. 1.

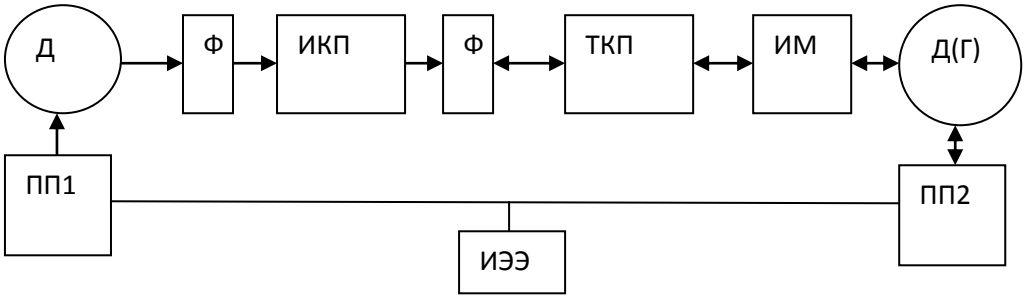


Рис. 1. Функциональная схема испытательного нагружающего стенда:
Д – приводной электродвигатель; Ф – измерительный фланец; ИКП – исследуемая коробка передач, ТКП – технологическая коробка передач; ИМ – инерционная масса; Д(Г) – электрическая машина, работающая в режиме двигателя или генератора; ПП1, ПП2 – полупроводниковые преобразователи; ИЭЭ – источник электроэнергии с промышленными параметрами

Свойства и возможности нагружающего устройства зависят от внешних, регулировочных, электромагнитных и энергетических характеристик приведенной схемы электроприводов. Эти характеристики обеспечивают возможность достижения электромеханической, электромагнитной и информационной совместимости подсистем стенда. А именно, электроприводы должны развивать моменты с изменяемыми значениями и знаками, иметь необходимые динами-

ческие свойства, которые ограничены параметрами источника питания, токи в элементах схем преобразователей не должны превышать допустимых значений, а показатели качества электроэнергии в питающей сети должны находиться в пределах, ограниченных стандартом.

Исследована имитационная модель электропривода, содержащая управляемый выпрямитель и двигатель постоянного тока, а также состоящая из управляемого инвертора тока и генератора постоянного тока. Приводятся осциллограммы изменения во времени электрических переменных в звеньях постоянного тока двух типов электроприводов, потребляемого сетевого тока, а также момента и скорости вала электрических машин при различных нагрузках и задающих сигналах управления.

Полученные результаты позволяют определить величины дросселя в цепи постоянного тока, обеспечивающие работоспособность стенда в разных испытательных режимах. По результатам моделирования предложены рекомендации по выбору других известных видов преобразователей электрической энергии, применение которых более эффективно по отношению к рассмотренным управляемым выпрямителям и инверторам в описанных режимах работы стенда.

УДК 621.3

А.И. ЕРМОЛАЕВ, А.С.ПЛЕХОВ

РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА ВАЛУ КРИВОШИПНОГО ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНОГО ПРЕССА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для автоматизации промышленных установок с предельными механическими нагрузками необходимо использование точных методов и средств измерения параметров, характеризующих режимы работы этих машин. К таким средствам измерения следует отнести и бесконтактные магнитоупругие преобразователи (БМП) крутящего момента. Опыт эксплуатации БМП крутящего момента на промышленных установках и судах показал их высокую надежность, обусловленную простотой конструкции, малой базой измерения и бесконтактным методом съема сигнала.

До появления БМП момент вращающегося вала измерялся при помощи тензометрических устройств и контактных колец, снижающих надежность устройства и увеличивающих габариты. В настоящее время наиболее современными преобразователями считаются кольцевые дифдукторы, включающие пару измерительных и возбудительных обмоток, а также измерительную схему (рис. 1).

Принцип работы БМП базируется на явлении изменения магнитной проницаемости ферромагнитного материала под воздействием механических воздействий. В большинстве конструкций БМП в качестве чувствительного элемента выступает участок вала. Обмотки возбуждения ОВ, питаемые генератором Г, создают переменное магнитное поле, позволяющее зафиксировать изменение магнитной проницаемости вала. Изменяются параметры ЭДС, индуцируемые в измерительных обмотках БМП, такие как амплитуда, фаза, форма. По уровню, форме, то есть по гармоническому составу индуцированной ЭДС может быть определена величина момента, прикладываемого к валу. При использовании разных параметров меняются показатели точности, чувствительности и диапазона измерения крутящего момента.

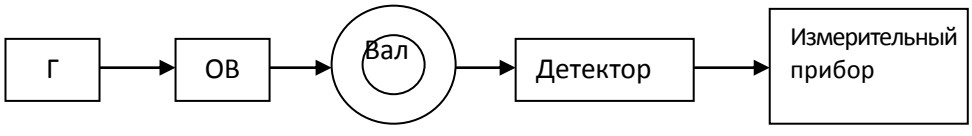


Рис. 1. Функциональная схема измерителя момента

В докладе приведены примеры применения различных методов измерения крутящего момента валов промышленных установок при помощи измерительных выходных схем БМП с разными детекторами: цифровым фазометром и измерителем фазовых сдвигов за один период исследуемого напряжения.

Разрабатываемое устройство позволит с высокой точностью измерять крутящий момент на вращающемся валу, а также передавать сигнал о его превышении на ограничительный или защитный исполнительный механизм.

Библиографический список

1. Пат. № 2196309 / Охулков, С.Н. Способ определения крутящего момента. Заявл. № 2000110472 от 24.04.2004.
2. **Рыбальченко, Ю.И.** Магнитоупругие датчики крутящего момента / Ю.И. Рыбальченко. – М.: Машиностроение, 1981. – 128 с.

УДК 621.314

Д.А. КОРНЕВ, А.Б. ДАРЬЕНКОВ, О.С. ХВАТОВ, И.А. ВАРЫГИН, Д.А. КОМРАКОВ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАТРИЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ НА БАЗЕ ПЛИС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Волжская государственная академия водного транспорта

Для снабжения электроэнергией районов России с децентрализованным энергоснабжением (Дальний Восток, Сибирь, районы крайнего Севера) используются дизель-генераторные (Д-Г) комплексы с постоянной частотой вращения вала. Суммарная мощность вырабатываемой ими электроэнергии превышает 70 млрд кВтч в год. Экономия топливных ресурсов возможна в Д-Г установках с регулируемой частотой вращения вала на базе матричных преобразователей частоты (МПЧ) [1, 2].

Матричные преобразователи частоты является частным случаем непосредственных преобразователей частоты (рис. 1) и обладают рядом преимуществ по сравнению с преобразователями частоты со звеном постоянного напряжения [2, 3].

Распространению МПЧ препятствуют относительно сложные алгоритмы управления ключами [2]. Для отработки алгоритмов управления авторами разработаны имитационные модели в программном пакете MATLAB [4].

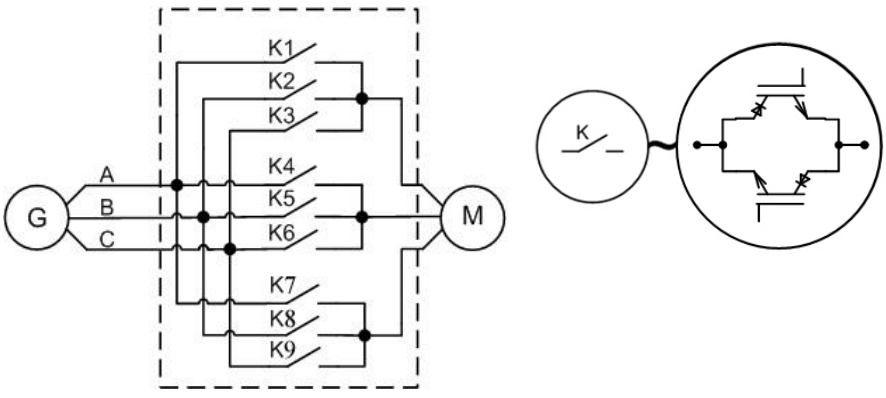


Рис. 1. Схема МПЧ на базе транзисторов RB-IGBT

Алгоритм управления, отработанный в MATLAB, был применен в однокристальной системе управления МПЧ на базе программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) Cyclon IV фирмы Altera (рис. 2).

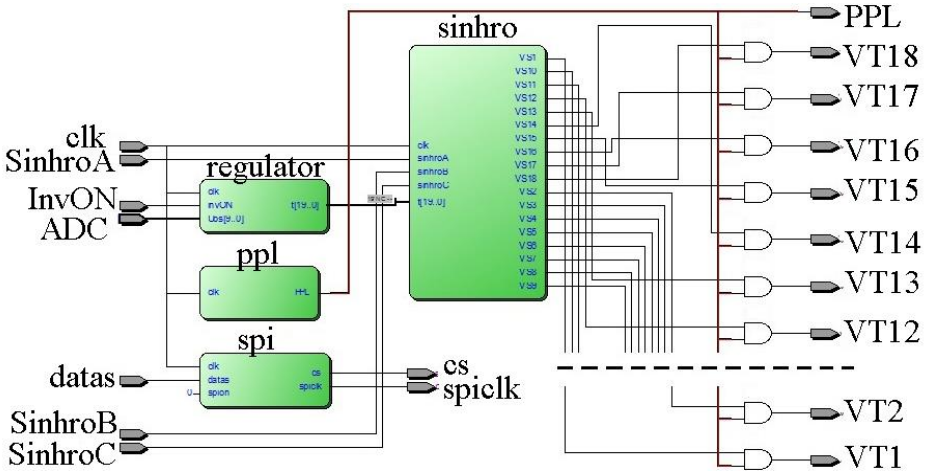


Рис. 2. Графическая интерпретация цифрового дизайна системы управления МПЧ

Система управления МПЧ, построенная на базе ПЛИС относится к системам жесткого реального времени. ПЛИС по сравнению с микроконтроллерами выполняют команды за жестко заданные временные интервалы. Также достоинством системы управления на базе ПЛИС является параллельное выполнение процессов, что позволяет одновременно обрабатывать все входные сигналы и формировать выходные [2].

Библиографический список

1. **Хватов, О.С**. Дизель-генераторная электростанция с переменной частотой вращения вала / О.С. Хватов, А.Б. Дарьенков, И.М. Тарасов // Вестник Ивановского государственного технического университета. Вып. 2. – Иваново, 2010. С. 53–56.
2. **Корнев, Д.А**. Разработка системы управления матричным преобразователем частоты на базе ПЛИС / А.Б. Дарьенков, О.С. Хватов, Д.А. Корнев // Актуальные проблемы электроэнергетики / НГТУ. – Н.Новгород, 2014.
3. **Дарьенков, А.Б**. Современные тенденции в построении силовых преобразователей переменного напряжения / А.Б. Дарьенков, О.С. Хватов, Г.М. Мирясов // Труды НГТУ: Актуальные проблемы электроэнергетики / НГТУ. – Н.Новгород, 2009. Т. 77. С. 21–25.
4. **Корнев, Д.А.** Оптимизация алгоритма управления матричным преобразователем частоты / А.Б. Дарьенков, О.С. Хватов, И.А. Варыгин // Состояние и перспективы развития электротехнологии (XVII Бенардосовские чтения): материалы междунар. научно-технич. конф. / ИГЭУ им. В.И. Ленина. – Иваново, 2013. Т. 3. С. 65.

УДК 621.314

А.И. КОРЯКИН, А.С. ПЛЕХОВ

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПЛАВНОГО ПУСКА КОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При запуске быстроходных коллекторных двигателей, которыми обычно комплектуются деревообрабатывающие инструменты, зачастую возникают провалы напряжения в электрических сетях. Как правило это происходит при пуске двигателей, мощность которых соизмерима с мощностью короткого замыкания источника питания (составляет порядка 40 % их мощности). Это плохо сказывается на самом двигателе, который длительное время потребляет сверхток и может совсем не запуститься, а также на оборудовании, параллельно включенном в сеть. Предлагаемая разработка исключает провалы напряжения в сети, позволяя обеспечить безопасный пуск двигателя при номинальном токе.

Авторами разработано устройство плавного пуска, структурная схема которого представлена на рис. 1.

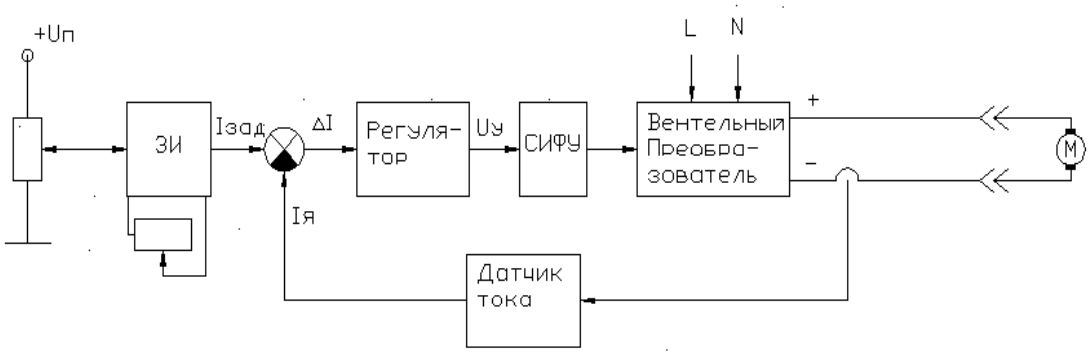


Рис. 1. Структурная схема устройства плавного пуска коллекторных двигателей

Устройство содержит: задатчик интенсивности (ЗИ), определяющий угловое ускорение вала двигателя; регулятор тока непрерывного типа; систему импульсно фазового управления вентильным преобразователем (СИФУ); вентильный преобразователь; датчика тока с использованием элементов Холла. Показанные на схеме потенциометры позволяют изменять значения скорости изменения тока, потребляемого двигателем при разгоне и торможении, что дает возможность управления процессом запуска, работой и остановам электродвигателей.

Новизна разработки заключается в возможности включения коллекторных двигателей на стороне переменного тока в «разрыв» линии питания *L*. Тогда при использовании полностью управляемых полупроводниковых вентилей и включении дросселя, вместо изображенного на схеме двигателя М, возможна генерация реактивной мощности емкостного характера в питающую сеть. Таким образом, регулирование напряжения и тока на нагрузке будет увеличивать жесткость внешней характеристики источника питания. В докладе приводятся результаты модельных экспериментов с разработанным устройством.

УДК 621.314

А.Н. КУЗМЕНКОВ, В.Г. ТИТОВ, А.С. ПЛЕХОВ

РАЗРАБОТКА ЗАКОНА УПРАВЛЕНИЯ КОНТУРОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОДШИПНИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Основным элементом многих машин является ротор, вращающийся в подшипниковых опорах. Рост скоростей вращения и необходимость снижения потерь мощных роторных машин требуют создания принципиально нового вида подшипников, в которых для создания опорных реакций используются магнитные и электрические поля [1]. Среди них наибольший практический интерес представляют активные магнитные подшипники (АМП).

Рабочие зазоры между статором и ротором нагнетателя составляют 0,1 мм при весе ротора нагнетателя около одной тонны, поэтому система управления электромагнитами подшипника должна иметь высокое быстродействие. В связи с этим авторами определены требования к системе питания электромагнитов и рассматриваются вопросы построения цифровой системы управления радиальным и осевым электромагнитными подшипниками (ЭМП). Система регулирования может быть двухконтурная и трехконтурная.

На текущем этапе работы проводится исследование внутреннего контура тока. Проведен анализ трех вариантов построения регулятора тока в САУ:

- пропорционально-интегральный (ПИ) регулятор;
- релейный регулятор;
- релейный регулятор, работающий в скользящем режиме.

Анализ показывает, что наиболее рациональным является построение контура тока

ЭМП с релейным регулятором, работающим в скользящем режиме, при этом обеспечивается наилучшее быстродействие и минимальная ошибка регулирования.

Авторами представлена математическая модель контура тока питания электромагнитов магнитного подвеса и получены переходные процессы в контуре тока при появлении возмущающего воздействия.

Вывод: полученные характеристики переходных процессов САУ подтверждают правильность выбранных алгоритмов регулирования контура тока активного магнитного подвеса.

1. **Журавлев, Ю. Н**. Активные магнитные подшипники: Теория, расчет, применение / Ю.Н.Журавлев. – СПб.: Политехника, 2003. – 206 с.

УДК 621.3

Е.Ю. КУЗНЕЦОВА, А.С. ПЛЕХОВ

РАЗРАБОТКА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРЕДСВАРОЧНОЙ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка относится к области электротермии, предназначена для предсварочного подогрева магистральных труб и может быть использована для поддержания температуры трубопроводов в рабочем диапазоне, а также защиты от замораживания трубопроводов и стартового разогрева трубопроводов до рабочей температуры.

Известные публикации посвящены исследованию устройств для подогрева технологического оборудования нефтехимических производств, трубопроводов и резервуаров, в которых основным компонентом, осуществляющим нагрев, является греющий кабель [1].

К основным недостаткам систем кабельного электрообогрева можно отнести: ограничение температурных режимов работы и, следовательно, ограничение функциональных возможностей данных систем; нетехнологичность монтажа; тепловое воздействие на окружающую среду; невысокий КПД в пределах 60%.

Технической задачей разработки являются расширение функциональных возможностей формирования теплового поля системы обогрева, улучшение ремонтопригодности, повышение управляемости процессами тепловыделения.

В материалах доклада рассмотрена математическая и компьютерная модели индукционного нагревателя. Результаты моделирования показали преимущество квазирезонансной коммутации вентилей, благодаря которой уменьшаются потери в ключах инвертора. Разработана и испытана физическая модель инвертора, схематично изображенной на рис. 1.

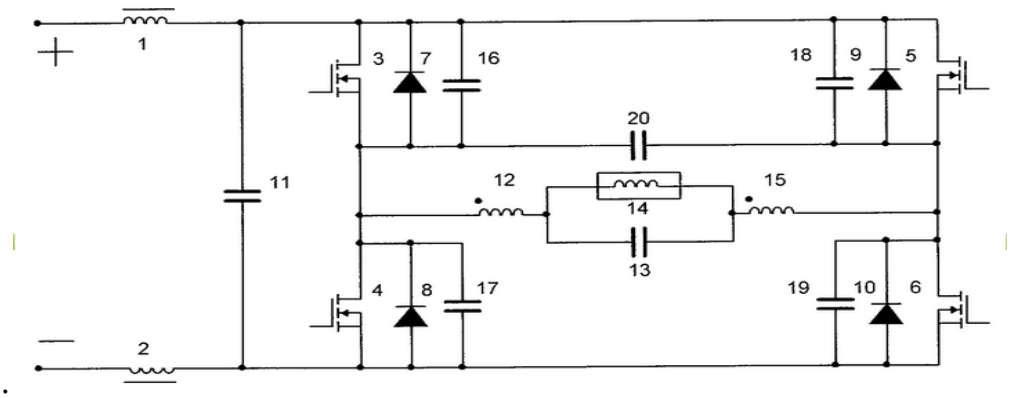


Рис. 1. Электрическая схема автономного инвертора тока для индукционного нагревателя

Измерения температуры транзисторных ключей показали ожидаемо малые значения тепловых потерь.

1. Транспорт и хранение высоковязких нефтей и нефтепродуктов. Применение электроподогрева / Р.Н. Бахтизин [и др.]. – М.: Химия, 2004. – 196 с.

УДК 621.316

В.В. МОЖЖУХИНА, Л.М. КОЛЕСОВ

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДИСТАНЦИОННЫХ ЗАЩИТ ЛИНИЙ С ОТВЕТВЛЕНИЯМИ И АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ К КОРОТКИМ ЗАМЫКАНИЯМ НА СТОРОНЕ НИЗШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Ивановский государственный энергетический университет

При осуществлении дистанционной защиты (ДЗ) возникают значительные трудности в обеспечении требуемой чувствительности к коротким замыканиям (КЗ) в зоне резервирования – за трансформаторами ответвлений или на стороне НН автотрансформатора (АТ). Это определяется тем, что на замер сопротивления измерительного органа (ИО) ДЗ влияет подпитка с противоположной стороны защищаемого объекта. Кроме того, ИО сопротивления должен быть отстроен от максимального нагрузочного режима. Например, для ДЗ линии с ответвлением переток мощности по линии может быть таким, что сопротивление нагрузочного режима близко к замеру сопротивления при КЗ за трансформатором. Еще большие трудности возникают при двухфазных КЗ за трансформатором со схемой соединения обмоток «звезда - треугольник».

Для повышения чувствительности ДЗ трехконцевого объекта к КЗ на стороне низшего напряжения трансформатора предлагается выполнить дополнительное реле сопротивления, включаемое на сумму токов двух питающих сторон элемента, и напряжение одной из сторон, математически смещенное к точке подключения третьей стороны элемента.

В случае выполнения ДЗ линии с ответвлениями ИО сопротивления включается на напряжение на шинах подстанции в месте установки защиты, компенсированное падением напряжения на сопротивлении участка линии до ответвления, и сумму токов питающих концов линии. Замер сопротивления в этом случае определяется выражением

$$\underline{Z}_{зам} = \frac{\dot{U}_{ш1} - \dot{I}_1 \cdot \underline{Z}_1}{\dot{I}_1 + \dot{I}_2}, \qquad (1)$$

где $\dot{U}_{ш1}$ – напряжение на шинах подстанции в месте установки защиты; $\underline{Z}_{л1}$ – сопротивление участка линии до ответвления; $\dot{I}_1$ – ток в линии со стороны установки защиты; $\dot{I}_2$ – ток противоположного конца линии (при выполнении в качестве основной защиты продольной дифференциальной токовой защиты линии он уже имеется в терминале).

При выполнения ДЗ автотрансформатора замер сопротивления ДЗ стороны ВН АТ определяется следующим образом:

$$\underline{Z}_{зам} = \frac{\dot{U}_{ВН} - \dot{I}_{ВН} \cdot \underline{Z}_{ВН}}{\dot{I}_{ВН} + \dot{I}_{СН} / K_{T\,ВН-СН}}, \qquad (2)$$

где $\dot{U}_{ВН}$ – напряжение на шинах ВН АТ; $\underline{Z}_{ВН}$ – сопротивление обмотки ВН АТ; $\dot{I}_{ВН}$ – ток на стороне ВН АТ; $\dot{I}_{СН}$ – ток на стороне СН АТ; $K_{T\,ВН-СН}$ – коэффициент трансформации автотрансформатора.

В качестве подведенных величин возможно использование междуфазных напряжений и соответствующих им разностей фазных токов. Для предлагаемого ИО также возможно включение на фазные величины, что позволит обеспечить лучшую чувствительность при двухфазных

КЗ на стороне НН трансформатора. В этом случае для обеспечения несрабатывания ИО при КЗ на землю необходимо блокировать действие защиты.

И для ДЗ линии с ответвлением, и для ДЗ АТ при КЗ на стороне низшего напряжения реле оказывается как бы включенным в сеть с односторонним питанием. Поэтому влияние подпитки противоположного конца защищаемого объекта полностью устраняется и чувствительность предлагаемой защиты оказывается значительно выше существующей.

Кроме того, для обеспечения несрабатывания в режимах без КЗ предлагаемой ДЗ достаточно выполнить отстройку только от тока нагрузки защищаемой зоны. Для резервной защиты линии необходима отстройка от тока нагрузки только трансформатора ответвления, а в случае ДЗ автотрансформатора отстройка должна производиться только от нагрузки стороны НН автотрансформатора. По этой причине защита может обеспечить значительно лучшую отстроенность от нагрузочных режимов.

УДК 621.3.016.3

Д.С. МОЧАЛИН[1], В.Г. ТИТОВ[2]

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА НА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

ОАО «Гипрогазцентр»[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2]

Начиная с 2000 г. ОАО «Газпром» вопросы энергоэффективности и энергосбережения являются приоритетным направлением деятельности и представляют собой комплекс программных мер, направленных на рациональное использование и экономию расхода топливно-энергетических ресурсов [1].

Прогнозирование и планирование электропотребления на компрессорной станции – неотъемлемая часть экономии потребления топливно-энергетических ресурсов. Потребителями электроэнергии на компрессорной станции (КС) с газотурбинными газоперекачивающими агрегатами являются электродвигатели с короткозамкнутым ротором: маслонасосов, пожарных насосов, компрессоров, вентиляторов общеобменной вентиляции, вентиляторов воздушного охлаждения газа и запорно-регулирующей аппаратуры.

Объект исследования – проектируемые компрессорные станции на участке «Петровск-Писаревка» Магистральный газопровод «Уренгой-Новопсков». Выполнены расчеты основных показателей компрессорных станций: «Петровск», «Екатериновка», «Балашов», «Бубновка», «Калач». На основании полученных данных построены картограммы нагрузок на одной из компрессорных станций – КС «Петровск». Построенный график оценки потребления электроэнергии АВО газа и компрессорной станции позволяет сделать вывод, что охлаждение газа является наиболее энергоемким процессом (от 22 и до 48 % расхода электроэнергии на газотурбинной компрессорной станции).

Для оценки потребления электрической энергии АВО газа выполнен анализ исходных данных на участке «Петровск-Писаревка» газопровода «Уренгой-Новопсков» (установленная мощность АВО газа на каждой КС, пропускная способность КС в зависимости от режима работа АВО газа, потребление электроэнергии в течение года по месяцам, температура на входе и на выходе КС). Зависимости между переменными стохастичны, анализ зависимости выполнен по выборке из генеральной совокупности исходных данных.

Уровень значимости q = 0,1, по расчету в Matlab 6 выборочный коэффициент корреляции r = -0,25421755, статистика = 0,03117025, что меньше уровня значимости, корреляция значима. Так как выборочный коэффициент корреляции не учитывает суммарное взаимное влияние переменных, установить зависимость потребления электроэнергии от нескольких переменных позволяет теория множественной регрессии.

Поиск наилучшей регрессионной модели представляет собой довольно громоздкий

процесс. Нейронные сети обладают рядом преимуществ перед регрессионными моделями: сами подбирают вид функциональной зависимости по экспериментальным данным и являются адаптивной моделью, подстраивающей структуру сети под новые наблюдения и позволяющей объяснить довольно сложные связи между значениями расхода электроэнергии и показателями магистрального газопровода.

Следует отметить, что оптимизация системы управления АВО газа на компрессорной станции, а также рациональное применение автоматизированного частотно-регулируемого электропривода в совокупности с дискретной системой управления позволяет обеспечить высокие показатели транспорта газа, энергосбережения и ресурсосбережения, повысить надежность, долговечность работы оборудования и удобство обслуживания с диспетчерского поста АСУ КС и АСУ ГКС.

УДК 621.43

А. А. ЧАБУРКИН, Л. А. ЗАХАРОВ, А. В. ДЕГТЯРЁВ, И. Л. ЗАХАРОВ,
В. П. ШАДРИН, А. Н. ТАРАСОВ

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТОВ ВЛИЯНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНО НЕУСТРАНИМЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ ПДВС ЗАВОДА РУМО 8ЧН 23/30

Нижегородский государственный технический университет им Р. Е. Алексеева

Повышение технического состояния ПДВС на сегодняшний день остаётся одним из основных направлений обеспечения энергетической, экономической и экологической безопасности за счёт инженерных решений. Научные исследования, посвящённые данной проблеме, многочисленны и разнообразны. В то же время малоисследованным остаётся вопрос влияния принципиально неустранимых тепловых потерь (гибридного термодинамического цикла) ПДВС на термодинамические экономические характеристики. Научные публикации по этой проблеме в основном ограничиваются констатацией факта уменьшения технических потерь термодинамического цикла ПДВС с воспламенением от сжатия. При этом задача достижения необходимых характеристик рабочего цикла с помощью оптимальных характеристик рабочего цикла поднимаются реже, хотя имеет практически важное значение.

Основная задача данной работы – создание руководящей методики достижения необходимой картины гибридного «Отто-Тринклер» рабочего цикла, соответствующей оптимальным показателям смешанного смесеобразования. Этапы решения данной задачи можно обозначить следующим образом: 1) выбор критерия оценки технического состояния ПДВС по экономической безопасности, выраженного в количественных показателях; 2) определение связи критериев технического состояния и характеристик экономичности гибридного цикла; 3) разработка методики достижения наивыгоднейших термодинамических и индикаторных показателей путём изменения степени использования энергии свободного выпуска отработавших газов в конце процесса расширения гибридного рабочего цикла.

В работе было предложено три основных критерия оценки гибридного цикла: 1) степень уплотнения и поддержания наивыгоднейшей температуры стенок рабочей камеры цилиндра; 2) настройка органов выпуска и впуска на максимальный коэффициент наполнения; 3) теоретические расчёты подтверждены результатами проведённого эксперимента.

Таким образом, предложенная методика влияния принципиально неустранимых тепловых потерь на топливную экономичность, позволяет создать системный подход при решении задачи достижения экономической безопасности при использовании гибридного цикла ПДВС. Исследованиями установлено, что 70% принципиально неустранимых тепловых потерь используются на привод турбокомпрессора и более 30% на настройку максимального коэффициента наполнения и обеспечивают экономическую безопасность ПДВС.

Подсекция 2.2

Эффективность систем электроэнергетики

УДК: 620.92

Г.Я. ВАГИН, А.А. СЕВОСТЬЯНОВ, Е.Б. СОЛНЦЕВ, П.В. ТЕРЕНТЬЕВ

ВЛИЯНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА СРОК СЛУЖБЫ СОВРЕМЕННЫХ ЛАМП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Авторами проведено исследование влияния отклонений напряжения на светильники со светодиодными лампами (СДЛ) различных производителей (исследование температуры нагрева (табл.1) и срока службы СДЛ), которые в настоящее время используются при замене ламп накаливания в государственных (муниципальных) учреждениях и учреждениях сферы услуг в соответствии с п.8 ст. 10 Федерального Закона РФ № 261 – ФЗ.

Таблица 1

Измерение температуры ламп от изменения напряжения

Тип источника света	Максимальная температура нагрева в зоне установки ЭПРА, °С при напряжении, В								
	180	190	200	210	220	230	240	250	260
СДЛ Navigator 5 Вт	60,2	64,3	67,9	70,1	73,6	76,7	79,1	80,1	81,3
СДЛ Navigator 10 Вт	60,1	64,9	68,3	72,0	74,1	77,4	80,1	82,1	83,2
СДЛ Philips 9,5 Вт	55,4	58,1	60,6	64,0	72,3	75,4	77,7	78,1	80,0

Из табл. 1 видно, что увеличение питающего напряжения оказывает значительное влияние на нагрев СДЛ, в отдельных случаях максимальная температура нагрева СДЛ увеличивается до 15 % от температуры при номинальном напряжении.

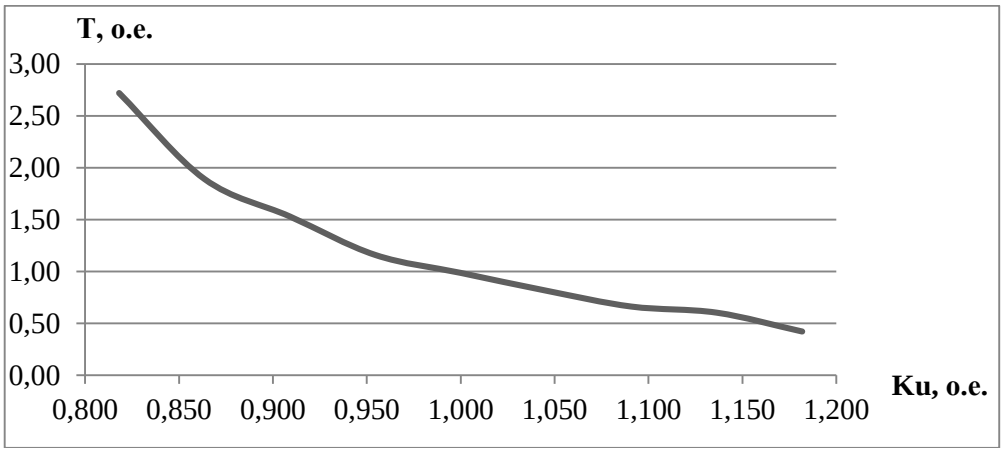


Рис. 1. Срок службы от отклонения напряжения для СДЛ Navigator 5 Вт

Большое влияние на срок службы современных ламп оказывает температура в месте установки электронной пускорегулирующей аппаратуры (ЭПРА). Фирма OSRAM устанавливает эту температуру равной 70 ºС. При увеличении этой температуры на 10 ºС срок службы ЭПРА сокращается вдвое.

Рассчитаны зависимости температуры нагрева ламп СДЛ от отклонения напряжения. Для уровня снижения светового потока на 30% определена зависимость срока службы в функции отклонения напряжения (рис. 1).

Понятие срока службы для СДЛ – это время работы, после истечения которого происходит снижение яркости светодиодов на 30-50%.

Из результатов исследования влияния отклонения напряжения на срок службы СДЛ видно (рис. 1), что при повышении питающего напряжения на 15% срок службы СДЛ снижается в два раза (снижение светового потока на 30%).

УДК 621.311.1

Г.Я. ВАГИН, Е.Б. СОЛНЦЕВ, О.Ю. МАЛАФЕЕВ

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИМ ОСВЕЩЕНИЕМ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наряду с заменой источников света, одним из направлений повышения энергоэффективности систем освещения является применение автоматических устройств включения/отключения освещения. Однако ввиду случайного характера воздействия автоматических устройств на систему освещения до сих пор оценка потенциала энергоэффективности устройств носила декларативный характер, необоснованный расчетами.

Был разработан метод, позволяющий провести оценку потенциала экономии электроэнергии в результате использования систем управления внутренним освещением. В основе метода лежит вероятностный подход определения влияния автоматических устройств на работу системы освещения. Для определения влияния датчика освещенности была построена модель, учитывающая широту местности объекта.

Метод расчета прост в реализации, а также позволяет эффективно оценить потенциал экономии электроэнергии автоматических систем управления освещением. Результаты оценки потенциала экономии электроэнергии приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценки потенциала экономии электроэнергии, о.е.

Тип системы управления	Режим работы		
	1 смена	2 смены	3 смены
Таймер	0,11	0,10	0,10
Датчик освещенности	0,31/0,26	0,23/0,20	0,10/0,09
Датчик присутствия	0,16	0,15	0,15
Таймера и датчик освещенности	0,41/0,37	0,33/0,30	0,20/0,19
Датчик освещенности и датчик присутствия	0,46/0,42	0,38/0,35	0,25/0,24

Примечание: в числителе приведен потенциал экономии для широты 43 град., в знаменателе - для широты 68 град.

Согласно полученным результатам, наибольший эффект экономии электроэнергии возникает при системе управления освещением, основанной на датчике освещенности и датчике присутствия; наименьший – при использовании таймера. Работа датчика освещенности зависит от широты местности, и при движении на север потенциал экономии уменьшается.

Полученные результаты для помещений с односменным режимом работы находятся в пределах значений, указываемых производителями и приведенных в обзорных статьях [1, 2].

Библиографический список

1. http://electricalschool.info/main/409-sistemy-avtomaticheskogo-upravlenija.html
2. http://led22.ru/ledstat/IR/ir.html

УДК 621.311

А. Ю. КЕЧКИН, Е.Н. СОСНИНА

ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Развитие малой распределенной энергетики (МРЭ) относится к приоритетным направлениям энергетической стратегии России до 2030 г. Техническим звеном МРЭ являются локальные системы электроснабжения (ЛСЭС) с генерирующими установками, расположенными в непосредственной близости от электропотребителя. Особое значение развитие МРЭ имеет для регионов, удалённых от сетевой инфраструктуры (70 % территории страны). Электропотребители данных зон – преимущественно населенные пункты с малочисленным населением (до 500 дворов), электрические нагрузки которых составляют от десятков до сотен кВт.

К основным проблемам ЛСЭС относятся: тяжелые условия транспортировки топлива, удаленность от центров снабжения и обслуживания, что обусловливает экономическую нецелесообразность подключения к ЛЭП и высокую стоимость топлива; большой износ энергетического оборудования; дефицит инвестиционных ресурсов; рост цен на ТЭР и, как следствие, увеличение объема дотаций из областных бюджетов на закупку и завоз топлива.

Наиболее распространенным источником электроэнергии ЛСЭС (в 98 %) являются дизельные электростанции (ДЭС), которых по стране насчитывается более 5 тыс. единиц и которыми вырабатывается порядка 1,8 млрд кВт·ч электроэнергии при ежегодном расходе топлива 6 млн т. Мощность ДЭС определяется максимальной потребляемой мощностью, которая в свою очередь определяется графиком нагрузки объекта электроснабжения. Неравномерность потребления электроэнергии приводит к существенному недоиспользованию установленной мощности ДЭС. В результате КПД резко снижается, а удельный расход топлива на выработку 1 кВт·ч электроэнергии увеличивается относительно их паспортных данных. Стоимость выработанной электроэнергии (в силу неэффективности работы ДЭС) колеблется от 5 до 25 руб./кВт·ч., при тарифе для населения 2,5-3,5 руб./кВт·ч (до 85 % затрат покрывается за счет региональных бюджетов).

Альтернативой ДЭС могут являться комплексы на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), отличающиеся повсеместным распространением, неисчерпаемым потенциалом и экологической чистотой. В соответствии с энергетической стратегией подразумевается увеличение доли нетопливной энергетики до 13 – 14 % до 2030 г., вплоть до «замещения локальной дизельной генерации». Однако практическое применение ВИЭ ограничивается их изменчивостью в пространстве и времени, низкой плотностью энергетических потоков, что приводит к зависимости электрогенерации от метеорологических условий, неравномерности выработки электроэнергии, появлению колебаний выходной мощности. Поэтому наиболее перспективным представляется создание ЛСЭС на основе комбинированного использования ВИЭ, но вследствие нестабильности последних необходима их параллельная работа с гарантированными источниками энергии на органическом топливе.

Для реализации направлений развития и повышения надежности ЛСЭС должны быть разработаны и широко внедрены инновационные технологии в сфере МРЭ, применены механизмы стимулирования развития и финансирования малой генерации, включая государ-

ственное партнерство с частными инвесторами, предоставление государственных гарантий, софинансирование, льготных кредитов и применение системы инвестиционных скидок всем участникам цикла с использованием ВИЭ за счёт средств бюджетов различных уровней.

Необходима стандартизация оборудования (разработка понятийного аппарата, общие технические требования, методы их испытания) и проектирование вариантных модулей объектов МРЭ на основе сочетаемых элементов (различные типы генерации, средства автоматизации и контроля, буферные накопители). Данный подход способствует ускорению циклов запуска новых разработок в производство, минимизации затрат на внедрение и распространение нового оборудования, специализации сервисной и информационной сети.

Практическая реализация проектов энергообеспечения потребителей ЛСЭС сегодня осуществляется в незначительных масштабах, что не позволяет в необходимой степени решить проблемы их электроснабжения.

УДК 621.3

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

АДАПТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ – РЕШЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ГЕКСАГОНАЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важным этапом на пути интеллектуализации энергетической системы России с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС) [1] является модернизация распределенной электрической сети. Авторами предложен подход к распределению электроэнергии – распределенная электрическая сеть гексагональной конфигурации [2].

Одно из необходимых условий реализации концепции гексагональных распределительных электрических сетей заключается в разработке адаптивных алгоритмов управления автоматического функционирования (ААУАФ). Каждому узлу гексагональной сети соответствует элемент информационной сети, который представляет собой комплексный модуль системы управления автоматическим функционированием (СУАФ) сети. Модуль осуществляет диагностику, защиту, измерение, контроль, учет, оперативное хранение гетерогенной информации. Модуль способен обеспечивать автономную работу при нарушении связи с другими устройствами. Также СУАФ осуществляет сбор, хранение, визуализацию и агрегацию получаемой информации для дальнейшего анализа при необходимости.

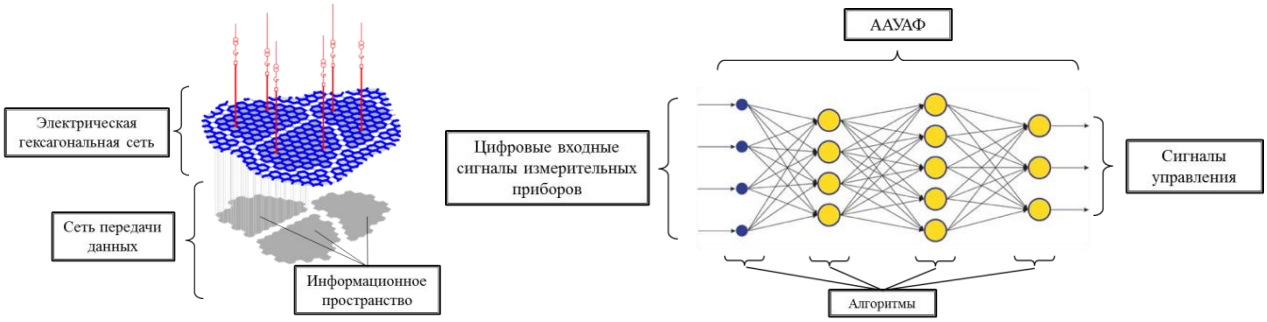


Рис. 1. Топология системы управления и структура комплексной реализация алгоритмов СУАФ

Автоматическое функционирование гексагональной сети основано на реализации различных алгоритмов в СУАФ. Унификация топологии сети дает возможность выделить ос-

новную классификацию алгоритмов, отработать их функционирование на простых схемах. Сеть передачи данных в общем виде может быть представлена как граф, в узлах которого находятся модули СУАФ, причем связи между узлами повторяют топологию сети электропередачи (рис. 1). Подобно электрической сети СУАФ образует информационные зоны, также взаимодействующие между собой автоматически.

Реализацию алгоритмов, составляющих ААУАФ, необходимо проводить комплексно в соответствии с уровнями взаимодействия алгоритмов сети (рис. 1).

Библиографический список

1. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной. Редакция 5.0. – М., 2012.
2. **Лоскутов, А.Б**. Интеллектуальные распределительные сети 10-20 кВ с гексагональной конфигурацией / А.Б. Лоскутов [и др.] // Промышленная энергетика. 2013. № 12. С. 3–7.

УДК 620

И.А. ЛУКИЧЕВА, Н.С. ЛЫСЕНКО, Л.О. НОСОВА, О.В. МАСЛЕЕВА

СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МИНИ–ТЭЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мини-ТЭЦ представляют собой теплосиловые установки, служащие для совместного производства электрической и тепловой энергии в агрегатах единичной мощностью до 25 МВт, независимо от вида оборудования. Модуль мини-ТЭЦ включает: двигатель; генератор электроэнергии; теплообменник для утилизации тепла от воды при охлаждении двигателя, масла и выхлопных газов. В мини-ТЭЦ возможно использование двигателей внутреннего сгорания: дизельных, газопоршневых и газотурбинных.

Целесообразность выбора двигателя для привода электрогенератора мини-ТЭС определяется целым рядом факторов, при этом при решении вопроса строительства мини-ТЭЦ в жилых районах экологический критерий может оказаться решающим.

Воздействие мини-ТЭЦ на окружающую природную среду происходит следующими способами:

- потребление природных ресурсов (органическое топливо, вода, воздух);
- загрязнение атмосферы продуктами сгорания топлива(оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_X) (в пересчете на NO_2), углеводороды $(CH)^1$, сажа (C)).
- физическое воздействие (шум, вибрация, электромагнитное излучение, тепловое загрязнение);
- загрязнение почвы образующимися отходами;
- отчуждение территорий для строительства мини-ТЭЦ,

В данной работе рассматривается тепловое загрязнение мини-ТЭЦ.

Тепловое загрязнение – тип физического (чаще антропогенного) загрязнения окружающей среды, характеризующийся увеличением температуры выше естественного уровня. Различают тепловое загрязнение гидросферы и атмосферы. Причиной теплового загрязнения водоемов является сброс нагретых вод из систем охлаждения ТЭЦ. Тепловое загрязнение приводит к уменьшению содержания кислорода в воде, изменению её химического и газового состава, цветению воды и увеличению содержания в воде микроорганизмов, уменьшению репродуктивной способности обитателей водоемов.

Основные источники теплового загрязнения атмосферы - выбросы в атмосферу нагретых отработанных газов и воздуха. Кроме того, при работе (тепловых) двигателей только часть тепла при сжигании топлива идет на совершение полезной работы, данная величина характеризуется КПД машины, остальная часть (около 60-80% в зависимости от типа двигателя) рассеивается в окружающей среде.

Тепловое загрязнение (потери тепла) является причиной создания тепловых островов, местной (искусственной) инверсии температур над источником, что приводит к развитию микроциркуляций атмосферы, изменению микроклимата и усложнению механизма переноса загрязнений.

Были проведены исследования теплового загрязнения мини-ТЭЦ в диапазоне мощностей от 10 до 1000 кВт. На мини-ТЭЦ используются двигатели газопоршневые, использующие в качестве топлива природный газ и биогаз, газотурбинные, использующие в качестве топлива природный газ, и дизельные двигатели. Удельное тепловое загрязнение (ГДж/кВт·г.) составляет: дизельные – 38, газопоршневые на природном газе – 59 , газопоршневые на биогазе – 67, газотурбинные – 138.

Выводы: минимальным тепловым загрязнением обладают дизельные мини-ТЭЦ, а максимальным мини-ТЭЦ с газотурбинными двигателями.

УДК 621.315.6

В.Л. ЛЯХ, Э.Д. ШУМИЛОВА, Е.К. ПЕРЕПИЧАЕНКО

ЗАЩИТА ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СЕТЯХ 6-35 КВ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Донбасский государственный педагогический университет (Украина)

Для защиты изоляции электрооборудования применяются ограничители перенапряжений (ОПН), при этом необходимо учитывать возможность его повреждения при возникновении в сети длительного режима однофазного короткого замыкания, который может существовать от нескольких минут до 6 и более часов при f = 50 Гц. Основную опасность составляют часто повторяющиеся импульсные перенапряжения кратностью менее 2,5Uф,max, для которых ОПН должен быть закрыт.

Условие отстройки: $2{,}5\frac{U_{\text{нрс}}}{\sqrt{3}}\cdot\sqrt{2}\le(1{,}224\div1{,}37)U_{\text{нро}}\sqrt{2}$,

где $U_{\text{нрс}}$ – наибольшее рабочее напряжение сети; $U_{\text{нро}}$ – длительно допустимое рабочее напряжение ОПН.

Далее проверяется, не приведет ли выбор ограничителей перенапряжений с $U_{\text{нро}} \approx 1{,}1\cdot U_{\text{нрс}}$ к опасному повышению остающихся напряжений на ОПН, что может снизить защиту изоляции до недопустимого уровня. Расчет остающихся напряжений для ОПН с $U^{\text{но}}_{\text{ро}} = 1{,}1U_{\text{нрс}}$ производится через коэффициенты «типовых кратностей».

Таблица 1

Расчетные значения *U*ост.к и *U*ост.г для силовых трансформаторов и реакторов с наименьшим уровнем изоляции (для уровня изоляции «а»)

Виды импульсных воздействий	Расчетные значения остающихся напряжений ОПН и нормируемые уровни защиты изоляции от перенапряжений, кВmax				
Наибольшее рабочее напряжение *U*нро, кВд	6	10	15	20	35
*U*ост.г при воздействии грозового импульса, *I*н=5 кА, 8/20 мкс	23,7 27	38,6 45	59,4 61	78,6 80	127,7 130
*U*ост.к при воздействии коммутационного импульса, *I*норм.к=500 А, 30/60 мкс	19,7 31,2	32,1 43,7	49,5 59,3	65,6 78,1	106,4 125

Примечание. Нижние значения в таблице – нормируемый уровень изоляции.

Таким образом, при выборе ОПН для защиты электрооборудования от перенапряжений в сетях с изолированной нейтралью 6-35 кВ и ненормируемым временем существования однофазного короткого замыкания выбор ОПН с наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением на 10 % выше наибольшего рабочего напряжения сети ($U_{\text{нро}}$ =1,1$U_{\text{нрс}}$) обезопасит ОПН от перегрева и последующего пробоя варисторов и обеспечит надёжную работу защищаемого оборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений.

УДК 621.316.11

А.А. МАЛОШЕНКО, В.Ю. ВУКОЛОВ

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ РАЗМЫКАНИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

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

Все электрические сети, вне зависимости от их конфигурации, номинального напряжения, вида и мощности нагрузок, должны обладать надежностью. Под надежностью электроснабжения будем понимать вероятность безотказной работы и наработку до отказа. Вероятность безотказной работы – основополагающая характеристика в любых расчетах при определении надежности сетей, а наработка до отказа покажет математическое ожидание времени безотказной работы.

Кроме обеспечения надежности электроснабжения, необходимо выполнить и другую задачу – обеспечить эффективность передачи электрической энергии (ЭЭ). В реальных сетях нагрузки на подстанциях и длины соединяющих их линий электропередач (ЛЭП) различны. Передача ЭЭ на большие расстояния не экономична вследствие увеличения потерь в ЛЭП, большего нагрева проводов, большей загрузки трансформаторов, а значит, в случае сокращения потерь, возможно по имеющимся сетям пропускать большую полезную мощность. Поэтому под эффективностью передачи ЭЭ будем понимать такой режим работы сети, при котором потери в элементах данной сети будут минимальны.

Распределительные сети работают в разомкнутом режиме. В настоящее время сетевые организации самостоятельно выбирают место размыкания таких сетей. Однако для эффективной и надежной работы сетей необходимо разработать методику по размыканию распределительных сетей. При размыкании сети необходимо обеспечить следующие характеристики: безотказность электроснабжения, безопасность, необходимое качество ЭЭ, низкий уровень потерь в сети. Причем относительный вес каждого параметра примерно одинаков.

При рассмотрении существующего участка распределительной сети Кстовского района оказалось, что выбранный сетевой организацией режим работы не является оптимальным по уровню потерь и параметрам надежности электроснабжения.

С помощью программы *Project* 2.13 был произведен расчет режима сети с различными местами размыкания. По результатам расчета были определены потери активной и реактивной мощности для каждого варианта размыкания, а также уровни напряжения в узлах. Определялись следующие показатели надежности: вероятность безотказной работы и наработка до отказа по формулам из литературы. По результатам расчетов установлено, что наиболее экономичным и одновременно надежным является режим работы сети, при котором отключена с одной стороны наиболее протяженная воздушная линия (ВЛ). Отключение производится только с одной стороны, поскольку при отключении ВЛ с двух сторон потери в связи с этим в сети не уменьшатся, а надежность уменьшится- что неприемлемо. Как правило, невозможно добиться одновременно и высокой надежности электроснабжения, и минимума потерь, но в данном случае с отключением наиболее протяженной ВЛ сеть была разбита на два участка с близкими значениями интенсивности отказов. Потери мощности в линиях при

этом снизились на 21 кВт, вероятность безотказной работы увеличилась почти в два раза и составила 0,132 вместо 0,07, наработка до отказа увеличилась на 31% и стала равной 4326 ч, вместо 3297 ч, напряжение в эффективном по потерям режиме осталось в пределах допустимых значений.

Проведенные исследования показывают, что размыкание распределительных сетей целесообразно проводить с учетом не только параметров линий электропередачи и нагрузок на подстанциях, но и параметров интенсивности отказа каждого элемента сети. В результате это позволяет добиться учета надежности электроснабжения и сокращения потерь передачи ЭЭ при выборе режима работы сети.

УДК 621.311

О.В. МАСЛЕЕВА, Е.В. КРЮКОВ

РАСХОД ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОИЗВОДСТВО ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существенная роль в энергетической стратегии России на период до 2030 г. отводится развитию использования новых возобновляемых источников энергии и энергоносителей. Вовлечение в топливно-энергетический баланс таких ВИЭ, как солнечная, ветровая, геотермальная энергия, биоэнергия и других, позволит сбалансировать энергетический спрос и снизить экологическую нагрузку со стороны предприятий энергетики на окружающую среду.

Основными загрязнителями окружающей среды и потребителями невозобновляемых природных ресурсов являются традиционные источники энергии. Альтернативные источники энергии помогают решить проблему устойчивого развития человечества за счет использования возобновляемых ресурсов и снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха, воды и почвы.

В данной работе рассматриваются энергетические установки, использующие ветровую и солнечную энергию, а также малые гидроэлектростанции.

В процессе эксплуатации возобновляемых источников энергии не происходит загрязнения атмосферного воздуха, гидро- и литосферы. Однако для общей экологической оценки необходимо учитывать экологическое воздействие энергоустановок ВИЭ на окружающую среду в процессе их производства.

В данной работе приведены результаты исследования по оценке расхода электрической энергии в процессе производства энергоустановок на возобновляемых источниках энергии. Оценивались следующие марки энергоустановок ВИЭ мощностью 30 кВт: ветрогенератор «Муссон», мини-ГЭС ИНСЭТ Пр 30, солнечный модуль Saana 250 LM3 MBW (120 шт). В состав ветровой энергоустановки входит: ветрогенератор и опора – из стали, лопасти – из пластика; мини-ГЭС – из стали; солнечные: модуль из кремния, корпус – из алюминия и стекла, опора – из стали; аккумулятор – свинец, серная кислота и пластмассовый корпус. Массы кабелей и устройств управления приблизительно одинаковые во всех случаях, поэтому в расчетах не учитывались.

Был рассчитан общий расход электрической энергии на производство энергоустановок ВИЭ по удельным расходам электроэнергии для каждого материала. Для ВЭУ расход составил 2786,62 кВт·ч, СЭУ – 13922,22 кВт·ч, мини-ГЭС – 1380 кВт·ч. Анализ показывает, что наиболее энергоемким является производство солнечных энергоустановок.

Для экологической оценки расхода электроэнергии на процесс производства энергоустановок ВИЭ были проведены расчеты выбросов вредных веществ в атмосферный воздух при сжигании топлива.

Результаты исследования показали, что:

- в процессе производства всех возобновляемых энергетических установок происходит загрязнение окружающей среды;
- минимальный уровень загрязнения соответствует производству мини-ГЭС;
- максимальный уровень загрязнения соответствует производству солнечных энергоустановок.

УДК 621.331.3.025.1

П.В. МОРОЗОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР ТЯГОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОЛНУЮ СИММЕТРИЮ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В ТРЕХФАЗНОЙ СЕТИ

Новосибирский государственный университет

Нормы качества электроэнергии обеспечивают уровень электромагнитной совместимости для кондуктивных электромагнитных помех в системах тягового электроснабжения переменного тока. Искажения режимных параметров в питающей электрической сети ЭЭС следует рассматривать как кондуктивные помехи, обусловленные влиянием процесса преобразования нечетного количества фаз в четное, некратное трем.

Выполнены исследования путей усовершенствования подстанций с числом фаз на вторичной стороне, некратным трем. Усовершенствование подстанций сводятся к изменению их структуры. Рассмотрены подстанции с одно- и трехфазным трансформатором, с трехфазно-двухфазным трансформатором по схеме Вудбриджа и трехфазно-двухфазным трансформатором по схеме Скотта.

Проведен детальный анализ режимов работы для каждого из перечисленных схемных решений подстанций с использованием символического метода расчета электрических цепей переменного тока и векторных диаграмм. Предложена упрощенная математическая модель для расчета токов в первичной линии электропередачи на основе токов во вторичных цепях трансформаторов и оценки коэффициента несимметрии, так как известная модель, основанная на непосредственном применении законов электротехники, является слишком громоздкой и неудобной.

Комбинированная подстанция, состоящая из трехфазного и однофазного трансформаторов, дает несимметрию по току 0 %. Схема Вудбриджа состоит из трехфазных трансформаторов, включенных на первичной стороне по схеме «звезда», а на вторичной – по схеме «треугольник». Она дает такую же несимметрию. В то же время для трехфазного трансформатора в комбинированной схеме несимметрия составляет 100%. Недостатками таких схем является перегрузка одной из фаз и недоиспользование двух других фаз у каждого из трехфазных трансформаторов, их излишняя громоздкость и невозможность обратного преобразования числа фаз.

Необходимо отметить, что схема Вудбриджа обладает теми же недостатками, что и комбинированная. Кроме того, структура данной схемы из-за наличия трех трехфазных трансформаторов и выходного автотрансформатора является весьма громоздкой. Наконец, существенный недостаток схемы Вудбриджа –необратимость, которая не позволяет в случае необходимости преобразовать две фазы в три.

Рассматривается обеспечение симметрии загрузки фаз на подстанциях путем применения трансформаторов, включенных по схеме Скотта, которая свободна от недостатков упомянутых схемных решений. Доработка исходной схемы Скотта путем расщепления вторичных обмоток позволила осуществить преобразование трех фаз в четыре. Равенство токов

во вторичных обмотках и 90-градусный фазовый сдвиг между ними обеспечивает симметрию токов в первичных обмотках.

Схема Скотта является наиболее приемлемой структурой преобразователя, который обеспечивает нулевую токовую несимметрию при равномерной загрузке как вторичных, так и первичных обмоток.

УДК 621.311

Б.В. ПАПКОВ[1], А.С. МАЛЬЦЕВ[2]

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[1],
ОАО «НИАЭП»[2]

Надёжность, живучесть, безопасность и экономичность современных АЭС обеспечивается на всех стадиях жизненного цикла: прогнозирование, проектирование, строительство, монтаж, пуск, эксплуатация, утилизация. АЭС – большая техническая система с возможностью возникновения аварий, отказов, технологических нарушений, сбоев, инцидентов, сопровождающихся технико-экономическими, экологическими, социальными и другими последствиями. Крупнейшие техногенные катастрофы АЭС «Три-Майл-Айленд», Чернобыльской, «Фукусима» показали их цену. Естественно, что особое внимание должно уделяться качеству выполнения проектных работ. По оценкам некоторых экспертов, затраты на устранение проектных ошибок достигают 40% затрат от конечной стоимости объекта.

Результаты деятельности крупнейших российских компаний, проектирующих схемы выдачи мощности и собственные нужды АЭС, показывают, что наиболее часто возникают следующие основные ошибки, источники которых обнаруживаются в подсистемах: сбора и обработки исходных данных при предоставлении неточной, нечёткой, неопределённой исходной информации; обоснования проектных решений техническими и экономическими расчётами, сметами; процессов проектирования, регламентированных нормативными документами; корректировки технического задания, определения промежуточных и окончательных сроков выполнения проекта; материально-технического снабжения при поставках оборудования частично несоответствующего заявленным параметрам; автоматизированного проектирования (САПР) и в программных продуктах; нормативно-технической и правовой базы проектирования; регламентов взаимодействия проектировщиков, смежников, субподрядчиков и заказчиков; управления исполнителями проекта, подготовки кадров и в ряде других.

Для минимизации ряда последствий возможных ошибок проектирования подсистем электрической части АЭС необходимо: исключить возможность несоответствия заказных спецификаций разработанной документации с помощью внедрения САПР; обеспечить соответствие проекта международной системе качества проектных работ на базе ISO 9001; применение концепции Multi-D, позволяющей трёхмерную визуализацию принятых решений; внедрение АСУП, например, на базе MS Project для четкого регламента взаимодействия всех заинтересованных сторон; разработать и внедрить систему оценки возможных потерь (ущерба) при отказах, чрезвычайных ситуациях, отклонениях режимов от проектных; разработать и внедрить систему классификации, оценки и управления рисками возможных проектных ошибок; обеспечить квалифицированную экспертизу проектных решений; периодически проводить повышение квалификации всех руководящих и технических исполнителей, а также обеспечивать ряд других мероприятий, повышающих качество проектных работ.

Поскольку проблема выявления и устранения ошибок проектирования является сложной инженерной задачей, для её эффективного решение требуется использование математи-

ческого аппарата современной прикладной математики, включающего теорию вероятностей и математической статистики, теорию больших технических систем, теорию надёжности, теорию принятия решений в условиях неопределённости, теорию управления проектами, теорию рисков и др. Только тогда можно будет с уверенностью принимать проектные решения с минимальным уровнем систематических и случайных ошибок.

УДК 621.31

А.А. СЕВОСТЬЯНОВ, А.Д. ВОЛГУНОВ

К ВОПРОСУ О НОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

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

Начиная с 2000 г. в Российской Федерации проводятся изменения, касающиеся контроля качества электрической энергии. Нормы качества электрической энергии, методы и процедуры измерений устанавливал [1]. В 2000 и 2002 гг. были введены два РД, которые определили процедуры выполнения измерений, обработки и представления результатов.

На сегодняшний день в области нормировании качества электрической энергии действуют стандарты [1, 2] и введенные 1 января 2014 г. межгосударственные стандарты [3, 4, 5]. Стандарт [2], введенный 1 января 2010 г., имеет отличия от [1] в части значений норм качества электрической энергии, которые приближены к значениям, указанным в европейских нормативных документах. Также были изменены интервалы усреднения показателей качества электрической энергии, отчетные периоды, введены понятия «маркированные данные», «интергармонические составляющие», «прерывания напряжения», введена классификация провалов, прерываний напряжения и перенапряжений. В новом стандарте исключены режимы наименьших и наибольших нагрузок, отсутствуют нормально допустимые отклонения напряжения, указаны только предельно допустимые отклонения напряжения (±10%) в точках передачи электрической энергии. Допустимые уровни напряжения на зажимах электроприемников теперь определяются характеристиками самого электроприемника. В электрических сетях среднего и высокого напряжений вместо значений номинального напряжения применяется согласованное напряжение.

Некоторые несоответствия нового стандарта с европейскими нормами раскритикованы многими авторами, так как требования необоснованно завышены. Так, нормы отклонения частоты существенно затрудняют внедрение источников малой генерации в распределительных сетях. Однако с подобной критикой можно и не согласиться, оценив завышенные требования как меру, направленную на скорейшую замену устаревшего и ветхого электрооборудования с учетом специфики соблюдения нормативных документов в Российской Федерации. Кроме того, в [2] отсутствуют методы измерений и положения по организации контроля качества электрической энергии. Вместо этого [2] ссылается на введенные в 2008 г. стандарты, которые 1 января 2014 г. были заменены стандартами [3] и [4]. Стандарты 2008 г. потребовали обновления парка измерительных приборов для измерения показателей качества электрической энергии.

Оба стандарта [1, 2] на сегодняшний день действующие. Энергоснабжающим организациям предлагается по своему усмотрению использовать нормы того или иного стандарта. С 1 июля 2014 г. вместо стандартов [1] и [2] вводится межгосударственный стандарт [6], который во многом повторяет [2]. В новом стандарте даются ссылки на [3] и [4]. Однако стандарты [3, 4] ссылаются на определения и нормы, указанные в давно устаревшем стандарте [1], что вносит некоторую неразбериху. Очередное изменение стандартов потребует лишь изменения эксплуатационной документации средств измерений показателей качества электроэнергии, над чем уже начали работать производители.

В итоге, с 1 июля 2014 г. будет действовать следующий набор стандартов: [3], [4], [5], [6]. Эти стандарты определяют нормы качества электрической энергии, а также методы измерений показателей качества электрической энергии и положения по организации контроля качества электрической энергии.

Библиографический список

1. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М., 1997.
2. ГОСТ Р 54149-2010 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М., 2010.
3. ГОСТ 30804.4.7-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств. – М., 2013.
4. ГОСТ 30804.4.30-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии. – М., 2013.
5. ГОСТ 32145-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М., 2013.
6. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М., 2013.

УДК 621.311.26

Е.Н. СОСНИНА, Д.А. ФИЛАТОВ

О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ВИЭ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема разработки энергоэффективных систем электроснабжения (СЭС) с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ) обуславливает актуальность задачи оптимизации выбора энергетических установок (ЭУ) на ВИЭ. Решение данной задачи включает разработку методик и математических моделей обоснования выбора оптимальной конфигурации и состава электротехнических комплексов с ЭУ на ВИЭ, учитывающего режимы поступления первичных источников энергии, графиков электрической нагрузки потребителей и др., а также создание базы данных технических характеристик ЭУ на ВИЭ различных производителей.

Авторами разработана методика многокритериального выбора ЭУ на ВИЭ, учитывающая как суммарное влияние разнородных критериев (энергетических, экологических, экономических, социальных), так и уровень (ценность) влияния каждого отдельного критерия на достижение конечного результата – выбор оптимального сочетания ЭУ на ВИЭ в составе электротехнического комплекса.

Алгоритм многокритериального выбора включает шесть основных блоков:

1) отбор ЭУ из автоматизированной информационной базы данных (АИ БД) с применением критерия Парето;
2) приведение оценок объектов по характеристикам к безразмерному виду;
3) определение коэффициентов ценности критериев оценки;
4) определение взвешенных оценок ЭУ;
5) комплексная оценка ЭУ. Расчет суммы взвешенных оценок;
6) применение функции полезности.

Разработанная методика позволяет оценить оптимальные конфигурацию и состав электротехнических комплексов с ЭУ на ВИЭ и направлена на повышение эффективности проектирования систем электроснабжения с ВИЭ.

УДК 621.64(083.7)

Е.А. СУББОТИНА

СОПОСТАВЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ И РАСЧЕТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Лаборатория теплофикации ОАО «ВТИ»

Для оценки эффективности работы трубопроводов тепловых сетей проводится сопоставление фактических режимных показателей с их расчетными значениями. К режимным показателям относятся удельный расход сетевой воды на отпущенную тепловую энергию, перепад температур между подающей и обратной линиями, а также температура сетевой воды в обратной линии. Приведенные по приборам учета показатели (фактические) сопоставляются с расчетными (нормируемыми) значениями, принимаемыми на основании материалов по разработке режимных характеристик трубопроводов тепловых сетей.

С целью приведения нормируемых показателей в сопоставимые условия по температурам воды в подающей линии при анализе проводится их определение по приведенным температурам наружного воздуха, получаемым путем горизонтального переноса точек с фактическими температурами в подающей линии до их пересечения с температурным графиком подающей линии. Необходимость корректировки вызвана тем, что нормативные показатели определяются при условии соблюдения температурного графика тепловой сети. Для сопоставления могут быть приняты средненедельные параметры при отрицательных температурах наружного воздуха (на диапазоне качественного регулирования) и одна точка при положительных температурах, для которых температура сетевой воды в подающей линии соответствует принятой при разработке нормативных характеристик.

В тепловых сетях при всех температурах наружного воздуха допустимое отклонение температур сетевой воды в подающей и обратной линиях, а также расход сетевой воды на отпущенную тепловую энергию не должен превышать 3–4%, согласно «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей».

Завышение удельных расходов воды в сети может привести к завышению по сравнению с расчетными значениями температур в обратной линии и занижению располагаемого (срабатываемого) перепада температур между подающей и обратной линиями на котельной.

Сопоставление фактических и расчетных показателей эксплуатации трубопроводов тепловых сетей позволяет проанализировать работу тепловых сетей в целом, выявить проблемы, возникающие в процессе многолетней эксплуатации и предложить современные надежные методы их решения.

Для примера можно рассмотреть Предприятия №3 Филиала №2 «Мостеплоэнерго» ОАО «МОЭК».

В целом за рассматриваемый период (январь-март 2012 г.) завышение удельных расходов воды при соблюдении температурного графика оценено в 7% по сравнению с нормируемой величиной при завышении (ориентировочно) на 5–7% температуры в обратной линии. Такие значения обусловливаются в основном занижением температуры в подающей линии, загрязнением систем отопления зданий, а также плохой наладкой и регулировкой систем теплопотребления тепловых пунктов без приборов учета, в основном находящихся на балансе абонентов.

УДК 621.316.72

А.И. ЧИВЕНКОВ, Р. Ш. БЕДРЕТДИНОВ

О СПОСОБАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0,4 кВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Низкое качество электрической энергии, характерное для электрических сетей 0,4 кВ [1], и отсутствие регулирования напряжения данного класса делает актуальным разработку средств регулирования в распределительных электрических сетях.

Известен достаточно широкий спектр современных типов регуляторов напряжения [2]. По конструктивному исполнению их можно разделить на две группы – механические и бесконтактные. К механическим регуляторам относятся устройства ПБВ и РПН. Данные устройства обеспечивают дискретное регулирование напряжения путем изменения коэффициента трансформации трансформатора. К недостаткам механических регуляторов следует отнести высокий износ контактов и низкое быстродействие. Бесконтактные устройства регулирования на базе элементов силовой электроники позволяют реализовать как дискретное, так и импульсно-фазовое регулирование. Указанные регуляторы отличаются высоким быстродействием и многофункциональностью, однако при своей работе могут генерировать высшие гармонические составляющие тока и напряжения.

К перспективной группе регуляторов относятся устройства, основанные на технологиях *D-FACTS (Distribution Flexible Alternative Current Transmission Systems)*. Данные устройства решают вопросы регулирования потоков мощности в распределительной электрической сети. При этом во время работы устройств на основе D-FACTS не происходит генерирование высших гармоник тока и напряжения.

Выбор способов и средств регулирования напряжения должен определяться поставленными задачами.

Библиографический список

1. Линвит-сертификации электроэнергии [Электрон. ресурс]. – URL: http://www.linvit.ru (дата обращения: 25.03.2014).
2. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью / под ред. акад.РАН В.Е. Фортова, А.А. Макарова. – М.: ОАО «ФСК ЕЭС», 2012. – 235 с.

УДК 621.311.24+681.5.037.7

А.В. ШАЛУХО, И.А. ЛИПУЖИН, Е.В. КРЮКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ВЕТРОУСТАНОВКИ В СОСТАВЕ ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие локальных систем электроснабжения с ветроэнергетическими установками (ВЭУ) в удаленных населенных пунктах Севера и Дальнего Востока страны позволит вдвое сократить завоз топлива, повысить уровень региональной энергетической безопасности. При использовании в системе генерирования разнохарактерных источников соизмеримой мощности возникает проблема обеспечения их устойчивости. Вопросы устойчивости работы возобновляемых источников энергии, в частности ВЭУ, практически не изучены.

Устойчивость работы ВЭУ зависит от правильности подбора характеристик турбины и генератора, а также от их конструкции и параметров.

Построены мощностные и моментные характеристики ВЭУ при различных скоростях ветра (рис. 1). Анализ характеристик показал, что для рассматриваемой ВЭУ обеспечивается устойчивый режим работы как при вертикальной характеристике генератора с постоянной частотой вращения (линии *2, 3, 4*), так и при наклонной характеристике с переменной частотой (линия *1*).

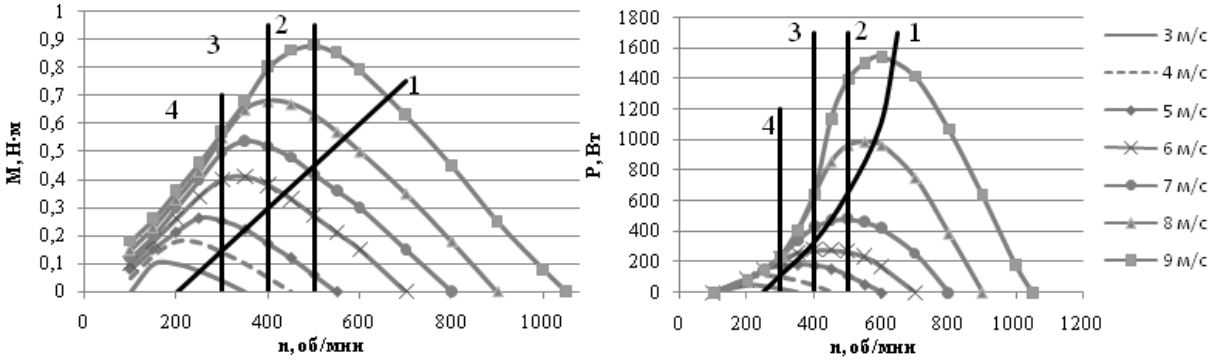


Рис. 1. Мощностные и моментные характеристики ВЭУ при различных скоростях ветра

Выполнен анализ влияния типа генераторов и турбин на устойчивость ВЭУ. На основе полученных результатов разработаны рекомендации по повышению устойчивости работы ВЭУ в составе локальных систем электроснабжения. Так, с точки зрения устойчивости в современных ВЭУ предпочтительно применение асинхронизированных синхронных генераторов. Их основное преимущество заключается в способности генерировать напряжение постоянной частоты при переменной частоте вращения. По типу ветротурбин предпочтительнее вертикально-осевые ВЭУ, поскольку они характеризуются эффективной работой при любом направлении ветра, меньшей занимаемой площадью, простотой конструкции, меньшим уровнем шума, большим сроком службы рабочих частей.

Для исследования влияния на устойчивость внешних возмущений, под которыми понимаются изменения скорости ветра и величины нагрузки, разрабатывается имитационная модель локальной системы электроснабжения с ВЭУ.

На основе полученных результатов будут разработаны рекомендации по повышению устойчивости в локальных системах электроснабжения с ВЭУ, которые должны обеспечивать методологическое сопровождение проектирования подобных систем.

Подсекция 2.3

Преобразователи параметров электрической энергии

УДК 621.373.826

Я. Э.БАРКОВСКИЙ, А.В. БОБРОВА, В.А. ГРАЧЕВ, Т.С.ЛУКОЯНОВА

ВЛИЯНИЕ ПАРАЗИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНЫХ ДИОДОВ НА ПОЛОСУ ПРОПУСКАНИЯ КАНАЛА ВОЛС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МОДУЛЯЦИИ ТОКА НАКАЧКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, наряду с системами передачи цифровых сигналов, активно развиваются системы передачи широкополосных аналоговых СВЧ сигналов по волоконно-оптическим линиям связи. Это связано с необходимостью снижения потерь при передаче сигналов между удаленными СВЧ блоками и антеннами. Для реализации аналоговых ВОЛП используются оптические приемо-передающие модули, которые имеют не только необходимый частотной диапазон, но и обеспечивают требуемый динамический диапазон, имеют низкий уровень собственных шумов и могут качественно работать в заданном диапазоне температур.

В современных волоконно-оптических системах передачи информации в качестве источников модулированного оптического сигнала широко применяются полупроводниковые лазеры с распредёленной обратной связью (в англоязычной литературе Distributed Feedback Laser, DFB) с длиной волны излучения 1,55 мкм и выходной мощностью до 50 мВт. DFB-лазеры, представляющие собой модификацию простейших лазерных диодов с резонатором Фабри-Перо, обладают более сложной технологией изготовления. Главными преимуществами DFB-лазеров являются обеспечение высокостабильного режима одномодовой генерации, а также уменьшение зависимости длины волны лазера от тока инжекции и температуры.

В технике оптических систем передачи наиболее часто благодаря своей относительной простоте применяется прямая модуляция тока накачки лазера. Однако необходимо учитывать, что на полосу пропускания аналогового волоконно-оптического тракта существенное влияние могут оказывать паразитные RLC-параметры лазерного диода: сопротивление кристалла и его емкость, индуктивности выводов, паразитные параметры корпуса и т.д. Отсюда возникает необходимость разработки драйверов, имеющих возможность компенсации паразитных реактивных сопротивлений лазерного диода. Для обеспечения согласования лазера с драйвером необходимо обладать информацией об RLC-параметрах лазера, однако в настоящее время производители полупроводниковых лазеров не указывают не только RLC-параметры, но даже полное сопротивление своих излучателей.

В данной работе представлена схема замещения лазерного излучателя, описывающая его электрические параметры. Для измерения полного сопротивления была собрана установка на основе векторного анализатора цепей. По зависимостям активной и реактивной составляющих полного сопротивления излучателя от частоты были произведены расчеты параметров эквивалентной схемы лазерного диода. Полученные результаты позволяют оптимизировать схему модулятора для получения максимальной ширины полосы пропускания и минимальной неравномерности коэффициента передачи в ней.

УДК 629.113

Д.В. ГАРЕВ, М.П. ТЮРИКОВ, Д.А. ХРАМОВ, А.А. КУЗНЕЦОВ, К.О. ГОНЧАРОВ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Выбор аккумуляторных батарей на стадии проектирования электрической части электротранспорта является не менее важной задачей, чем выбор электродвигателя. В настоящее время в НГТУ им. Р.Е. Алексеева ведутся работы, связанные с проектированием силовой установки высокоскоростного водного маломерного транспорта, движущегося на электрической энергии. Проект «Солнечная регата», реализуемый совместно тремя институтами – ИТС, ИНЭЛ и ИНЕУ, ставит целью эффективное накопление электрической энергии солнечных батарей в АКБ и отдаче ее электродвигателю судна.

Аккумуляторные батареи определяют такие важные параметры, как дальность хода, безопасность и удобство эксплуатации. Правильный выбор батарей избавляет от ряда проблем, которые могут возникнуть при дальнейшей эксплуатации транспортного средства. В настоящее время на рынке, наряду с традиционными аккумуляторами, все большее распространения получают новые технологии. Поэтому сравнительный анализ аккумуляторных батарей является наиболее целесообразным.

Наиболее широкое применение получили свинцовые аккумуляторы (SLA). Применяют стартовые аккумуляторы в автомобилях, тяговые – на электротранспортных средствах, аварийные – в управляющих процессами автоматизированных системах, накопительные системы – в энергосистемах альтернативной энергетики. Из-за небольшой стоимости, оптимальной емкости и мгновенной способности отдачи большого тока этот вид батарей стал распространенным. Батарея имеет свинцовые пластины в каждом аккумуляторе и заполнена электролитом на основе серной кислоты и дистиллированной воды. Конструктивное устройство аккумулятора может быть двух типов: свинцово-кислотные обслуживаемые аккумуляторы и свинцово-кислотные необслуживаемые аккумуляторы.

Среди необслуживаемых наиболее распространены гелевые GEL. Это необслуживаемые герметизированные батареи (свинцово-кислотные) с гелеобразным состоянием электролита (в обычном аккумуляторе – жидкое) и высокой стабильностью электрических характеристик при движении и перемещении. Недостатком GEL-аккумуляторов являются зависимость их параметров от температуры окружающей среды и высокие требования к стабильности тока при заряде.

Кислотные аккумуляторы типа AGM относятся к необслуживаемым батареям. Изготовлены по технологии абсорбированного в стекловолоконной материи электролита, менее чувствительны к окружающим температурам, но также требуют стабильной (не хуже +/-1%) зарядки. Широко используются в изделиях солнечной энергетики: электровелосипедах, электроскутерах и др.

Наиболее перспективными в электротранспорте являются литиевые аккумуляторы (Li-ion), «питающие» электромобили, электровелосипеды, служащие накопителями энергии во всех видах альтернативной энергетики. Литиевые аккумуляторы используют положительно заряженные ионы лития в качестве переносчика тока. К преимуществам подобного вида батарей относят: высокую емкость; большое количество циклов заряда-разряда; повышенный ресурс работы; отсутствие «эффекта памяти»; быструю зарядку; сравнительно небольшой вес; низкий саморазряд и способность работать в низкотемпературных условиях. Среди недостатков специалисты отмечают высокую стоимость и необходимость наличия системы, контролирующей заряд/разряд. Одним из видов литиевые аккумуляторов является литий-железо-фосфатный аккумулятор ($LiFePO_4$, LFP), наиболее востребованный для электротранспорта и альтернативной энергетики. Рабочее напряжение таких батарей 3,3 В, циклов заряда-разряда более 2000, срок хранения 15 лет.

УДК 629.113

Д.А. КОЛЕСНИЧЕНКО, Д.В. ГАРЕВ, Д.А. ХРАМОВ, А.А. КУЗНЕЦОВ

ВОПРОС ВЫБОРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ МАЛОМЕРНОГО СУДНА КЛАССА SOLAR REGATTA

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в НГТУ им. Р.Е. Алексеева ведутся работы по созданию маломерного судна, движущегося на энергии солнца и участвующего в международном проекте «Солнечная регата». Студенты – инженеры и экономисты проекта трех институтов ИТС, ИНЭЛ, ИНЭУ встают перед выбором производительного и надежного электродвигателя для судна. Известно, что на маломерном водном транспорте в качестве основного или дополнительного движителя применяются двигатели на электрической тяге (рис. 1). Электродвигатели бесшумны, экологически чистые и обладают большой тягой. Устанавливаются практически на любое судно от одноместных надувных лодок до многоместных катеров. Недостатки электродвигателей сводятся к невысокой скорости передвижения, не более 5–7 км/ч, невозможности передвижения при сильном течении или сильном ветре.



Рис. 1. Лодочный электромотор

Выделяют несколько основных производителей электродвигателей для водного транспорта: Minn Kota, Nissamaran, Flover, WaterSnake. При сравнении двигателей одного класса электродвигателей для лодок с максимальным весом от 750 кг до 800 кг основное принципиальное различие состоит в максимальном потребляемом токе, развиваемой тяге, а также в массово-габаритных параметрах. С точки зрения снижения массы, что выступает существенным фактором во время проведения соревнований «Солнечная регата», наиболее легким (m = 6,8 кг) является модель F33T от Flover, однако тяга двигателя составляет 15 кг, что снижает скоростные характеристики судна. Исходя из максимальной тяги электродвигателя моторы Minn Kota Endura 36 и Nissamaran Ecomotor 36 pro обладают сходными параметрами с тягой в 16,5 кг, наибольший показатель у двигателя WaterSnake модели FT44TH, – тяга составляет 19,5 кг. Если в характеристиках электродвигателя указана только «тяга» (кг или Lb (фунты)), то для подбора необходимой мощности можно воспользоваться табл. 1.

Таблица 1

Максимальная масса лодки, кг	500	600	700	800	1000	1200
Требуемая тяга, кг	13,6	15,4	16,8	18,1	20,4	25,0
Требуемая тяга, lb (фунты)	30	34	37	40	45	55

Важным параметром электродвигателей является максимальный потребляемый ток, исходя из параметров которого происходит подбор аккумуляторных батарей. Здесь наибольший показатель по потреблению у наиболее мощного мотора WaterSnake – 40А.

Также возможны две принципиально разных системы управления двигателем – ручная и ножная. Ручное управление аналогично управлению обычных подвесных бензиновых моторов - поворот направления румпелем, вращение ручки «газа» добавляет или уменьшает ход, переключая двигатель на другую рабочую скорость. Двигатели с вариаторным управлением переключают скорости плавно, без щелчков.

УДК 621.316

И.М. ТРОФИМОВ

АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ФАЗОПОВОРОТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во всём мире наблюдается постоянный рост потребления электроэнергии. Одним из путей увеличения количества доступной для потребителя электроэнергии является уменьшение потерь при передаче электроэнергии в электросетях. Поэтому актуальной задачей преобразовательной техники является разработка устройств, осуществляющих снижение потерь при передаче электроэнергии.

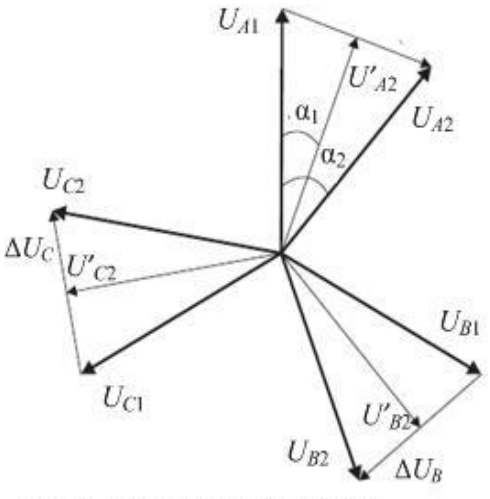


Рис. 1. Векторная диаграмма напряжений ФПУ

Среди устройств, служащих для решения этой задачи, применяются фазоповоротные устройства (ФПУ). Если принудительно изменять величину угла сдвига между векторами напряжений источника и приёмника электроэнергии в одной или нескольких линиях, то можно перераспределять потоки мощности между линиями электрической сети. Это позволит реализовать более благоприятные сценарии загрузки линий сети относительно естественного распределения потоков мощности.

Сейчас в мире получают распространение преобразователи электроэнергии на основе ФПУ. В сетях высокого напряжения нашли применение фазоповоротные трансформаторы с механическим контакторным переключателем. Среди недостатков такого устройства следует отметить его непригодность в случаях глубокого регулирования угла поворота фаз и малое быстродействие высоковольтного коммутатора. В сетях среднего напряжения ведутся разработки ФПУ с тиристорными коммутаторами. Высокая коммутационная способность, надежность и динамические характеристики полупроводниковых ключей превосходят аналогичные характеристики механических переключателей. Но при существующих алгоритмах управления возникают ситуации, приводящие к формированию контура протекания ударного тока короткого замыкания [1].

В связи с недостатками перечисленных ФПУ предлагается использовать в качестве ФПУ объединенный регулятор потоков активной и реактивной мощности. В качестве коммутируемых элементов в данном устройстве применяются силовые IGBT транзисторы. Объединенный регулятор потоков активной и реактивной мощности регулирует величину напряжения, фазовый угол и величину сопротивления линии.

Применение устройства в электроэнергетике позволит повысить управляемость режимов и устойчивость ЭЭС. Благодаря этому становится возможным уменьшение частоты срабатывания противоаварийной автоматики, обеспечивается повышение качества электроэнергии и надежности электроснабжения потребителей.

---

1. **Асташев, М. Г.** Фазоповоротные устройства с тиристорными коммутаторами для активно-адаптивных электрических сетей / М.Г. Асташев, Д.И. Панфилов // Электричество. 2013. №8. С. 60–65.

УДК 629.113

М.П. ТЮРИКОВ, Д.В. ГАРЕВ, Д.А. ХРАМОВ, А.А. КУЗНЕЦОВ, К.О. ГОНЧАРОВ

ВЫБОР СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ТРИМАРАНА ПРОЕКТА SOLAR REGATTA

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема выбора солнечных фотоэлектрических элементов для маломерного водного транспорта сводится к определению таких характеристик, как номинальное напряжение (*U*н), паспортная мощность (*Wp*), напряжение максимальной мощности (*Up*), рабочий ток (*Ip*), напряжение холостого хода (*U*хх), ток холостого хода (*I*хх).

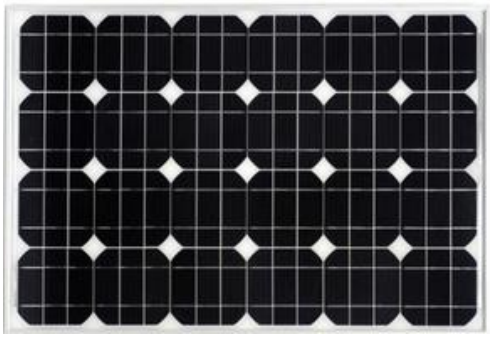
Требования технического регламента международного проекта Solar Regatta и условия использования фотоэлектрических элементов на транспорте выдвигают особые требования. Для решения проблемы необходимо производить оценку по следующим факторам: условия эксплуатации, КПД и массогабаритные показатели, стоимость.

Солнечные батареи можно разделить на три типа: поликристаллические, монокристаллические и тонкопленочные.

Тонкопленочные батареи – перспективный тип фотоэлементов, но на данный момент сильно уступает в КПД (он составляет 5–6%) двум другим видам. Поликристаллический и монокристаллический тип батареи показан на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Фотоэлектрические элементы
а – поликристаллический модуль, *б* – монокристаллический модуль

Внешне модули отличить не сложно. Из рис. 1 видно, что у поликристалла клетки синего цвета с морозным узором, у монокристалла - черные с характерными углами.
Сравнение особенностей фотоэлектрических модулей показано в табл. 1.

Таблица 1

Тип фактора	Монокристалл	Поликристалл
Условия эксплуатации	Чувствителен к уровню освещенности. Максимальная эффективность достигается при ярком солнце.	При интенсивном солнечном излучении проигрывает монокристаллу, но в пасмурную погоду эффективность работы выше
КПД и массогабаритные показатели	Изготавливают из сверхчистого кремния, благодаря этому КПД составляет 15-17%	Дешевле в производстве, изготавливаются из отработанных батарей, КПД 13-14%. При одинаковой мощности проигрывают в массе монокристаллическим фотоэлементам
Стоимость	Высокая стоимость из-за высокой трудоемкости производства	Простой процесс изготовления, стоимость ниже

Согласно регламенту соревнований Solar Regatta, в которых планирует участие создаваемый в НГТУ им. Р.Е. Алексеева одноместный тримаран, и местности проведения самой регаты – город Москва, необходимо руководствоваться погодными условиями данного города.

Согласно сайту http://www.pogodaiklimat.ru/ получена статистика по солнечной активности столичного региона (табл. 2).

Таблица 2

Число ясных, облачных и пасмурных дней

	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
Общая облачность													
ясных	1	2	4	3	4	2	2	3	2	2	1	1	27
облачных	8	9	13	15	19	20	21	19	16	11	7	7	165
пасмурных	22	17	14	12	8	8	8	9	12	18	22	23	173

Как видим, в г. Москва преобладают облачные и пасмурные дни, а значит, согласно табл. 2, можно сделать вывод, что поликристаллические батареи окажутся более эффективными для тримарана.

Отдельного внимания заслуживает выходное напряжение солнечных батарей. Стандартный модуль с номинальным напряжением в 12 В состоит из 36 элементов, независимо от мощности (на мощность влияют размеры каждого из 36 элементов: чем больше размеры, тем больше мощность). 36 последовательно соединенных элементов по 0,5 В составляют порядка 18 В в точке максимальной мощности. Именно такое напряжение необходимо для заряда АКБ с напряжением 12 В, так как для полной зарядки напряжение на нем должно достичь 14,1–14,8 В в зависимости от типа аккумулятора. Предусматривается и запас на потери в проводах, контроллере и при нагреве модуля.

Таким образом, для маломерного водного транспорта в местах с малой солнечной активностью оптимально использовать фотоэлектрические элементы с напряжением около 18 В и поликристаллической структурой, так как именно данная структура позволяет выработать наибольшее количество энергии в условиях облачной погоды.

УДК 629.113

Д.А. ХРАМОВ, М.П. ТЮРИКОВ, Д.В. ГАРЕВ, А.А. КУЗНЕЦОВ, К.О. ГОНЧАРОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА КОНТРОЛЛЕРА ЗАРЯДА РАЗРЯДА АКУУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ ПРИ ПИТАНИИ ОТ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных системах контроллер заряда является звеном между солнечной батареей и аккумуляторами (рис. 1). Основная функция контроллера - нормирование напряжения, вырабатываемого фотоэлектрическими элементами, к напряжению заряда аккумуляторов с учетом их текущего состояния, в том числе их отключение от фотоэлементов при полной зарядке во избежание перезаряда. Однако недорогие модели контроллеров заряда обычно предотвращают перезаряд только по напряжению, но не по силе тока. В таком режиме работы слабые аккумуляторы, подключенные к мощному блоку фотоэлектрических преобразователей и мощному контроллеру заряда, могут выйти из строя в связи с большой силой электрического тока зарядки. Вероятность подобных режимов наблюдается в начале заряда аккумуляторов с высокой степенью разряда. При отсутствии специальных ограничителей силы

тока, аккумуляторы перегреваются и интенсивнее происходит газовыделение, что сильно сокращает срок службы АКБ, может стать причиной взрыва и пожара.

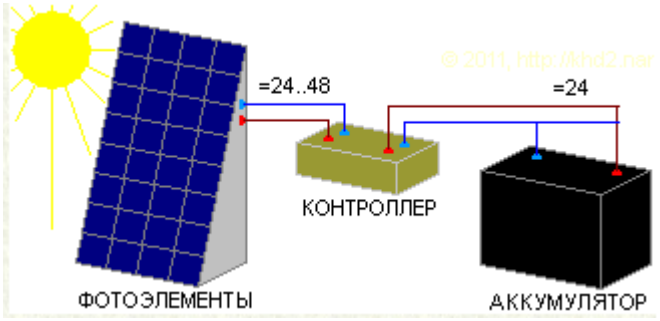


Рис. 1. Схема подключения

Выделяются две основные разновидности контроллеров: ШИМ- и MPPT- контроллеры. ШИМ контроллеры представляют собой электронное реле с микропроцессорным управлением, которое подключает или отключает солнечные фотоэлектрические элементы к аккумуляторам, поддерживая необходимое напряжение. При прямой коммутации выхода панели фотоэлементов на аккумуляторы из-за неоптимальной нагрузки напряжение может снижаться на 15–40%, а потери мощности могут превысить 25%. MPPT-контроллер (Maximum Power Point Tracking – отслеживание точки максимальной мощности) постоянно измеряет вырабатываемые фотоэлектрическими панелями силу тока и напряжение и обеспечивает их оптимальное соотношения. Данное соотношение зависит и от времени суток, и от текущей солнечной активности. Постоянный контроль позволяет достичь оптимального использования мощности батарей практически во всех режимах работы и уменьшить потери до 3%.

СЕКЦИЯ 3

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.91

И.А. АБРАМОВ, Е.А. КУЛИКОВА

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРИПУСКОВ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важнейших задач, решаемых в рамках технологического проектирования, является обеспечение требуемого качества деталей и машин при минимальных затратах ресурсов. Один из путей снижения материалоемкости – уменьшение припусков на обработку. Существуют два метода расчета припусков: опытно-статистический и расчетно-аналитический.

При опытно-статистическом методе припуск устанавливается суммарно на весь технологический процесс механической обработки, без расчета величины припуска по составляющим его элементам, а на основании опытных данных о фактических припусках, при которых производилась обработка заготовок аналогичных деталей машин. Опытно-статистические значения припусков обычно завышены, так как они не учитывают особенностей выполнения технологических процессов, соответствуя условиям обработки, при которых припуск должен быть наибольшим.

Расчетно-аналитический метод базируется на учете выполнения конкретных условий принимаемого технологического процесса, анализе погрешностей, присущих каждому методу обработки, закономерностях уменьшения погрешностей предшествующей обработки и законе суммирования погрешностей.

Величина межпереходного припуска для наружных и внутренних цилиндрических поверхностей в данном случае определяется по формуле

$$2Z\min_i = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

где $R_{Zi\text{-}1}$ – высота неровностей профиля на предшествующем переходе; $h_{i\text{-}1}$ – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе; ρ_{i-1} – суммарные отклонения расположения поверхности; ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Расчет по этой зависимости позволяет получить оптимальную величину припуска, обеспечивающую необходимое качество поверхности при минимальном расходе материала заготовки. Однако, как показал анализ литературных источников, практически отсутствуют сведения о влиянии на составляющие припусков термической обработки. В связи с этим актуальна задача определения зависимостей для расчета припусков поверхностей, подвергающихся термической обработке.

Термическая обработка сопровождается как существенным изменением пространственной погрешности, так и величиной дефектного слоя.

Суммарную пространственную погрешность после термической обработке необходимо рассчитывать по формуле

$$\rho_{т.о} = K_{т.о} \cdot \rho_{i-1},$$

где $K_{т.о}$ – коэффициент изменения пространственной погрешности при термической обработке; ρ_{i-1} – суммарная пространственная погрешность заготовки перед термической обработкой.

В работе приводится методика определения коэффициента пространственной погрешности при термической обработке $K_{т.о}$, величины дефектного слоя поверхности после термической обработки, а также межпереходных размеров.

УДК 621.43

Р.Е. АБРАМОВ[1], Н.А. АДЯСОВА[1], А.Н. ТАРАСОВ[2],
И.Л. ЗАХАРОВ[2], Л.А. ЗАХАРОВ[1]

НАИВЫГОДНЕЙШИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ КПДВС Р-4, $V_h = 2,692$ ДМ^3 С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСОВ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2]

Повышение индикаторных показателей атмосферного ПДВС Р-4, $V_h = 2{,}692$ дм^3, оборудованного органами выпуска и впуска подсистемы газообмена транспортного средства (комплектация Нетто) до уровня показателей без органов выпуска и впуска подсистемы газообмена транспортного средства (комплектация Брутто) на сегодняшний день остаётся одним из основных направление улучшения индикаторных показателей двигателей с посторонним зажиганием. Научные исследования, посвященные данной проблеме, многочисленны и разнообразны. В то же время малоисследованным остаётся влияния режима работы турбонаддува с преобразованием импульсов во время свободного настроенного выпуска отработавших газов на настройку гидравлических характеристик органов выпуска подсистемы газообмена процесса выпуска. Научные публикации по этой теме в основном ограничиваются констатацией факта перепуска 45–55% массы рабочего тела, минуя турбину в резонатор органов выпуска подсистемы газообмена КПДВС. При этом задача достижения необходимых гидравлических характеристик органов выпуска подсистемы газообмена с помощью рационального инженерного решения поднимается реже, но в то же время имеет практически важное значение.

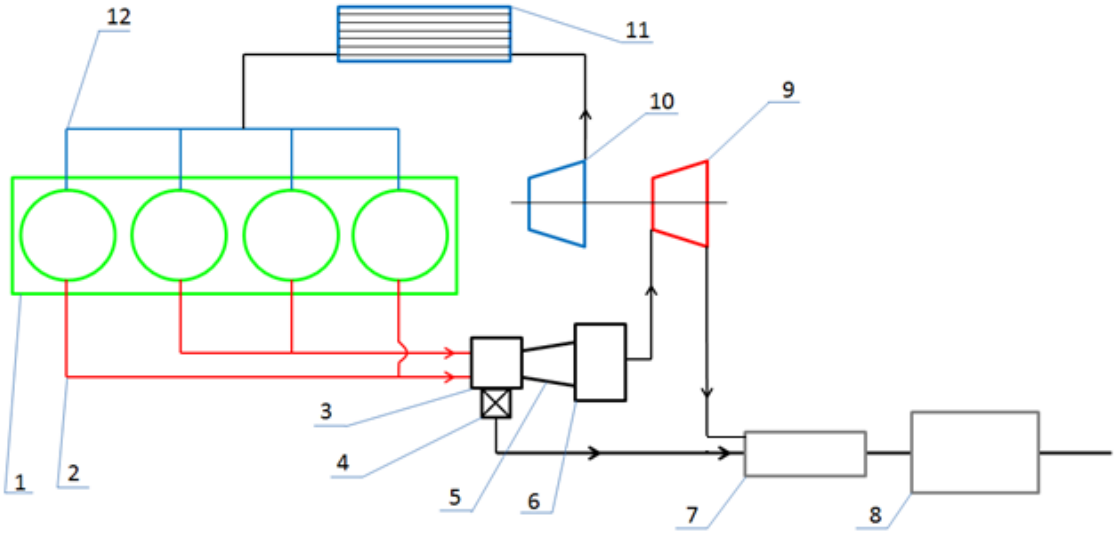


Рис. 1. Рациональная схема настройки органов выпуска и впуска КПДВС с преобразователем импульсов:
1 – КПДВС; *2* – настроенный выпускной коллектор; *3* – смесительная камера; *4* – клапан перепускной; *5* – конус, *6* – ресивер; *7* – резонатор; *8* – глушитель; *9* – турбина; *10* – компрессор; *11* – охладитель наддувочного воздуха; *12* – впускной трубопровод

Основная задача данной работы – создание руководящей методики достижения необходимой «картины» преобразования импульсов, соответствующей рациональным показателям гидравлической характеристики процесса выпуска. Этапы решения данной задачи можно обозначить следующим образом: 1) выбор критерия оценки наивыгоднейшего режима работы КПДВС с преобразователем импульсов; 2) определение связи свободного выпуска отработавших газов с гидравлической характеристикой турбонаддува с преобразователем импульсов; 3) разработка методики достижения наилучших индикаторных показателей КПДВС путём рационального инженерного решения органов выпуска подсистемы газообмена на скоростных и нагрузочных режимах работы.

В работе было предложено два основных критерия оценки турбонаддува с преобразованием импульсов: 1) степень настройки органов выпуска на режиме работы максимального крутящего момента; 2) наивыгоднейшие гидравлические характеристики органов выпуска подсистемы газообмена с преобразованием импульсов на режиме максимальной мощности, (рис. 1).

Предложена методика оценки работы рационального инженерного решения органов выпуска и впуска подсистемы газообмена КПДВС позволяет создать подсистему ориентиров при решении задачи при достижении оптимальных индикаторных показателей при использовании эффекта предварительного свободного выпуска отработавших газов.

УДК 004.046.

М.С. АНАНЬЕВА

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ APQP – ПРОЦЕССА ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ – ПОСТАВЩИКОВ АВТОКОМПОНЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время мировые требования к поставщикам автокомпонентов постоянно ужесточаются, и это приводит к тому, что российским предприятиям-поставщикам становится всё труднее выдерживать конкуренцию с зарубежными производителями. Крупнейшие иностранные корпорации выбирают в качестве площадки для своего производства территорию России. Но СМК многих российских предприятий-поставщиков – оказываются не соответствующими требованиям мировых стандартов, поэтому в большинстве случаев необходимые комплектующие для производства иностранных автомобилей в России поставляются из-за рубежа. В этой связи, тема разработки модели информационного сопровождения APQP-процесса для отечественных предприятий-поставщиков является актуальной.

APQP-процесс планирования, разработки, подготовки и осуществления производства – структурированный метод определения и своевременного выполнения поставщиком всех этапов работы, необходимых для обеспечения требований и ожиданий потребителя автокомпонентов [1] .

Целью APQP-процесса является обеспечение на его выходе запланированного качества серийно производимых автокомпонентов, соответствующих требованиям и ожиданиям потребителей. Внутренней целью рассматриваемого процесса является четкое взаимодействие всех его участников и обеспечение своевременного выполнения требуемых этапов работы при приемлемых затратах.

Для проведения APQP-процесса на предприятии должна быть создана межфункциональная APQP-команда. Она должна иметь в своем составе представителей служб, которые существенным образом влияют на выполнение всего APQP-процесса (как правило, служб маркетинга, проектирования, производства, управления качеством, управления закупками, служб продаж и сервиса и др.).

Целью APQP-команды является планирование и координация всех действий по выполнению APQP-процесса для гарантированного обеспечения качества будущей серийной продукции [1].

В национальном стандарте Российской Федерации ГОСТ Р 51814.6 – 2005 [1] описана методология планирования, разработки, подготовки производства и производства автомобильного компонента с акцентом на предупреждение ошибок, постоянное улучшение и совершенствование продукции, которая должна соответствовать требованиям потребителя и предвосхищать их.

Однако, на наш взгляд, для наиболее эффективного внедрения и выполнения APQP-процессов на предприятиях-поставщиках необходимо разработать и ввести в применение модель информационного сопровождения APQP-процесса, которая будет отражать абсолютно все входы и выходы процессов, включая сопроводительную документацию, и поможет APQP-команде наиболее эффективно достигать своих целей.

1. ГОСТ Р 51814.6 – 2005 – Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Менеджмент качества при планировании, разработке и подготовке производства автомобильных компонентов. – М.: Изд-во стандартов, 2005.

УДК 621.8

М.С. АНОСОВ, Е.А. КУЛИКОВА

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В машинах и механизмах различного технологического назначения важными соединениями являются контактирующие детали со сферическими поверхностями типа шаровой палец передней подвески автомобиля и шарнирные соединения в авиастроении. К таким соединениям предъявляются особые требования по следующим параметрам:

- контактная жесткость;
- точность размеров и формы;
- шероховатость рабочих поверхностей;
- размерная стабильность;
- износостойкость.

Как показал комплексный анализ различных методов обеспечения необходимого качества поверхностного слоя деталей машин, по параметрам, приведенным выше, наиболее эффективными являются методы ППД (поверхностно-пластического деформирования). В работе был проведен анализ имеющихся устройств для осуществления поверхностного пластического деформирования сферических поверхностей, на основе имеющихся патентов в этой области. Стоит отметить, что, несмотря на наличие большого количества таких устройств, многие вопросы остались не решены.

В ходе анализа ряда таких устройств (патент RU2332295, патент RU2275287, патент RU2276005, патент RU2332294, патент RU2350455, патент RU2370355 и др.) были выявлены следующие недостатки данных устройств:

- некоторые из устройств не обеспечивают равномерность упрочнения сферической поверхности;
- предназначены, как правило, для обработки поверхности определенного диаметра и не имеют возможности переналадки, что снижает их область использования;
- низкая автоматизация процесса обработки;
- нет возможности регулирования рабочего давления в процессе обработки и др.
- сложная кинематика взаимодействия детали и инструмента, требующая специального оборудования для реализации метода;

Представленные устройства имеют ограниченные технологические возможности, поэтому необходим поиск путей расширения технологических возможностей данной группы устройств.

Таким образом, при разработке нового устройства необходимо обеспечить:

- простоту конструкции инструмента и его технологичность;
- высокую производительность обработки;
- точность формы и необходимую шероховатость обрабатываемой поверхности;
- равномерное упрочнение всей поверхности сферы за счет кинематического взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали, а также расположения деформирующих элементов по поверхности инструмента;
- простоту настройки необходимого давления деформирующих элементов на поверхность сферы;
- при необходимости применения данного инструмента на станках с ЧПУ, следует предусмотреть возможность закрепления его непосредственно на револьверной головке станка;
- механизм регулировки рабочего давления в процессе обработки.

УДК 621.8

М.С. АНОСОВ, Е.А. КУЛИКОВА

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важнейшим вопросом, интересующим современное машиностроительное производство, является вопрос повышения надежности деталей машин с различной формой и назначением. Большая часть деталей машин работает в условиях износа, коррозии, а также циклических нагрузок, разрушающих поверхностный слой материала. В условиях эксплуатации поверхностный слой подвергается наиболее сильному физико-химическому воздействию, поэтому к поверхностному слою предъявляются обычно более высокие требования, чем к основной массе детали. На сегодняшний день существует множество способов упрочнения поверхности металлов и сплавов с целью повышения их эксплуатационных характеристик, таких как твердость, коррозионная стойкость, усталостная прочность и др. Все эти способы разделяются на следующие основные классы:

- термические методы;
- методы поверхностной деформации (поверхностного наклепа);
- химико-термические методы;
- методы газотермического напыления;
- ионное упрочнение;
- электроискровое упрочнение;
- упрочнение абразивно-алмазным инструментом и др.

В ходе анализа приведенных методов упрочнения была составлена сравнительная таблица и произведено сравнение методов в зависимости от возможностей формирования параметров качества поверхностного слоя, было выявлено, что методы поверхностной деформации имеют ряд преимуществ по сравнению с другими методами упрочнения. При этом упрочение лезвийным инструментом обеспечивает повышение точности размеров, уменьшение шероховатости, а структурные изменения не значительны. Упрочнение химико-термической обработкой в ряде случаев ухудшает точность размеров, изменяется структура поверхностного слоя, шероховатость при этом не меняется. Упрочнение напылением покрытий иногда ухудшает такие параметры, как точность размеров и шероховатость, и приводят к снижению твердости поверхности детали. Методы поверхностной деформации, обеспечи-

вают: повышения точности размеров, уменьшение шероховатости, формирование на поверхности детали регулярного и частично регулярного микрорельефа, приводят к изменению кристаллической решетки, типа структуры поверхностных слоев и др. При этом, как показал комплексный анализ, многие традиционные методы упрочняющей обработки в определенной степени улучшают состояние и свойства поверхностного слоя лишь по ряду параметров, при этом они даже могут снизить отдельные параметры качества поверхности и эксплуатационные показатели деталей. Наибольшую эффективность имеют комбинированные методы упрочнения.

Таким образом, проведенный анализ позволил выявить наиболее эффективные методы упрочнения, обеспечить рациональный выбор того или иного метода обработки деталей с заданными эксплуатационными характеристиками и позволяет определить наиболее эффективные направления создания новых методов и устройств, обеспечивающих повышение надежности деталей машин.

УДК 004: 658.7

А.А. БАЕВСКИЙ, С.А. МАНЦЕРОВ

ПРИМЕНЕНИЕ RFID-МЕТОК В СИСТЕМАХ ЛОГИСТИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CLOUD-ТЕХНОЛОГИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время всё более актуальным становится отслеживание доставляемого грузана всём протяжении пути, а также сравнение некоторых параметров прямо во время доставки в некоторых ключевых станциях. Но сложность состоит в том, что конкретный груз сложно отследить. Для этого можно использовать RFID-метки, а также возможность хранить информацию в «облаке» и при получении её с какой-либо станции на пути автоматически сравнивать со своими данными. Для этого необходимо соответствующее ПО, и наличие на промежуточных станциях в пути считывателей RFID-меток. Есть возможность установки таких считывателей на корабли, самолёты и другие транспортные средства, которые могли бы периодически транслировать эту информацию на спутник, а оттуда в «облако» владельцев грузов.

В настоящее время не применяются данные технологии в совокупности. RFID-метки используются просто как штрих-коды, хотя они намного эффективнее. В основном сочетание RFID-метки и информации в «облаке» используются только на конечных станциях – на производствах, складах и т.д., причём используются только ручные считыватели RFID-меток, в то время как существуют устройства, которые могут накрывать определённый объём, что позволит автоматизировать как учёт на складах, так и проверку наличия в транспортных средствах груза.

При эффективном сочетании RFID-меток и «облачных» технологий появится возможность фактически непрерывно следить за перемещением груза и транспорта с ним. При смене транспорта это заносится в компьютер и поступает оттуда в «облако» грузовладельца.

Для решения проблемы постоянного мониторинга положения груза, а также его состояния можно применять сочетание RFID-меток и хранения информации в «облачных» хранилищах. Для решения проблемы их связи требуется написать соответствующую программу, которая будет принимать информацию со считывателей, переданную со станций, обрабатывать её, сравнивая с базовой, реагировать соответственно на изменение или их отсутствие. Потребуется установка на сам груз RFID-меток и считывателей этих меток на некоторых промежуточных станциях в пути и возможность передачи с этих приборов информации.

Решение данной проблемы позволит увеличить надёжность доставок, корректировать сроки поставок, искать утраченные грузы, автоматизировать проверку грузов и многое другое.

УДК 621.9.02.001

А.В. БАЛАШОВ, А.А. ВЕРХОВСКАЯ

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАСТАЧИВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Большую группу обрабатываемых деталей на станках с ЧПУ составляют корпусные детали, которые являются составной частью почти всех машин. При обработке корпусных деталей диаметры основных отверстий под посадку подшипников выполняют по 7–8-му, реже по 6-му квалитету точности. Выдерживание отверстий по 6–7-му квалитету точности на многоцелевых станках с ЧПУ вызывает трудности. Вследствие этого, наряду с многоцелевыми станками, используют алмазно-расточные станки для окончательной обработки отверстий. Ограничение использования многоцелевых станков с ЧПУ обусловлено тем, что на точность размера, помимо динамических погрешностей, погрешности статической настройки инструмента вне станка, оказывает влияние погрешность установки и зажима инструмента с оправкой в шпиндель при его автоматической смене автооператором.

Для достижения 7-го квалитета точности на многоцелевом станке с ЧПУ разработана расточная оправка с коррекцией размерного износа инструмента (рис. 1).

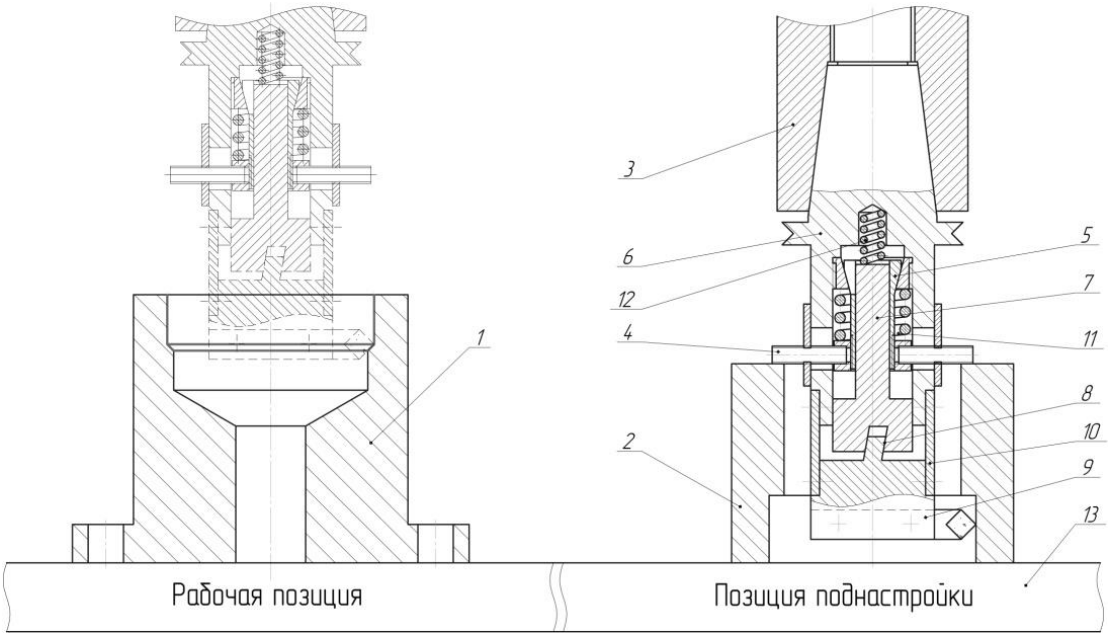


Рис. 1. Поднастройка расточной оправки

Для компенсации размерного износа резца и погрешности установки оправки в шпиндель станка оправка поднастраивается следующим образом. На стол *13 с*танка помимо заготовки, устанавливается эталон. В соответствии с программой шпиндель *3* станка с ЧПУ перемещает расточную оправку в позицию поднастройки. При движении шпинделя *3* вниз торец эталона воздействует на рычаги *4*. Рычаги *4* препятствуют перемещению цанги *5*. При дальнейшем движении шпинделя *3* и корпуса оправки 6 цанга *5* раскрепляет ползун *7*. Под воздействием пружины *12* ползун *7* перемещается вниз и через клин *8* двигает резцедержатель *9*, который установлен на корпусе оправки *6* с помощью плоскопараллельных пружин *10*, с резцом вправо до соприкосновения с отверстием эталонна *2*. Далее шпиндель *3* выводит оправку из отверстия эталона *2*. При этом цанга *5* под воздействием пружины *11* фиксирует ползун *7*. Далее шпиндель станка перемещает оправку в рабочую позицию.

Таким образом, использование предложенной расточной оправки позволит повысить точность обработки.

УДК 621.78

А.В. БАЛАШОВ, Т.Г. СВЕТЛОВА

ИНДУКТОР ДЛЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ИНСТРУМЕНТОВ

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Применяемые в настоящее время различные способы и средства повышения ресурса работы пар трения в изделиях машиностроения (специальная термообработка, напыление, искровое легирование, лазерная обработка) являются весьма дорогостоящими и не позволяют существенно в 1,5–2,5 раза поднять их эксплуатационные показатели в условиях производства. Из многих технологий, которыми располагают производственники в настоящее время, особый интерес представляют физические методы упрочнения, в частности, метод магнитно-импульсной обработки (МИО).

Разработанные способы МИО не нашли широкого применения на предприятиях машиностроения. Причин несколько: 1) методы отличается трудоемкостью и повышенным расходом электроэнергии; 2) неравномерность полученных свойств упрочняемых изделий, особенно удлиненной и фасонной формы; 3) необходимость использования специального и дорогостоящего оборудования – магнитного индуктора (от 190000 руб.).

В настоящее время авторами разработан способ МИО поверхностей, в том числе пространственно-сложной формы. В отличие от действующих индукторов в разработанном индукторе используются постоянные магниты (рис. 1). Использование постоянных магнитов обеспечивает реализацию разработанного способа на универсальном оборудовании, с обеспечением равномерного упрочнения протяженных и фасонных поверхностей, меньшего расхода электроэнергии.

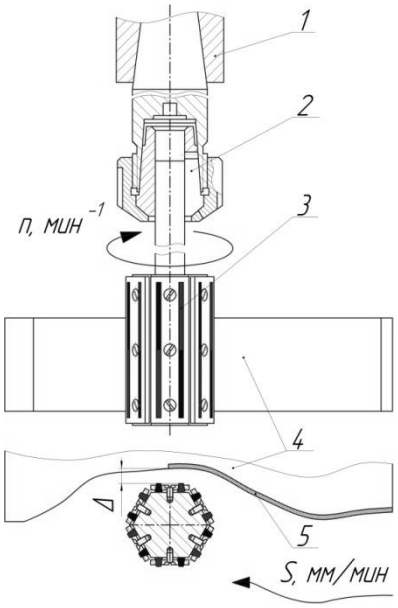


Рис. 2. Магнитный индуктор
1 – шпиндель станка с ЧПУ; *2* – цанговый патрон; *3*– постоянный магнит; *4* – обрабатываемая деталь; *5* – упрочнённый слой детали

Постоянные магниты *3* закрепляются в цанговом патроне *2*. Цанговый патрон *2* приводится во вращение шпинделем *1* станка с ЧПУ и перемещается по эквидистанте относительно обрабатываемой поверхности заготовки *4* с зазором Δ Предлагаемый способ увеличивает стойкость обработанной поверхности *5* в результате уменьшения скорости роста микротрещин трущихся поверхностей. Таким образом, разрабатываемый магнитный индуктор позволит расширить область использования способа магнитного упрочнения деталей машин и инструментов.

УДК 621.744

О.С. БАРАНОВА, О.И. ЧЕБЕРЯК

УСТРАНЕНИЕ ПРИГАРА НА КРУПНОМ СТАЛЬНОМ ЛИТЬЕ, ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «МЕТМАШ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе представлены результаты исследований по борьбе с трудноотделимым пригаром на поверхности крупных стальных отливок, производимых в условиях предприятия ООО «МЕТМАШ». Крупные стальные отливки изготавливают в формах из холоднотвердеющих смесей (ХТС) по alpha-set процессу.

Одним из существенных недостатков используемой на предприятии технологии явля-

ется поражение крупных стальных отливок повышенным пригаром. В частности, при использовании ХТС по alpha-set процессу и покрытии форм противопригарной краской на основе циркона АПЦ-1Ц на стальной отливке «Стенка редуктора» массой 480 кг наблюдаются значительные площади трудноотделимого пригара.

На предприятии уже проводились исследования, направленные на снижение пригара. В результате в качестве альтернативного огнеупорного покрытия использовалась более дорогая композиция TENO COATING ZKPX производства компании ФОСЕКО, которая показала значительные результаты по снижению пригара на крупных стальных отливках. Однако сложность конфигурация некоторых литых заготовок, изготавливаемых на предприятии, не позволяет нанести противопригарное покрытие на все поверхности литейных форм и стержней.

Особенностью отливки «Стенка редуктора» в том, что она имеет два сквозных отверстия и развитую внешнюю поверхность, оформляемые с использованием сложного литейного стержня. Анализ поврежденных частей отливки показывает, что, кроме термических узлов, оформляемых литейной формой, повышенному пригару подвергаются поверхности, контактирующие с литейным стержнем.

Задачей исследования является снижение или полное устранение пригара на отливке «Стенка редуктора».

По действующей на предприятии технологии огнеупорное покрытие формируется при помощи противопригарной краски, наносимой кистью в вертикальном положении стержня. Проведенные исследования показали, что такое положение стержня при нанесении противопригарного покрытия снижает кроющую способность краски, препятствуя ее проникновению в поры поверхностного слоя. Лучшие результаты могли бы быть достигнуты при обработке стержня в горизонтальном положении, однако при кантовке литейный стержень подвергается сильной нагрузке и деформируется, изменяя свою конфигурацию.

В рамках решаемой задачи предлагается изменить конструктивные элементы стержня без изменений его рабочей части, оформляющей отливку.

При набивке стержневого ящика основание стержня предлагается укрепить, увеличив его толщину. Это повышает прочность конструкции, снижая риск ее деформации при последующих операциях. Увеличение толщины основания позволяет армировать стержень для дополнительного его упрочнения.

Такие изменения в технологии изготовления отливки «Стенка редуктора» позволили получить качественные литые заготовки при использовании в качестве огнеупорного покрытия более дешевой противопригарной краски на основе циркона.

УДК 621.74

И.В. ВАГАНОВ, В.М. СЕНОПАЛЬНИКОВ, О.И. ЧЕБЕРЯК

ПРЕИМУЩЕСТВА ПОЛЫХ СЛИТКОВ МАЛЫХ РАЗВЕСОВ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Конкуренция приводит к ужесточению норм на коэффициент использования металла в машиностроении при производстве поковок. В связи с этим актуальным становиться приближение конфигурации предназначенных под ковку заготовок к конечному изделию. Перспективным в этом направлении является разработка технологии изготовления полых стальных слитков. В этом случае ет необходимости кузнечной операции прошивки, сокращается трудоемкость и энергоемкость изготовления изделий. При производстве крупных поковок для ядерной и нефтехимической промышленности технология получения полых слитков в стационарные изложницы нашла применение как на Западе, так и в странах СНГ.

Полые слитки могут быть широко использованы в машиностроении для изготовления

раскатных колец и других изделий с осесимметричным отверстием, получаемых обычно ковкой с прошивкой сплошной заготовки и последующей осадкой и раскаткой биллета на оправке. При этом, наряду с экономическими преимуществами, может быть достигнуто существенное повышение качества конечной продукции. Как известно, в обычных слитках указанной массы из углеродистых и низколегированных сталей имеет место развитие внеосевой сегрегации. Так Н.И. Хворинов приводит серный отпечаток слитка массой 3,7 т из легированной электростали, пораженного этим дефектом. При их прошивке указанная ликвационная область или выходит на внутреннюю поверхность заготовки или значительно приближается к ней. Выход этого дефекта на поверхность при механической обработке, как правило, приводит к забраковыванию изделия. Толщина стенки литой полой заготовки (при одинаковой массе с обычным кузнечным слитком) может быть существенно уменьшена по сравнению с диаметров последнего. Это обеспечит снижение развития ликвационных процессов, а при организации интенсивного теплоотвода от внутренней поверхности заготовки возможно полное подавление шнуровой ликвации.

Так, в соответствии с ОСТ 108.962.02 – 85 «Изложницы для кузнечных слитков. Размеры» максимальный диаметр 5-тонного слитка (H/Dср = 2,04) общего назначения – 738 мм. При выполнении слитка такой внешней конфигурации с отверстием Ø200 мм толщина стенки составит не более 269 мм. В этом случае можно говорить о полном отсутствии внеосевой неоднородности в структуре литой заготовки.

Очевидно, что оформляющий внутреннюю полость элемент должен, наряду с обеспечением интенсивного теплоотвода, быть податливым или своевременно разрушаться для предотвращения трещин, возникающих вследствие зажатия его при усадке стали.

Известно множество способов изготовления подобных крупных изделий. Однако при производстве заготовок для поковок массой менее 5 т по аналогичным технологиям трудозатраты на изготовления полого слитка могут существенно превысить трудоемкость прошивки сплошной литой заготовки. Следует отметить весьма ограниченное количество журнальных публикаций по внедрению технологий производства полых слитков и в тоже время значительное количество патентов по этой теме. Это указывает на актуальность проблемы, а также отсутствие однозначных ее решений, позволяющих широко изготавливать такие заготовки в промышленных условиях.

УДК 621.74

И.В. ВАГАНОВ, О.И. ЧЕБЕРЯК, В.М. СЕНОПАЛЬНИКОВ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВАРИАНТОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛЫХ СЛИТКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наиболее распространённым способом оформления внутренней полости, обеспечивающим интенсивный теплоотвод при производстве крупных заготовок, является установка в осевой зоне охлаждаемой стальной трубы (оправки). Предполагается, что труба, после заполнения изложницы, частично подплавляется, размягчается, приобретая определённую податливость (что предотвращает образование усадочных трещин), и вваривается в слиток. В этом технологическом способе вызывает нарекание один факт – химический состав трубы должен соответствовать составу слитка, что делает затруднительным использование покупных изделий.

Охлаждения оправки осуществляется различными способами: внутри ее с зазором устанавливается стержень-холодильник, а для интенсификации охлаждения в зазор между оправкой и этим стержнем подаётся воздух или инертный газ или устанавливается плавкая вставка из свинца.

Предотвращение деформации оправки, в результате чего затрудняется извлечение хо-

лодильника, достигается засыпкой между ними сыпучих материалов, применяются повышенное давление газа внутри полости и механические устройства. Заливка изложницы может производиться как сифонным способом, так и сверху.

Технологии с разрушающимся стержнем, оформляющим внутреннюю полость, представлены в патентной документации значительно в меньшем количестве.

Отливка слитка в чугунную изложницу с установкой в осевой зоне керамического стержня достаточно просто может быть реализована в литейных цехах машиностроительных предприятий. Нет сомнений, что этот вариант технологии может обеспечить отсутствие трещин на поверхности полости и её требуемую геометрию. Выбивка такого стержня также не будет проблемой. В тоже время, замедленное охлаждение слитка по внутреннему диаметру приведёт к усилению ликвационных процессов. Внеосевая неоднородность может проявиться на расстоянии 20-30 мм от поверхности полости и при последующей деформации выйти в припуск на механическую обработку. В тоже время сотрудники ЦНИИТМАШа, имеющего многолетний опыт в исследовании полых слитков не исключают такой технологический вариант, хотя и отмечают ухудшение качества в сравнении с использованием металлического стержня .

Сочетать податливость с высокой теплопроводностью и теплоёмкостью стержня предполагают, изготавливая его нагревом до расплавления легкоплавкой части (алюминия или его сплава) и распределения по его объему части тугоплавкого материала, взятого в виде гранул (стальной дроби). Стержень представляет собой сплавленный металлический монолит, около 82% массы которого составляет масса дроби, а около 18% – масса алюминия. В процессе заливки изложницы сталью и затвердевания слитка такой стержень прогревается, а алюминий (или его сплав) размягчается и расплавляется. В результате этого металлический стержень становится податливым, т.е. не препятствует усадке полой стальной отливки и, следовательно, предотвращает образование горячих трещин на внутренней полости слитка. В данном способе вызывают сомнения, как минимум, два момента – потеря прочности стержнем в период заливки, что может привести к потере им и внутренней полостью слитка формы, а также трудности с выбивкой стержня после остывания слитка.

УДК 629.12

Е.А. ГАВРИЛЮК, Л.О.ФЕДОСОВА

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальной задачей является применение технического зрения в области диагностирования, где существуют специфические требования как к методам и алгоритмам обработки информации, так и к аппаратному и программному обеспечению.

Для диагностирования панелей оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) с большим количеством элементов управления (кнопки, тумблеры, переключатели) и сигнализации (цифровые и светодиодные индикаторы, аналоговые приборы) необходимо получать информацию о состоянии этих элементов, что требует подключения к ним большого количества дополнительных проводов. При использовании технического зрения для диагностирования панелей ОДУ достигается большой объём диагностической информации без каких-либо подключений к схемам пультов управления, что является большим достоинством. Программная проверка состояний указанных элементов по информации с видеокамеры и сравнение с сигналами на входах/выходах ПЛК представляет собой обратную видеосвязь и позволяет обеспечить наибольшую достоверность передачи управляющих сигналов и отображение процессов, контролируемых с помощью элементов сигнализации.

Подсистема диагностирования с использованием видеосчитывания текущих состояний системы управления (рис. 1) является вспомогательной системой, несколько расширяющая диагностические возможности АСУ АЭС (и SCADA-системы в частности).

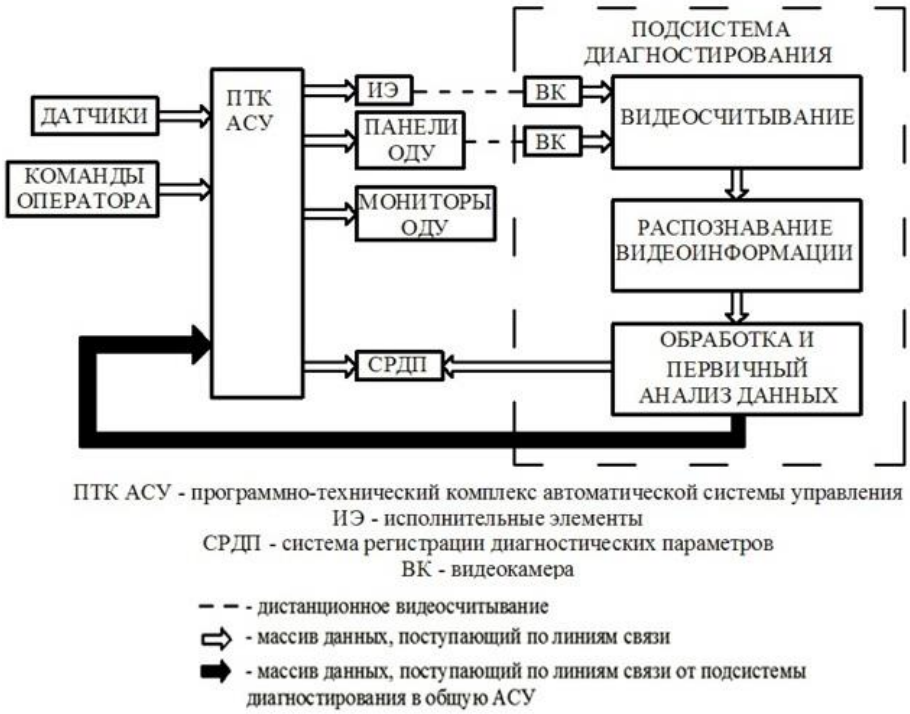


Рис. 1. Общая структурная схема подсистемы диагностирования АСУ АЭС

УДК 621.791

Е.А. ГЕРАСИМОВ, Н.А. КУРНИКОВ, М.Е. ПОТАПЕНКО

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫХ ЛИТИЯ НА СВОЙСТВА ФЛЮСОВ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПАЙКИ АЛЮМИНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пайка алюминия является наиболее предпочтительной при производстве теплообменных устройств. Алюминий отлично сопротивляется коррозии, легко формуется, имеет 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. В дальнейшем роль алюминия в производствах разного рода будет только увеличиваться, так как его применение значительно снижает себестоимость продукции. Применение алюминия позволяет снизить и общий вес конструкции, что очень важно.

При выполнении процесса пайки алюминия необходимо обеспечить разрушение оксидной пленки алюминия и предотвратить ее дальнейшее образование во время пайки. Для этой цели наиболее широко применяются паяльные флюсы. Они разрушают оксидную пленку металла, защищают припой и металл от дальнейшего окисления в процессе пайки, обеспечивая хорошее смачивание припоем металла и увеличивая площадь растекания припоя. После охлаждения флюс остается на поверхности изделия в виде тонкой пленки.

В настоящее время применяется большое количество флюсов для пайки алюминия. Большинство из них содержит легкоплавкую эвтектику на основе хлоридов лития и калия, которая увеличивает их коррозионную активность и требует тщательного удаления ее остатков после пайки: тщательной промывки, кислотной протравки, пассивации протравленной

поверхности для избегания дальнейшей коррозии. К тому же такая антикоррозийная обработка является опасной с точки зрения экологии. Данные операции значительно усложняют технологический процесс пайки и увеличивают себестоимость продукции. На данный момент существуют флюсы на основе фторидной эвтектики. Основным технологическим свойством флюса является площадь растекания припоя с этим флюсом: чем выше площадь, тем лучше припой затекает в зазоры, тем выше качество паяных соединений.

В работе исследованы различные флюсы на основе фторидной эвтектики с добавлением галогенпроизводных лития и определены свойства этих сочетаний (площадь растекания припоя, исследована микроструктура и проведены испытания на прочность).

УДК 531. 781. 2

А.А. ГРЯЗЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ

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

В современном мире всё чаще находят применение микромеханические датчики, которые, благодаря особенностям микроэлектронных технологий, технологичны в производстве и имеют невысокую себестоимость, зависящую в основном от величины изготавливаемой партии. Микромеханические акселерометры широко применяются – от систем навигации, ориентации и автоматического управления судов, ракет, летательных аппаратов до потребительской электроники.

Наиболее технологичны в изготовлении акселерометры с ёмкостными преобразователями перемещений и электростатическими силовыми преобразователями. Для интегрального исполнения измерительного конденсатора не требуются дорогостоящие материалы, такие как драгоценные металлы, магниты и т.д., не предъявляется особых требований к качеству материала и технологическим операциям, они также обладают простотой настройки путем лазерной подгонки. Дифференциальные ёмкостные датчики линейным в широком диапазоне измерений.

Известно много измерительных схем для ёмкостных преобразователей перемещений [1, 2], однако не все из них пригодны для использования в интегральных датчиках. Из-за сравнительно малой ёмкости преобразователей перемещений (как правило, около 10 пФ), требуется применение генераторов сигналов с частотой от нескольких килогерц до десятков мегагерц, и их точная синхронизация в случае дифференциальных датчиков. Высока степень влияния на выходной сигнал паразитных ёмкостей и наведённых посторонними полями помех. Недостатком некоторых схем является тяжение между подвижным и неподвижным электродами датчика.

В ходе работы над данными проблемами была создана новая схема электронного блока, обладающая, по теоретическим оценкам, лучшими точностными характеристиками, не требующая синхронизации двух генераторов, а также обладающая логометрическим свойством, что позволяет использовать её в акселерометрах прямого измерения. С целью проверки теоретических выкладок были проведены экспериментальные исследования нескольких электронных блоков, в которых были получены статическая зависимость выходного сигнала от ускорения, амплитудно-частотная и фазовая характеристики.

В докладе рассмотрена методика проведения экспериментов, результатом которых являются статические и динамические характеристики акселерометра в комбинации с рассмотренными электронными блоками. Проведён сравнительный анализ полученных результатов.

Библиографический список

1. **Вавилов, В.Д.** Интегральные датчики: учебник / В.Д. Вавилов; НГТУ. – Н.Новгород, 2003. – 503 с.
2. **Долгов, А.Н**. Разработка емкостного датчика перемещения для интегральных датчиков /А.Н. Долгов//Прогрессивные технологии в машино-и приборостроении: сб. ст. – Н. Новгород – Арзамас: НГТУ-АГПИ, 2001. +– С. 300–302.

УДК 621. 74

С.В. ДУБИНИН, В.А. КОРОВИН

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА ГОДНОГО МЕТАЛЛА ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО РАСКИСЛИТЕЛЯ МГ-С

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В рамках программы ресурсосберегающей технологии «ОМК-Сталь» была поставлена задача увеличить восстановление железа в ДСП и тем самым, снизить содержание FeO в шлаке, а также расход металлошихты для выплавки стали.

В условиях ЛПК в ДСП образовывается шлак в количестве 25 т. В состав 1 т шлака (по усредненным данным за период с декабря 2012 по июнь 2013) входит 48% FeO, т.е. 0,37 т чистого железа. Для снижения этого показателя было предложено вводить в ДСП вместе с ломом комплексный раскислитель МГ-С. Добавка подавалась в бадьях с металлошихтой непосредственно в печь. Опытные плавки проводились на марке стали 20. По результатам выплавки был проведен анализ.

Плавки, выделенные курсивом, проводились с применением комплексного раскислителя МГ-С. Введение раскисляющей смеси МГ-С привело к значительному изменению состава шлака. Произошло снижение в шлаке таких оксидов, как Cr_2O_3, SiO_2, MgO. Основность шлака значительно возросла с 1,6 до 2,7, а количество FeO сократилось до 27%. При таком показателе из 1 т шлака восстановилось 0,18 т чистого железа, а, в общем случае, из 25 т – 4,25 т железа. Ещё одним положительным показателем является проявление экзотермической реакции вследствие взаимодействия раскислителя МГ-С. Это привело к некоторому снижению времени плавки и увеличению скорости нагрева металла.

Таблица 1

Данные по замерам температуры в ДСП

№ плавки	Время начала плавки, мин	Длительность плавки, мин	Длительность простоев, мин	Длительность плавки за вычетом простоев, мин	Время выпол-нения первого замера, мин	Температура, °С	Скорость нагрева
1	11:05	61,57	0	61,57	11:50:21	1605	35,67
2	12:07	61,41	3	58,41	12:53:03	1620	35,21
3	13:09	62,37	3	59,37	14:00:05	1596	31,29

На плавке под номером 1 была проведена вынужденная остановка печи до выпуска из-за большого перегрева металла (1670 °С). Предположительно это произошло вследствие возникшей экзотермической реакции раскислителя МГ-С и металла в печи. При плавке под номером 3 удельный расход природного газа наблюдался выше, чем в других плавках. Это объясняется тем, что снижение потребления природного газа на других плавках происходит благодаря экзотермической реакции, проходящей из-за введения раскислителя МГ-С.

Вследствие введения комплексного раскислителя МГ-С существует тенденция к экономии электроэнергии, кислородного дутья, а также к сокращению времени плавки.

В итоге мы получаем:

1. Большее количество восстановленного FeO из шлака, а соответственно и больший выход годного металла;

2. Сокращение времени проведения плавки; ресурсосбережение на производстве «ОМК-Сталь»;

3. Повышение основности шлака, вследствие этого происходит более качественная десульфурация металла.

УДК 621.923:621.922

О.В. ЕГОРКИН, В.В. ГЛЕБОВ

СХЕМА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДАЧИ СОТС ЧЕРЕЗ ВНУТРЕННЮЮ ПОЛОСТЬ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ПЛОСКОМ ТОРЦОВОМ ШЛИФОВАНИИ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

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

С точки зрения теплонапряженности плоское торцовое шлифование является одним из самых сложных случаев. Большая зона контакта, а соответственно и время работы зерна по сравнению с остальными способами приводят к более тщательному выбору средств охлаждения и способов его подачи в зону резания.

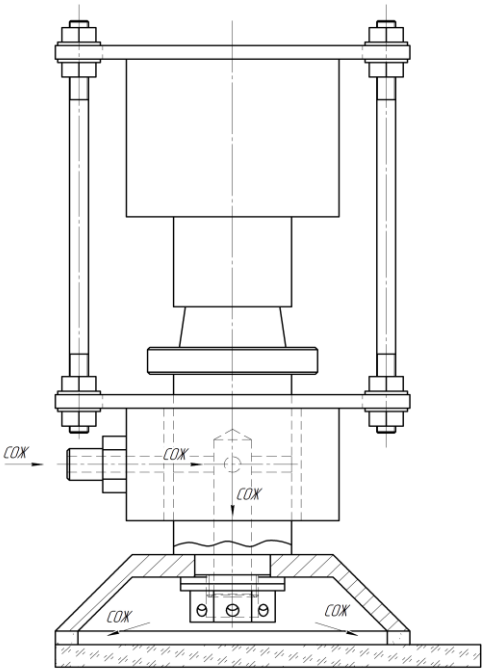


Рис. 1. Схема устройства для подачи СОТС

При обработке оптического стекла эта задача усложняется из-за специфических физических, химических и механических свойств обрабатываемого материала.

Наиболее распространенным способом подачи СОТС для плоского торцового шлифования изделий из оптического стекла является ее подача через внутреннюю полость инструмента. В этом случае достигается хороший ее подвод в зону резания. Поступая через полый шпиндель станка, жидкость ударяется об отбойный щиток и поступает в зону резания. Однако, несмотря на простоту, данный способ не позволяет контролировать поведение жидкости после ее удара об отбойный щиток. Эффективное охлаждение в данном случае возможно только за счет увеличения интенсивности подачи СОТС в зону резания.

Предлагаемое устройство позволяет контролировать подачу СОТС в зону контакта шлифовального круга и заготовки. Другим достоинством данного устройства является возможность его применения на любых станках без подачи СОТС через шпиндель.

Устройство состоит из оправки, которая устанавливается в шпиндель станка и передает вращение шлифовальному кругу. Подача СОТС осуществляется при помощи распределителя потока жидкости. В отличие от оправки он фиксируется на корпусе станка и в течении всего времени обработки остается неподвижным. Через отверстие в его корпусе СОТС поступает в полость между оправкой и распределителем жидкости, где она и подхватывается отверстиями в оправке.

Библиографический список

1. **Перерозин, М. А.** Справочник по алмазной обработке стекла / М.А. Перерозин. – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.
2. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: справочник; под общ. ред. Л.В. Худобина. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.

УДК 621.075

Н.С. ЖИГАЛОВ, Л, П. КАЗАНСКИЙ

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ ОАО КЦЛ «ГАЗ» ПО ПРИНЦИПАМ ЛОГИСТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Литейное производство страны и региона многие годы находилось в сложных экономических условиях. Термин «логистика» достаточно новый для данного направления. Во время кризиса предприятия несут огромные потери, которых можно было бы избежать или

минимизировать за сет внедрения логистического подхода в стабильный экономический процесс.

Задачей логистики в рамках литейного цеха является создание эффективной системы регулирования и контроля материальных (отливки, стержни, формовочные материалы и т.д.) и информационных потоков, которая должна обеспечить качество продукции при минимальных расходах. Все это возможно осуществить за счет индивидуального подхода к каждому участку литейного цеха: автоматизации логистики склада; выбор наиболее приемлемого, удобного и выгодного транспорта, как на территории цеха, так и за его пределами; новых экологически чистых технологических процессов и материалов; прогрессивных плавильных агрегатов; смесеприготовительного и формообразующего оборудования.

К основным методам, применяемым для решения научных практических задач логистики, следует отнести методы системного анализа, методы теории исследования операций, кибернетический подход и прогностику. Применение этих методов позволяет прогнозировать материальные потоки, создавать интегрированные системы управления и контроля за их движением, разрабатывать системы логистического обслуживания, оптимизировать запасы и решать ряд задач.

Библиографический список

1. **Кузьбожев, Э.Н.** Логистика: учеб. пособие / Э.Н. Кузьбожев, С.А. Тиньков. – М.: КНОРУС, 2006. – 224 с.
2. **Гаджинский, А.М.** Логистика: учебник для высших и средних специальных учебных заведений / А.М. Гаджинский. – М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг». 1999. – 228 с.
3. **Лукинский, В.С.** Модели и методы теории логистики: учеб. пособие / В.С. Лукинский. – СПб.: Питер, 2007. – 448 с.

УДК 621.9

В.О. ЗОТОВ, Ю.Г. КАБАЛДИН

ДИАГНОСТИКА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Металлорежущая система – это комплекс оборудования, использующийся для изготовления продукции из различных материалов для потребностей различных отраслей промышленности. Она состоит из множества элементов, которые влияют на качество изделия, изготавливаемого на оборудовании. В связи с этим необходимо производить диагностику, непосредственно не прекращая процесс обработки. Особо острая проблема, влияющая на точность обрабатываемой детали, заключается в притуплении режущей кромки лезвия пластины в процессе резания. Что в свою очередь увеличивает силы резания, возникают дополнительные вибрации, которые уменьшают устойчивость оборудования, понижают качество обработанной поверхности. Особенно актуальна эта проблема при обработке труднообрабатываемых материалов и сплавов, таких как нержавеющие стали и титановые сплавы.

Моделирование динамического процесса резания можно описать теоретически или эмпирически. При теоретическом описании выбирается математическая модель, основанная на общих законах, которыми описывается динамика тех или иных явлений, протекающих в процессе функционирования системы. Чаще всего, исходная математическая модель получается в виде системы нелинейных дифференциальных уравнений, поиск общего решения которых не всегда удается.

При построении математических моделей не обязательно описывать все процессы, протекающие в технологической системе. Достаточно иметь сведения об их внешних проявлениях. Технологическая система в этом случае рассматриваются как устройство, у которого исследуется реакция выходных переменных на известные входные воздействия. После того, как выбран (или задан) общий вид функциональной зависимости между переменными, задача сводится к определению численных коэффициентов (параметров модели).

Многочисленные исследования свидетельствуют о сильной зависимости динамики станочных систем от специфических особенностей развития во времени контактных процессов в системе резания. Устойчивость упругой системы станка существенно определяет динамика процесса резания, причиной является высокая степень деформации в приконтактных слоях стружки, создающая вихревой характер движения обрабатываемого материала в зоне резания. Поэтому наиболее перспективным направлением решения проблемы динамической устойчивости упругой системы станка является разработка информационной модели на основе искусственных нейронных сетей, которые, благодаря своим аппроксимирующим свойствам и высокому быстродействию, находят все большее применение.

Применение динамических моделей процессов механической обработки, построенных на основе нейронных сетей для управления металлорежущими станками, позволяет контролировать динамическую устойчивость процесса резания. При этом возрастает качество обработки, размерная точность, а также повышается стойкость инструмента.

---

1. Математическое моделирование самоорганизующихся процессов в технологических системах обработки резанием / Ю.Г. Кабалдин [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 195 с.

УДК 621.8.048

П.В. КОЛЧИН, В.В. КРУГЛОВ

ЭЛЕКТРОКАПЛЕСТРУЙНЫЙ 3D ПРИНТЕР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологии трехмерной печати становятся все более востребованными. Заинтересованность ими вызвана тем, что необходимый продукт можно получить, не прибегая к длинным производственным цепочкам, а использовать только 3D модели изделий. Однако на сегодняшнее время способы 3D печати недостаточно точны и производительны. Максимальная производительность на принтерах составляет 5,5 г/с (для печати стальной проволокой), при этом точность изделий оставляет желать лучшего, а для печати порошком эти показатели составляют еще меньшее значение.

В связи с этим возникает потребность в поиске дальнейших путей увеличения точности и производительности. Одним из таких решений является применение элктрокаплеструйных технологий (информация об этой технологии представлена в статье данного сборника «Электрокаплеструйная технология как способ печати трехмерных изделий»). В указанном направлении были проведены теоретические изыскания. В качестве примера для исследования была принята электрокаплеструйная печать стальной проволокой 09Г2С диаметром 1 мм, в качестве нагревательного излучения был принят лазер с диапазоном мощности 500-3000 Вт. А также наложено условие, что рабочая область принтера должна составлять цилиндр диаметром 300 мм.

Так как для печати предлагаемым методом необходима капля, функцию её формирования выполняет лазер, но при этом капля должна обладать контролируемыми размерами, чтобы обеспечивать заданную точность формируемого изделия. Такую функцию выполняет генератор капель, сообщающий колебательное воздействие на проволоку, которая передает вибрацию капле, что приводит к ее отрыву. Расчет показал, что производительность генератора капель может составить от 6 до 36 г/с при правильном подборе частоты и в зависимости от выбранной мощности лазера. При этом размер капли с увеличением частоты уменьшается, что позволяет сделать предположение о том, что можно получать изделия удовлетворительной точности, не снижая при этом производительность. Далее капля попадает в системы зарядки и отклонения капель. В этих системах существуют ограничения по размеру капли и по подаваемому напряжению, которое не должно превышать 10 кВ. В соответствии с расчетами

капля, которую возможно отклонить на требуемое расстояние 150 мм от центра оси (для диаметра 300 мм), должна обладать массой не более 0,0114 г, при этом напряжение зарядки и отклоняющее напряжение составляют максимально допустимое значение 10кВ. В связи с этим были наложены ограничения на генератор капель и проведена корректировка области производительности в сторону меньших капель, а, следовательно, больших частот.

Итогом расчетов стали параметры электрокаплеструйного 3D принтера, которые показали, что при мощности лазера в 500 Вт частота каплеобразования составила диапазон от 530 до 4500 Гц, соответственно масса капли составила диапазон 0,0114…0,00113 г, а производительность 6 г/с. Чтобы увеличить производительность электрокаплеструйного принтера необходимо увеличить мощность лазера, скорректировать диапазон частот генератора капель, тогда производительность принтера может достичь значения 36 г/с при сохранении точности как при производительности 6 г/с.

Проведенное исследование показывает, что электрокаплеструные технологии могут стать дальнейшим путем к повышению производительности и точности изделий, получаемых методами трехмерной печати.

УДК 621.8.048

П.В. КОЛЧИН, В.В. КРУГЛОВ

ЭЛЕКТРОКАПЛЕСТРУЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАК СПОСОБ ПЕЧАТИ ТРЕХМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электрокаплеструйная технология – технология, при которой печатающая камера с соплом и подложка подключаются к разноименным полюсам источника постоянного высокого напряжения либо отрывающаяся капля проходит через электрод, подключенный к источнику постоянного высокого напряжения. На пути заряженных таким образом капель вещества устанавливаются две пары отклоняющих электродов, осуществляющие горизонтальную и вертикальную развертку капель в соответствии с контуром требуемой формы.

Следует отметить, что данная технология применялась лишь для печати изображений на плоскости. Однако в середине 80-х в СССР В.В. Кругловым, С.М. Сидоровым, В.И. Безруковым, Д.В. Ивановым, был предложен способ эмиссии монодисперсной струи вещества, который может послужить основой для новой технологии трехмерной печати. Этот способ относится к электрокаплеструйной технологии, а именно, к способам генерации монодисперсных струй, и может быть использован в процессах пайки, прецизионной металлизации, нанесения покрытий, прецизионного моногранулирования в порошковой металлургии, исправления дефектов на деталях, получения точных заготовок и рабочих поверхностей деталей. В рамках проведенной ими работы были выполнены эксперименты на двух типах установок, использующих в качестве сырья расплавленный металл и порошок, также были начаты работы над установкой с применением в качестве расходного материала проволоки. Полученные результаты доказали возможность применения электрокаплеструной технологии в качестве метода для формирования объемных изделий.

Теперь более подробно рассмотрим общий принцип работы 3D принтера, основанного на электрокаплеструйной технологии (рис. 1). Здесь эмиттер капель *1* генерирует однородную прямолинейную капельную струю *2*. Зарядное устройство *3* осуществляет индукционный или ионный заряд капель. Блок управления *4* отклоняет струю по одной или двум координатам, прерывает и очищает ее от брызг; управляется он от знакогенератора *7*. Для обеспечения качественной печати на подложке *5* эмиссия капель, их зарядка и управление должны быть синхронны и синфазны. Эту функцию выполняет синхронизирующее устройство *6*. Механизм привода *8* осуществляет взаимное перемещение печатающего органа и подложки.

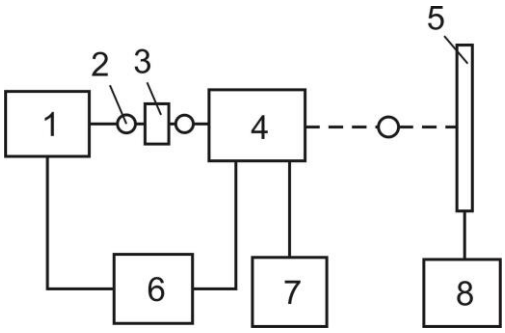


Рис. 1. Обобщенная схема электрокаплеструйного 3D принтера с отклонением в электрическом поле заряженных капель жидкости

УДК 681.5

И.С. КОЧЕТЫГОВ, Д.Е. МАКАРОВ

РЕГУЛЯТОРЫ ДЛЯ СИСТЕМ С ТРАНСПОРТНЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Томский политехнический университет

В промышленных процессах, связанных с транспортировкой, перемешиванием, горением веществ довольно часто наблюдаются временные задержки (или запаздывания). Они приводят к тому, что информация о ходе процесса поступает к регулятору позже, чем это требуется, что может привести к неустойчивости замкнутой системы. Линейная система с запаздыванием – это система, содержащая в своей структуре хотя бы одно звено, в котором есть неизменное запаздывание во времени τ изменения выходной координаты после начала изменения входной.

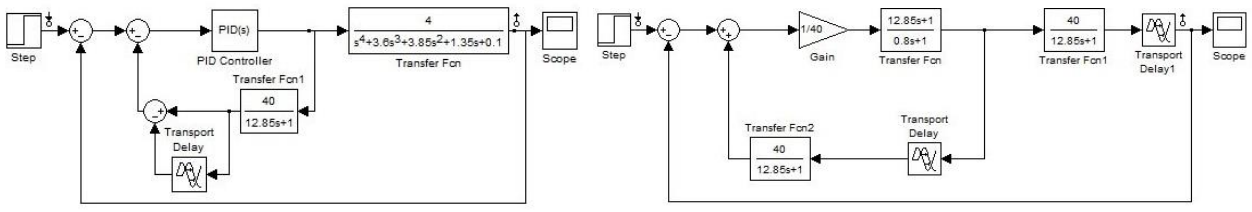
Цель предиктора Смита – показать, какой сигнал появится на выходе объекта до того, как он там появится на самом деле. Регулятор Ресвика, представленный на рисунке 4, имеет недостаток – система устойчива только при точном равенстве запаздывания объекта и запаздывания, моделируемого в объекте, а малейшее нарушение равенства ведет к потере устойчивости. Передаточная функция ОУ:

$$W_O(p) = \frac{4}{p^4 + 3,6p^3 + 3,85p^2 + 1,35p + 0,1}.$$

Заменим ее приближенной моделью более низкого порядка с запаздыванием:

$$W_{ПР}(p) = \frac{40}{12,85p+1} \cdot e^{-0,825p}. \; W_P(p) = \frac{\Phi'_{ОПТ}(p)}{1-\Phi'_{ОПТ}(p) \cdot e^{-\tau_O p}} \cdot \frac{1}{W'_O(p)}, \; \Phi'_{ОПТ}(p) = \frac{1}{Tp+1}.$$

Используя среду имитационного моделирования Matlab/Simulink, соберем данную схему с использованием регуляторов Ресвика и Смита (рис. 1, *а*, *б*).

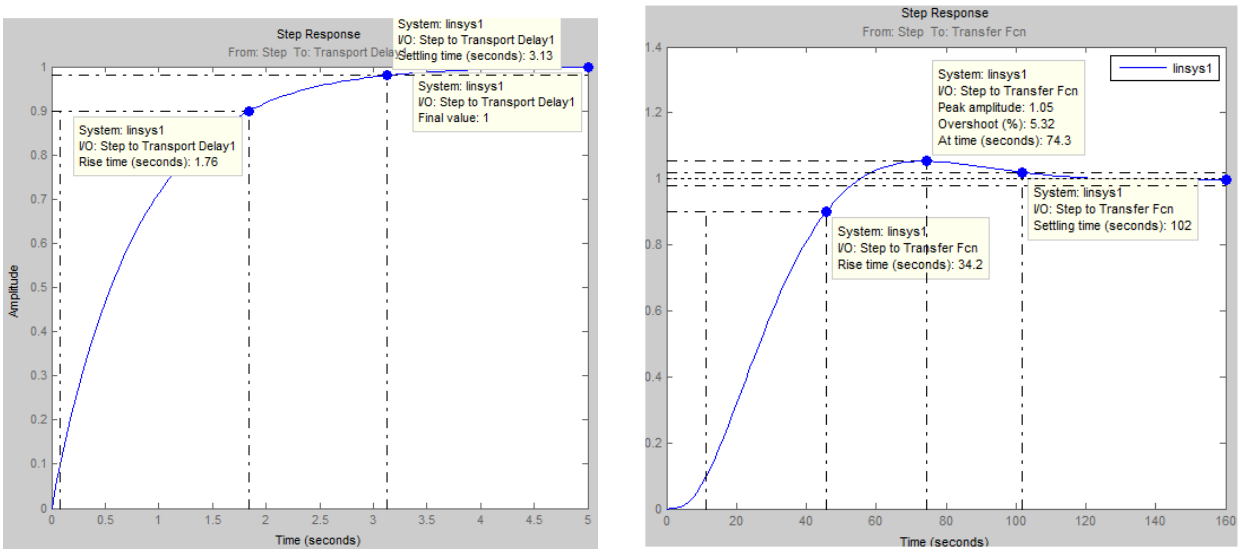


а *б*

Рис. 1. Структурная схема с регулятором Ресвика (*а*) и Смита (*б*)

Использование регулятор Ресвика дает следующие результаты: перерегулирование

0%, время переходного процесса около 3 с (рис. 2, *а*). Используя регулятор Смита, получаем следующие значения: перерегулирование 5%, время перерегулирования 74.3 с, время переходного процесса 102 с (рис. 2, *б*).



а *б*

Рис. 2. Переходная характеристика с регулятором Ресвика (*а*) и Смита (*б*)

В системах управления объектами с запаздыванием различные регуляторы. Предлагаемые системы регулирования достаточно просты по структуре. Рассмотрев известные системы регулирования, регуляторы Ресвика и Смита, можно утверждать, что их применение позволяет обеспечить устойчивость и качество замкнутой системы.

УДК 681.5

И.С. КОЧЕТЫГОВ, Д.Е. МАКАРОВ

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ В СИСТЕМАХ ТРАНСПОРТНОГО ЗАПАЗДЫВАНИЯ

Томский политехнический университет

В промышленных процессах, связанных с транспортировкой, перемешиванием, горением веществ довольно часто наблюдаются временные задержки (или запаздывания). Они приводят к тому, что информация о ходе процесса поступает к регулятору позже, чем это требуется, что может привести к неустойчивости замкнутой системы.

Методы синтеза регуляторов. Известно несколько методов синтеза систем управления объектами с запаздыванием:

- метод с использованием регулятора Ресвика;
- метод с использованием предиктора Смита;
- метод с использованием предиктивный ПИ-регулятор (ППИ-регулятор);
- метод Бэсса для синтеза оптимальных по быстродействию систем управления;
- квазиоптимальное по быстродействию управление объектами с запаздыванием в промежуточных координатах.

На практике, наиболее часто используются первые два метода. Рассмотрим их подробнее.

Предиктор_Смита, представленный на рис. 1, рекомендуется применять при соотношении величины запаздывания к постоянной времени объекта, описываемом следующим соотношением:

$$\frac{L}{L+T} > 0{,}2 \ldots 0{,}5,$$

где L - время запаздывания, T - постоянная времени объекта. Цель предиктора Смита – показать, какой сигнал появится на выходе объекта до того, как он там появится на самом деле. Регулятор Ресвика, представленный на рис. 1, имеет недостаток - система устойчива только при точном равенстве запаздывания объекта и запаздывания, моделируемого в объекте, а малейшее нарушение равенства ведет к потере устойчивости.

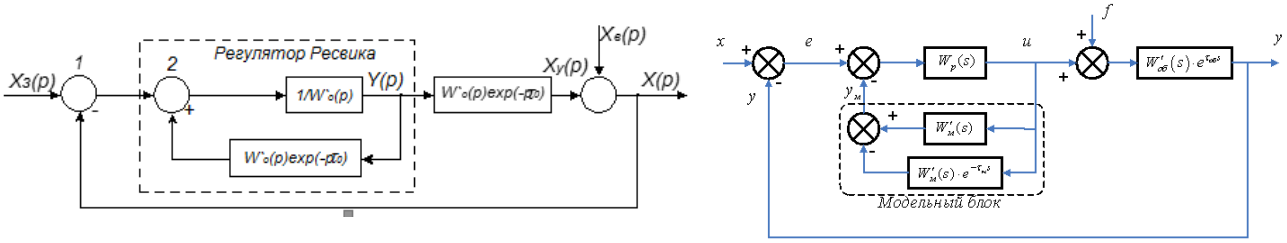


Рис. 1. САУ с регулятором Смита и Ресвика

Метода Бэсса состоит в том, что для компенсации запаздывания при построении функции управления вносится упреждение с тем, чтобы управляющее воздействие системы без запаздывания и системы с запаздыванием совпадали. Математический вид: в фазовом пространстве поверхность управления, упреждающая по времени на поверхность переключения, строится по заданной поверхности переключения той же системы без запаздывания. Сравним рассмотренные методы, применив их к одной и той же системе с запаздыванием.

Передаточная функция объекта управления имеет следующий вид:

$$W_O(p) = \frac{4}{p^4 + 3{,}6p^3 + 3{,}85p^2 + 1{,}35p + 0{,}1}.$$

Заменим ее приближенной моделью более низкого порядка с запаздыванием:

$$W_{ПР}(p) = \frac{40}{12{,}85p + 1} \cdot e^{-0{,}825p}.$$

Передаточная функция регулятора Ресвика:

$$W_P(p) = \frac{\Phi'_{ОПТ}(p)}{1 - \Phi'_{ОПТ}(p) \cdot e^{-\tau_{OP}}} \cdot \frac{1}{W'_O(p)}, \quad \Phi'_{ОПТ}(p) = \frac{1}{Tp+1}.$$

Используя среду имитационного моделирования Matlab/Simulink, соберем данную схему с использованием регуляторов Смита и Ресвика, представленную на рис. 2.

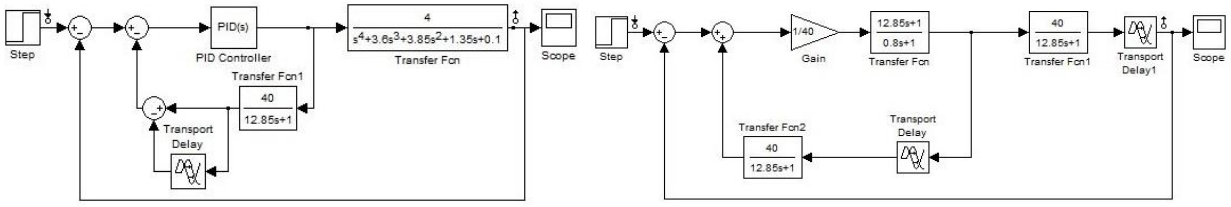


Рис. 2. Структурная схема с регулятором Смита и Ресвика

По заданной передаточной функции построим график переходного процесса и проведем оценку показателей качества системы.

Использование регулятор Ресвика дает следующие результаты: перерегулирование 0%, время переходного процесса около 3 с (рис. 3).

Используя регулятор Смита, получаем следующие значения: перерегулирование 5%, время перерегулирования 74.3 с, время переходного процесса 102 с (рис. 3).

В системах управления объектами с запаздыванием различные регуляторы. Предлагаемые системы регулирования достаточно просты по структуре. Рассмотрев наиболее извест-

ные системы регулирования, регуляторы Ресвика и Смита, можно утверждать, что их применение позволяет обеспечить устойчивость и качество замкнутой системы.

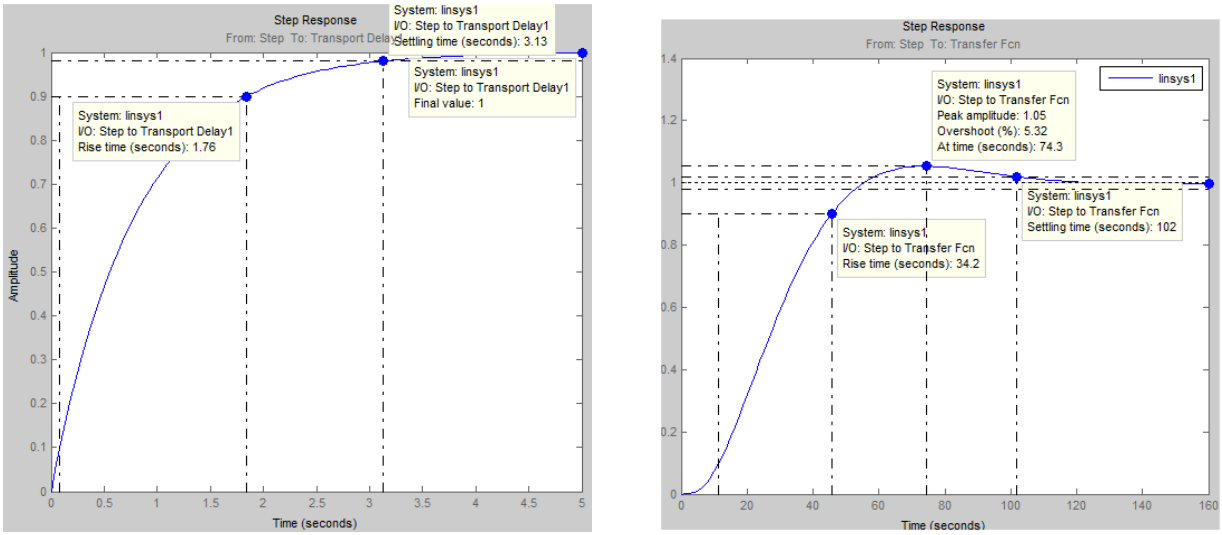


Рис. 3. Переходная характеристика с регулятором Ресвика и Смита

УДК620.179.1

М.О. КУВШИНОВ, А.А. ХЛЫБОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ВЕЛИЧИНУ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ОБРАЗЦАХ С АНТИКОРРОЗИОННОЙ АУСТЕНИТНОЙ НАПЛАВКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время повсеместно в мировой практике для защиты корпуса реактора используется антикоррозионная наплавка, выполненная аустенитными хромоникелевыми сварочными материалами. Кроме основной задачи защиты от коррозии корпуса, наплавка косвенно выполняет ряд положительных функций с точки зрения обеспечения безопасной работы корпуса, например, предотвращение загрязнения теплоносителя продуктами коррозии.

При термической обработке металлических конструкций в них могут возникать остаточные напряжения, остающиеся в конструкции после завершения термической обработки и приводящие к деформации, даже к трещинам. В условиях эксплуатации остаточные напряжения и пластические деформации металла могут способствовать хрупкому и усталостному разрушению, уменьшению коррозионной стойкости, изменению жесткости.

Возникновение внутренних напряжений при нагревании и последующем охлаждении в основном зависит от двух причин:

- неоднородность температурных полей вызывает неоднородные деформации в смежных объемах материала;
- неравномерности по сечению фазовых превращений.

Возникновение внутренних напряжений при охлаждении нагретого тела связано с различными коэффициентами линейного расширения основного металла и наплавки. Эти различия приводят к появлению по его сечению температурного градиента на границе металлов, или, иначе говоря, разности температур между отдельными участками охлаждаемого тела. Появление температурного градиента создает различное объемное состояние металла по сечению тела и вызывает в результате возникновение внутренних напряжений, которые приобретают заметную величину в тот момент, когда температура поверхностного слоя падает настолько, что в нем появляются упругие свойства.

В работе приведены результаты испытаний, полученные на образцах типа Шарпи с аустенитной наплавкой, которые подвергались термической обработке:

- закалка при 950°С 25 мин, охлаждение в масло;
- закалка при 950°С 25 мин, охлаждение в воду;
- отжиг при 950°С 25 мин, охлаждение с печью.

Был проведен рентгеноструктурный анализ на установке ДРОН-2, использовали излучение Fe_{α}, напряжение U = 32 кВ, ток I = 8мА, щели 1 х 8 х 1 мм. Также были проведены акустические измерения с целью выявления возможности контроля остаточных напряжений.

УДК 621.921

Д.Н. КУРНЕНКОВ, А.Ю. ШУРЫГИН

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ПЛАНИРОВОК УЧАСТКОВ И ЦЕХОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА AUTODESK FACTORY DESIGN SUITE

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

В настоящее время производители программного обеспечения предлагают к использованию все более мощные средства для конструкторско-технологической подготовки производства, которые, как правило, сопровождаются версиями и для учебных заведений. Так, для проектирования и оптимизации промышленных предприятий компания Autodesk предлагает программный комплекс Autodesk Factory Design Suite, который расширяет возможности AutoCAD и Autodesk Inventor и позволяет создавать цифровую модель предприятия.

Функционал, которым обладает программный комплекс, позволяет:

- осуществлять переход от ставшей привычной двухмерной планировки цеха к трехмерной модели и обратно;
- анализировать поток материалов, отображая транспортные расходы, общее время и расстояние перемещений;
- использовать имеющиеся обширные библиотеки объектов предприятий (технологическое и подъемно-транспортное оборудование, строительные элементы и т.п.) и самостоятельно пополнять их;
- организовывать виртуальные «экскурсии» на основе реалистичного отображения спроектированного цеха.



Рис. 1. Трехмерная планировка участка

Решаемый круг задач позволяет осуществить набор функциональных модулей, из которых состоит программный комплекс, например, таких как AutoCAD Architecture, Autodesk Navisworks, Autodesk Showcase и др.

Обладающий такими возможностями программный комплекс достаточно прост в освоении и способен увлечь ввиду своей наглядности как студента, изучающего специальные дисциплины и приобретающего опыт проектирования производственных участков и цехов с применением современных программных средств, так и специалиста, работающего в этой области.

УДК 621.074

И.О. ЛЕУШИН, А.А. БОЛЬШАКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ RP-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ ОСНАСТКИ В МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИТЬЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблемой, стоящей в самом начале изготовления отливок, является получение качественной модельной оснастки, форм и стержней. В ходе формовки поверхностный слой материала стержневого ящика или модели, контактирующий с зернами 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) могут выступить в качестве альтернативы существующему положению дел. Их основной замысел состоит в быстром построении точных копий изделия по его компьютерной 3D-модели.

В данной работе ставилась задача проектирования и изготовления стержневого ящика для серийного производства литейных стержней из холоднотвердеющей смеси (ХТС), применяемых в технологии фасонного литья ответственного назначения.

При проектировании 3D-модели 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 10 моделей формата .stl. На основе сведений о технологиях быстрого прототипирования, была разработана классификация технологий быстрого прототипирования в основе которой лежат технологии получения литейной формы и модельной оснастки.

Печать деталей стержневого ящика реализовывалась по FDM-технологии быстрого прототипирования. В качестве основного материала деталей использовался ABS пластик. Выбор данного материала обусловливался 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 всех составных частей обрабатывались шлифовальной бумагой. Склейка проводилась на особопрочный клей, обеспечивающий надежность соединения. Стыки на рабочей поверхности ящика были зашпаклеваны шпаклевкой на основе ABS пластика. Для придания конструкции дополнительной жесткости стержневой ящик помещен в древесный коробчатый каркас.

По итогам контроля за 10 месяцев стержневой ящик выдержал 2500 формовок, что в 2,3 раза больше, чем деревянный стержневой ящик

Испытания экспериментального стержневого ящика в условиях действующего производства показали превышение его эксплуатационного ресурса над деревянным более 100%. В настоящее время работа получила свое развитие в части применения и переработки отходов ABS пластика, возникающих в процессе печати.

УДК 002.6:62-192

А.А. МОРОЗОВ, В.П. ПУЧКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СТАНКОВ С ЧПУ-125

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

Процессы и их результаты могут оцениваться с помощью различных показателей качества, таких как производительность, стоимость, время цикла, надежность и т.д., организация будет иметь конкурентное преимущество, если эти показатели стабильны во времени. Под стабильностью технологического процесса понимают его свойство обеспечивать постоянство закона распределения вероятностей его параметров в течение определенного времени. Любой показатель качества продукции или услуги (размер, время исполнения, твердость, толщина покрытия и т.п.) не может быть абсолютно стабильным. Под действием различных факторов значения этих характеристик могут изменяться во времени. Процесс считается стабильным, если контролируемые параметры находятся внутри контрольных пределов и не наблюдается тренд к их выходу за эти пределы. При оценке контроля стабильности технологического процесса можно использовать контрольные карты, построенные по количественному или качественному признаку. Контрольные карты по количественному признаку применяют, когда контролируемый параметр можно измерить, на него даны соответствующие допуски. Если контролируемый параметр не поддается измерению, а годность изделия определяется по количеству дефектов, то применяют контрольные карты по качественному признаку.

Объектом исследования по оценке стабильности и точности технологических процессов взяты станки ТПК-125 с различными системами ЧПУ, которые имеют значительный износ, с целью выявления их работоспособности, а также экономической эффективности для дальнейшей их эксплуатации. В качестве методологической базы исследования использовались статистические методы, основанные на применении выборок с определенной группой станков, обрабатывающих поверхности $Ø32{,}6_{-0.1}$, $Ø29{,}3_{-0.05}$ и др. В цехе был налажен сбор информации по определенным параметрам и условиям работы. Все данные сводились в контрольные карты таблицы; на основании этих данных строились графики зависимости.

Даны следующие рекомендации:

- ввести предварительный прогрев станка за час-полтора до начала смены, за это время произойдут все температурные изменения в элементах станка.
- определить номенклатуру деталей для каждого станка, точность которых соответствует возможностям этого станка.

УДК 621.7.011

А.С. МАЛЫГИН, А.В. ПЛАТОНОВ

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВЕННОГО РЕМОНТА ДИСКОВ КОЛЕСНОГО ТРАНСПОРТА В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

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

В настоящее время количество автотранспорта, поставленного на учет в Нижегородской области, превышает 600 000 единиц. При этом качество дорог оставляет желать лучшего. Согласно данным «Автодора», в России 28,5 тыс. км трасс не соответствует минималь-

ным требованиям плавности дорожного покрытия,35 тыс. км не соответствуют минимальным требованиям по количеству дефектов.

Эксплуатация транспортного средства по данным дорогам приводят к поломкам не только подвески автотранспорта, но и к деформации самой неотъемлемой и важной части любого автомобиля – диска колеса.

После повреждении диска автовладельцы, как правило, пытаются его отремонтировать – «править», так как покупка нового диска не всегда предоставляется возможным, исходя из цены данного продукта, либо из-за отсутствия необходимого рисунка профиля. При наличии данных обстоятельств встает вопрос о качестве «правки» дисков колесного автотранспорта.

Проведенное нами исследования показали, что из 30 выбранных автосервисов Нижнего Новгорода только 17 занимаются «правкой» дисков колесного транспорта. Для определения качества ремонта в данных мастерских были выделены основные критерии оказания качественного ремонта: марка используемого оборудования по правке дисков; наличие полного комплекта установочных колец; использование нагрева при ремонте диска; наличие прибора, осуществляющего контроль нагрева диска; использование при ремонте лопнутых дисков аргоно-дуговой сварки; наличие прибора для проверки дефектов диска; Среднее время, затраченное на ремонт одного диска.

Анализ марки используемого оборудования по правке дисков показал, что во всех автомастерских ремонт типа «правки» осуществляется на специализированных стендах отечественных и зарубежных производителей: Фаворит-Т, Сд-1, Премьер-М, RSM 220, Titan 5400. Основной маркой станка для правки дисков является стенд, предназначенный для реставрации легкосплавных, кованых и стальных дисков, диаметром от 10 до 24 дюймов, станок для правки Titan 1400S. Его используют 5 из 17 исследуемых автосервисов, так как данный стенд – один из самых бюджетных и позволяет проводить правки дисков до 24 дюймов, кроме того, станок имеет достаточно короткую станину и может работать в небольших помещениях.

Оценка качества ремонта дисков в исследуемых мастерских позволила выделить следующие нарушения:

- согласно «Рекомендации по безопасности и сервису для колесных дисков», опубликованных Ассоциацией европейских производителей колесных дисков EUWA, любой ремонт повреждений обода или диска путем нагрева, сварки, добавления или удаления материала абсолютно запрещен, но все автомастерские при ремонте используют нагрев, а 30% производят ремонт лопнувших дисков, применяя аргоно-дуговую сварку;
- преимущественно во всех автомастерских отсутствует стенд, укомплектованный полным набором установочных колец (40 шт.); что свидетельствует об отсутствии возможности выполнять правку абсолютно всех типов и размеров колесных дисков;
- выявление дефекта диска и проверка отремонтированного диска ведется не цифровым индикатором часового типа, а металлическим щупом, который дает большую погрешность при правке.

Таким образом, выявленные нарушения не позволяют производить «правку» дисков на высоком уровне, что приводит к быстрому его износу и, как следствие, дополнительным затратам автовладельца.

УДК 621.9

Д.В. НИКОЛАЕВ, П.В. ГЛУХОВ

ПОСЛОЙНЫЙ СИНТЕЗ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Набережночелнинский филиал Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ

Послойный синтез наноматериалов – синтез, основанный на последовательных и многократных реакциях адсорбции из газовой фазы или растворов на поверхности подложки-

матрицы молекул или ионов. Данные реакции характеризуются так называемым «насыщением», т.е. образованием в результате адсорбции одного монослоя структурных единиц адсорбирующегося вещества. В процессе синтеза последовательности обработок выбирают такими, чтобы образовавшийся слой являлся новой подложкой при адсорбции следующего реагента и в результате достигаются условия циклического роста толщины слоя. Среди методов послойного синтеза с учетом природы реагентов, которые участвуют в реакциях образования слоев при их взаимодействии с подложкой, можно выделить методы наслаиваний: молекулярного, ионного, ионно-молекулярного, ионно-каллоидного, молекулярно-коллоидного и коллоидного.

Способ изготовления деталей лазерным послойным синтезом осуществляют следующим образом:

1. Выбирают ряд вариантов спекания, включающих комбинацию технологических параметров: траекторий луча диаметрами $D1$, $D2$ исходя из имеющегося оборудования; мощностей излучения: $N1$, $N2$ и Ni; скоростей перемещения луча: $V1$, $V2$ и Vi.

2. Спекают пробные треки слоя порошка всеми вариантами спекания.

3. Выполняют цифровую фотосъемку всех спеченных треков и последующую обработку фотографий с выбором оптимального варианта спекания путем выбора треков для двух диаметров луча - D_1, D_2.

4. По выбранному оптимальному варианту спекания определяют пакет технологических параметров спекания – ширину H, перекрытие В, шаг треков $S(t)$, шаг ячейки $S(i)$, зазор Z начальной и конечной точками замыкаемой траектории, а также мощностей N_1, N_2 лазерного излучения, скоростей V_1, V_2 перемещения луча.

5. Определяют положение в пространстве изготавливаемой детали при спекании, тип технологических опорных элементов (ТОЭ), их шагов на поверхности детали с последующим редактированием и построением математической модели ТОЭ детали.

6. Спекают ТОЭ с выбранным пакетом технологических параметров при минимальном диаметре D_1 лазерного луча.

7. Спекают контурные линии начального сечения детали, взаимно перпендикулярные линии сетки, с выбранным пакетом технологических параметров при минимальном значении диаметра $D1$ лазерного луча.

8. Спекают площади ячеек сетки начального сечения детали в заданной последовательности с выбранным пакетом технологических параметров при расфокусированном луче с диаметром $D2$ лазерного луча.

9. Спекают остальные сечения детали аналогично п.7, 8 с контролем температуры слоя порошка и соответствующим изменением мощности лазера и скорости перемещения луча.

10. Охлаждают спеченную деталь, производят съем ее из оборудования, очистку.

11. Удаляют ТОЭ механическим способом, выполняют зачистку детали.

Послойный синтез может применяться в машиностроении для производства деталей сложной формы с целью увеличения качества продукции и производительности производства.

УДК 621.9

А.А. НОВИЧКОВ

КАМЕРЫ ПЕЧИ ДЛЯ НАГРЕВА СТАЛЬНЫХ ТРУБ

Набережночелнинский филиал Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ

В работе были рассмотрены проблемы, относящиеся к области термообработки металлических полых изделий, которые могут быть использованы в металлургической и машиностроительной отраслях промышленности. Описаны способы подачи воздуха и его направление, транспортировки и размещения заготовок. Представлена полезная модель печи, цель которой - увеличение качества и производительности нагрева на примере стальных труб. В

процессе использования печей выявлялись те или иные проблемы термообработки, в дальнейшем оказывающие негативное воздействие на изделие.

Назначение печей состоит в передаче тепла технологическим материалам. Нагревательные печи подразделяют на печи для термообработки отливок и печи для сушки форм, стержней, песка и глины. В камерных печах нагреваемый материал неподвижен, поэтому конструкция их должна обеспечивать одинаковые условия передачи тепла во всех точках пространства.

На внешний теплообмен в основном влияет конструкция печи, поскольку ею полностью или частично определяются: источник и способ передачи тепла; интенсивность тепловыделения и распределение тепла; соответствующие изменения во времени и пространстве температуры печной среды и обрабатываемых материалов; характер движения печной среды, включая распределение давления. Отапливаются печи, как правило, природным газом. Состав газа и его калорийность существенно влияют на работу агрегатов печи и качество поверхности нагреваемых в ней изделий.

Нагрев металла в печах – важнейшая операция. Металл желательно нагревать быстро, так как в этом случае уменьшается его угар, увеличивается производительность печи и уменьшается удельный расход топлива на нагрев. Продолжительность нагрева металла до заданной температуры является важным параметром, определяющим производительность печи и ее габаритные размеры.

На сегодняшний день печи имеют ряд недостатков:

- неравномерный нагрев по всей длине заготовки;
- эффективность использования нагрева;
- время нагрева трубы;
- нагрев внутренней поверхности трубы;
- температурная точность нагрева.

Предложенная модель камер печи для нагрева стальных труб имеет ряд преимуществ перед существующими печами для нагрева длинномерных изделий. Они заключаются: в равномерном нагреве по всей площади стальной трубы; уменьшении времени нагрева стальных труб; точном нагреве стальных труб; производится нагрев внутренней поверхности стальной трубы, что значительно уменьшает время нагрева. Такая модель позволяет при сравнительно небольших затратах энергии, используя самый дешёвый вид газа - попутный и изменение конструкции воздуховодов, направляющих нагретые потоки воздуха тангенциально относительно поверхности стальной трубы, для обеспечения необходимым количеством теплоты камеры печи, значительно выиграть в качестве и дешевизне обработки стальных труб.

---

1. Полезная модель печи для нагрева труб №2014103388 от 31.01.2014.

УДК 621.71

Д.А. ОСИПОВИЧ

МЕТОД АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЕКТИВНОЙ СБОРКИ ЛОПАТОЧНЫХ РЕШЕТОК АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Для современного авиационного двигателестроения характерны высокие темпы автоматизации всех этапов производственного цикла, обеспечивающие минимизацию количества персонала. Компромиссом между высокими требованиями точности и экономическими ограничениями при серийном производстве является использование селективной сборки, в частности, при изготовлении лопаточных решеток.

Одним из ключевых контролируемых параметров при производстве лопаточных решеток является площадь проходного сечения межлопаточных каналов. Фактические значения отклонений этой площади от номинального значения для каждой пары соседних лопаток в собранной решетке являются исходными данными для поиска ее оптимальной конфигурации. Измерение фактической площади проходного сечения отдельных межлопаточных каналов собранной решетки взамен традиционных методов, основанных на измерениях с помощью оснастки сложной конструкции, выполняется с помощью оцифрованной модели полной поверхности объекта (рис. 1).

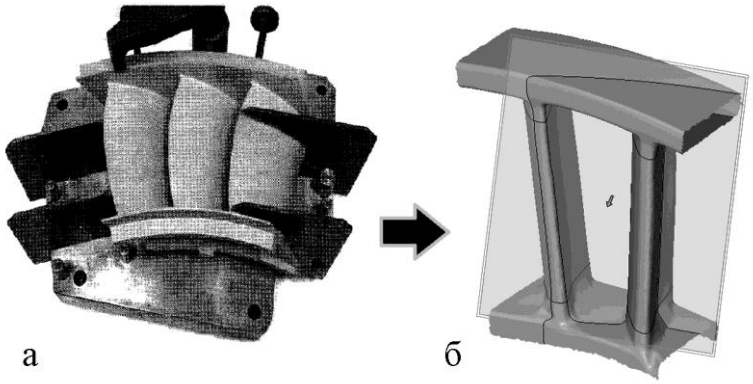


Рис. 1. Методы измерения проходного сечения лопаточной решетки:
а - с применением специального приспособления; *б* - на основе оцифрованной модели

После того, как сформирована модель полной поверхности объекта, она пересекается с заранее определенной плоскостью проходного сечения. Для определения отклонений, необходимых для выбора оптимальной последовательности, фактический контур проходного сечения, образованный кривой пересечения, сопоставляется с номинальным контуром. Оптимальная конфигурация лопаточной решетки характеризуется следующими показателями: минимальное отклонение суммарной площади проходного сечения всех межлопаточных каналов от номинального значения и равномерное распределение отклонений площади проходного сечения отдельных межлопаточных каналов с разными знаками в окружном направлении. Таким образом, выбор оптимальной конфигурации лопаточной решетки легко алгоритмизировать и реализовать в виде программного продукта.

В результате применения описанной методики достигается эффект сокращения времени как непосредственно измерений, так и принятия решения об оптимальной последовательности. Так, автоматизация всех этапов селективной сборки лопаточной решетки позволит обеспечить высокую эффективность и надежность с минимальными требованиями по количеству персонала на данном этапе производственного цикла.

УДК 621.039

В. Н. ПАВЛИН, С.В. ГОЛУБЕВ, А.А. ПАРФЕНОВ

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАРАБАНОВ ОТРАБОТАВШИХ СБОРОК ДЛЯ ПЕРЕГРУЗОЧНОГО КОМПЛЕКСА 4-ГО ЭНЕРГОБЛОКА БЕЛОЯРСКОЙ АЭС

ОАО «ОКБМ Африкантов»

В настоящее время на Белоярской АЭС завершена сборка реактора БН-800, разработанного ОАО «ОКБМ Африкантов». Реактор разработан с максимальным использованием научно-технических решений, проверенных в процессе 30-летней эксплуатации предшествующего реактора БН-600.

Наиболее интересным с точки зрения конструкции и технологии изготовления является оборудование для перегрузки свежих и отработавших ТВС. Особенно сложными в изготовлении из оборудования перегрузки ТВС являются барабаны перегрузочные, включающие в себя барабан свежих сборок (БСС) и барабан отработавших сборок (БОС).

Значительные габариты БОС (высота более 5,7 м, диаметр более 4 м) и масса (в сборе с ротором – более 67 т), а также высокая точность сопрягаемых поверхностей конструкции позволяют говорить об уникальности технологии его изготовления.

Сварка корпусов БОС выполнялась с применением сварочных автоматов. Технологическая оснастка, применяемая в процессе сварки, позволила обеспечить минимальные поводки сборочных единиц, не смотря на то, что на каждом из корпусов барабанов выполнено более 150 м сварных швов.

Обработка основных деталей и подсборок БОС выполнена на токарно-карусельном станке с диаметром планшайбы 6 м, для обработки отверстий применялись новые высокопроизводительные расточные станки.

При сборке корпуса внутреннего, входящего в состав корпуса БОС, необходима подгонка дистанционирующих платиков в районе днища корпуса, установленных на глубине более 5 м при горизонтальном расположении барабана. Точность измерения и подгонки платиков ±0,1 мм была обеспечена использованием геодезического оборудования.

Одна из самых сложных операций сборки корпуса барабана – установка внутреннего корпуса в наружный с обеспечением соосности отверстий под патрубки во внутреннем и наружном корпусах в заданных пределах с высокой точностью.

Наиболее ответственные и трудоемкие операции по сборке БОС произведены с применением кранового оборудования грузоподъемностью 100 т на специальном стенде, позволяющем в условиях предприятия не только выполнить сборочные операции, но и обеспечить испытания и имитацию всего процесса перегрузки топлива.

В процессе изготовления оборудования для реакторной установки БН-800 специалистами ОАО «ОКБМ Африкантов» накоплен бесценный опыт по изготовлению крупногабаритного оборудования высокой точности.

УДК 621.791.01

Е.А. ПИГАЛОВА, Б.Н. КОНИЩЕВ, Н.А. КУРНИКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ КОНТУРА СВАРНОЙ АВИАЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДОВ СВАРКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сварка как способ соединения материалов широкое распространение. Преимущества сварных соединений по сравнению с другими типами неразъемных соединений весьма значительны. Однако в сварочном процессе имеются свои недостатки. В процессе сварки возникают напряжения и деформации, которые в ряде случаев могут оказать отрицательное влияние на качество сварной конструкции. Во время изготовления сварных конструкций искажаются проектные формы и размеры изделий, на восстановление которых затрачивается много трудовых и временных ресурсов. Между тем, правильное построение технологического процесса сборки и сварки, а также выбор рациональных режимов сварки, как правило, позволяют избежать чрезмерных деформаций.

Одной из важных задач в совершенствовании изготовления сварных конструкций является улучшение их технологичности, повышение надежности и долговечности. Решение этих вопросов связанно с совершенствованием расчетов и проектированием конструкций, улучшением технологии их изготовления.

Поскольку речь идет об авиационной технике, следовательно, о конструкции, разрушения которой влечет за собой человеческие жертвы, задача повышения качества, надежности, работоспособности и долговечности приобретают особо важное значение для предприятия-изготовителя.

Вследствие сварочных деформаций возможны искажения геометрических сечений элементов и конструкции в целом. Это может привести к появлению неучтенных напряжений при эксплуатации конструкции и выходу её из строя. Искажение формы изделия может существенно изменить эксплуатационные характеристики сварного изделия, кроме того, остаточные деформации ухудшают внешний вид изделия.

Рассмотрим возникающие сварочные деформации на примере сварной авиационной конструкции, свариваемой аргоно-дуговой сваркой.

Изделие имеет протяженные швы сложной криволинейной конфигурации. Размеры поперечного сечения швов также различны, что связано с широким диапазоном свариваемых толщин.

В качестве экспериментальной части были сделаны замеры размеров контуров готовых обшивок сварной авиационной конструкции, собранных и сваренных ранее различными видами сварки, а именно, ручная аргоно-дуговая сварка, автоматическая аргоно-дуговая сварка без присадочной проволоки, автоматическая аргоно-дуговая сварка с присадочной проволокой.

Причины возникновения сварочных усадочных деформаций в сварной авиационной конструкции:

- литейная усадка шва при кристаллизации;
- структурные превращения, происходящие в металле в результате нагрева и охлаждения.

Кроме того, на величину сварочных деформаций влияют следующие факторы:

- вид сварки;
- размеры швов;
- условие закрепления конструкции.

УДК 621. 7. 011

И.А. ПЛАТОНОВ, А.В. ПЛАТОНОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ ПРАВКИ ДИСКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SOLIDWORKS

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

При изготовлении оборудования одной из главных задач является снижение массы не в ущерб прочностных характеристик. В АПИ проведены исследования в этом направлении на базе стенда для правки дисков автомобильных колес.

В программном комплексе SolidWorks разработаны твердотельные модели и исследованы напряженно-деформированные состояния основных узлов стенда. Проведен прочностной расчет конструкции стенда, получены данные, не удовлетворяющие некоторым критериям прочности и эксплуатационным требованиям. Было рассмотрено и проработано несколько вариантов исполнения несущих частей.

Среди перспективных направлений можно отметить следующие. Разработка и изготовление новых конструкций несущих частей стендов, особенностью которой является применение силовой рамы, позволяющей уменьшить число сборочных деталей и узлов, повысив прочностные характеристики в целом. При расчете напряженно-деформированного состояния нескольких различных конструктивных вариантов конструкций силовой рамы определена зависимость коэффициента запаса прочности от ее размера, благодаря чему была предложена наименее металлоемкая конструкция, причем, при сохранении максимально возможного предела прочности. Снижение массы конструкции силовой рамы на 7 кг было достигнуто

в результате простого решения – сверление отверстия в корпусе рамы. Там же выбран оптимальный вариант шпинделя.

Перспективным развитием ремонтного оборудования в данной области может служить разработанная конструкция портативного стенда, который (по предварительным расчетам) заявил высокие показатели по всем предъявленным требованиям к конструкции стенда.

Проведены работы по разработке конструкторской документации на все сборочные узлы и технологической документации на процесс сборки стенда. Результаты исследований рекомендованы к использованию при изготовлении стендов для правки дисков.

УДК 621.313

О.В. РОГОВА

МЕТОДИКА ПРИБЛИЖЕННОГО РАСЧЕТА МАГНИТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЗАЗОРОВ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Новосибирский государственный технический университет

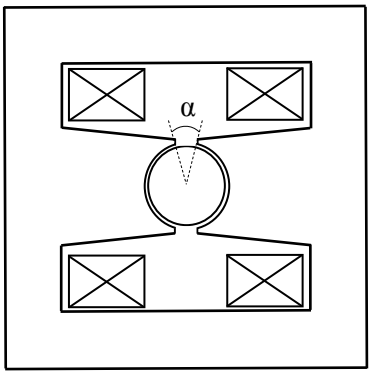


Рис. 1 Электромагнитный двигатель. (вид сверху)

Расчет основных характеристик цилиндрического электромагнитного двигателя (ЭМД) со втяжным якорем может быть легко осуществлен с использованием программ конечно-элементного моделирования в двухмерной постановке решения задачи, однако конструктивное исполнение, аналогичное приведенному на рис. 1, преобразует постановку решения задачи в трехмерную, что влечет за собой увеличение ресурсов, необходимых для ее решения. Поэтому целью данной работы является нахождение поправочного коэффициента, позволяющего осуществлять расчет подобных конструкций в двухмерной постановке решения с учетом размеров воздушных промежутков между полюсами и особенностей конструкции магнитопровода.

Исследование проводилось в несколько этапов:

1. На первом этапе выполнялся теоретический расчет магнитной проводимости методом вероятных путей потока без учета поля выпучивания и при различных размерах воздушных промежутков между полюсами:

$$G = \left(1 - \frac{\alpha m}{360}\right)\left(2\pi\mu_0 \frac{(r + \Delta/2)l}{\Delta}\right),$$

где m – число полюсов; α – угол между полюсами в градусах; r – радиус якоря; Δ – воздушный зазор, l – длина якоря.

2. На втором этапе определялся поправочный коэффициент k_p путем нахождения отношения магнитных проводимостей при различных значениях угла α относительно магнитной проводимости при $\alpha = 0$.

3. На третьем этапе проводился численный эксперимент на базе конечно-элементного моделирования в программе FEMM в плоскопараллельной постановке при различных размерах воздушных промежутков между полюсами. При этом индукция в стали находилась в пределах 0,74-0,85 Тл, а в воздушном зазоре между полюсами и якорем – 0,15 Тл (при $I = 0{,}35A$ и намагничивающей силе катушек $F = 140A$).

4. Далее определялся поправочный коэффици-

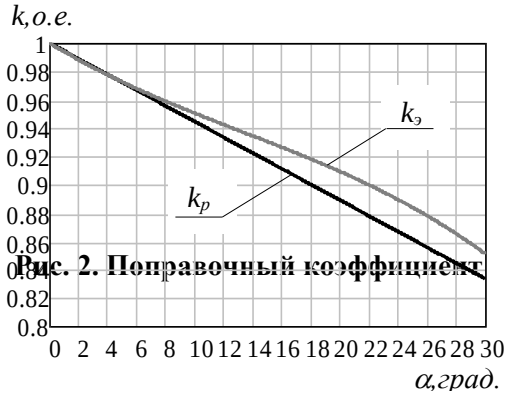


Рис. 2. Поправочный коэффициент

ент $k_э$ аналогично п. 2.

5. Проводился аналогичный п. 3 эксперимент в осесимметричной постановке решения задачи при $\alpha = 0$.

Выводы:

1. Расхождение между поправочными коэффициентами, полученными экспериментально $k_э$ и расчетным путем k_p, находится в пределах 5% (рис. 2).

2. Разница в данных магнитной проводимости, полученных в п. 3 и п. 5, при $\alpha = 0$ составила 3%.

3. При расчете магнитной проводимости на базе конечно-элементного моделирования цилиндрических ЭМД с наличием между их полюсами воздушных промежутков целесообразно использовать поправочный коэффициент k_p, который позволяет с некоторой погрешностью выполнить численные расчеты, при этом ограничиваясь двухмерной постановкой решения задачи расчета магнитного поля.

УДК 533.599.2

Д. Ю. СМИРНОВ, Т.В. РЯБИКИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ТОЧНОСТЬ ЕЕ ПОКАЗАНИЙ

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

На предприятиях, занимающихся выпуском изделий, одним из этапов изготовления которых является контроль герметичности, часто применяется метод масс-спектрометрического течеискания. В процессе контроля могут возникать проблемы, связанные с неточностью показаний прибора, загрязнением камеры анализатора и выходом его из строя. Для обеспечения исправной работы течеискателя и точности показаний необходимо соблюдение ряда условий, которые не всегда выполняются.

К обязательным требованиям, предъявляемым к процессу течеискания, относятся предварительная очистка поверхностей вакуумной системы и проверяемых деталей, соблюдение атмосферных условий в помещении и наличие спецодежды у персонала. При соблюдении метеорологических условий и проверке изделий, прошедших очистку, погрешность показаний может быть вызвана недостаточной степенью очистки поверхностей элементов системы течеискания.

Современные течеискатели позволяют фиксировать даже незначительную течь с большой точностью, но в то же время вакуумная техника стала более чувствительной к разного рода загрязнениям, попадающим в анализатор. Этот факт заставляет задуматься об обеспечении наибольшей эффективности очистки поверхностей системы, которая позволит сохранить работоспособность течеискателя на долгое время.

Для определения степени влияния загрязнений на показания был проведен анализ и выявлена зависимость минимальной пороговой чувствительности прибора от среднего фонового сигнала. Испытания проводились на течеискателе ТИ 1-22 «Гелмасс» производства завода «Измеритель» г. Санкт-Петербург с использованием в качестве вакуумной камеры цилиндрического стального колпака из коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10Т, расположенного на резиновом основании откачного поста, соединенного с течеискателем, в течение 12 дней при одинаковых метеорологических условиях. По результатам исследования выявлено непостоянство показаний течеискателя и достаточно большая величина фонового сигнала (50.30 - 50.60 мВ), которая непосредственно влияет на точность показаний прибора.

На производстве корпуса проверяемых изделий подвергаются промывке в нефрасе в специальных ваннах, а для очистки вакуумных камер и других элементов системы течеискания (сильфонов, быстроразъемных соединений) применяется электрохимическое полирование. Тем не менее, электрохимическое полирование при всех своих плюсах не позволяет

удалить электрически нейтральные и труднодоступные загрязняющие вещества с поверхности образца. Поэтому предлагается использовать в качестве очистки комбинацию методов химического обезжиривания, электрохимического полирования и термического обезгаживания. Исследуемая технология в конечном итоге должна позволить снизить непостоянство в показаниях, добиться большей точности и уменьшить износ чувствительных элементов течеискателя. Задача сводится к тому, чтобы определить содержание методов очистки, последовательность, а также такие параметры, как температура, концентрация, давление и т.д.

УДК 621. 074

А.В. ТЯГЕЛЬСКИЙ

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК СВАРНЫХ ШВОВ ВЫПОЛНЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБЧАТЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ И ЖАРОСТОЙКИХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе рассматриваются различные методы сварки (аргоно-дуговая, лазерная и электронно-лучевая), состоящей из сборки трубки наружным диаметром 8 мм с толщиной стенки 0,39 мм и шарнира, изготовленных из сплава ХН35ВБ-ВД (ЭП912-ВД). При этом должна быть обеспеченна глубина провара в пределах 0,4÷0,6 мм. В этой работе стояла задача получить качественное и прочное сварное соединение. Для этого вели отработку сварного соединения в двух вариантах с присадочным материалом (никелевое кольцо) и без него (так как в данном сплаве основным химическим элементом является никель).

*Аргоно-дуговая сварка***.** Во время сварки с использованием никелевого кольца при неоптимальных режимах сварки никелевое кольцо не полностью расплавляется в корне сварного шва, а без никелевого кольца происходит оплавление кромок трубки на шарнире. Была отработана технология сварки, исключившая перечисленные дефекты. Микроструктура сварного шва получилась плотной и герметичной без дефектов, а при испытаниях на разрыв образец рвался по трубке в обоих вариантах сварки.

*Электронно-лучевая сварка***.** Сварные швы образцов сваренных методом электронно-лучевой сваркой являются герметичными и прочными. Испытания на прочность методом растяжения показали, что как и при аргоно-дуговой сварке образец рвётся по трубке, а не сварному шву.

*Лазерная сварка***.** Простота управления лазерным лучом, возможность плавного изменения в широких пределах энергии (а следовательно, и температуры), кратковременность термического воздействия – вот основные преимущества лазерного метода сварки. Сварной шов при лазерной сварке имеет чешуйчатую поверхность.

При использовании никелевого кольца в качестве присадочного материала отмечено уменьшение количества трещин. При механических испытаниях на разрыв образец рвался как у околошовной зоны сварного шва, так и по трубке, причём усилие разрыва было меньше, чем в случае аргоно-дуговой или электронно-лучевой сварки. Отработка технологии сваривания трубки с шарниром продолжается.

Сравнив методы сварки, можно сделать следующий вывод: при сварке подобных конструкций в единичном производстве можно использовать любой метод сварки, но при массовом производстве подобных конструкций более целесообразно использовать аргоно-дуговую сварку, так как этот вид сварки не уступает электронно-лучевой, превосходя лазерную по качеству сварного шва, и более экономически выгоден.

УДК 681.3

А.А. ХЛЕБНИКОВ, М.В. КАНГИН

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР

НА ПРИМЕРЕ ДЕТАЛИ «ОСНОВАНИЕ»

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

Основными факторами эффективности функционирования машиностроительного предприятия являются сжатые сроки и высокое качество конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). Автоматизировать и повысить эффективность КТПП позволяют современные CAD/CAE/CAPP/CAM/PLM системы. Сквозная 3D-технология АСКОН обеспечивает полную сквозную интеграцию и взаимодействие всех компонентов автоматизированной конструкторско-технологической подготовки производства.

Базовые возможности CAD системы «Компас 3D» включают в себя развитый инструментарий трёхмерного твердотельного, поверхностного и параметрического моделирования, позволяющий спроектировать изделие любой степени сложности в 3D и оформить на это изделие комплект документации.

Внедренная в программу «Компас 3D» CAE система АРМ FEM предназначена для выполнения расчетов различных деталей в системе «Компас 3D» с последующей демонстрацией результатов этих расчетов. Проверка детали «Основание» на прочность в АРМ FEM позволила: провести статические расчеты; расчеты на устойчивость детали, воздействия температур, тепловых процессов, проходящих в детали.

Интеграция с «Компас 3D» CAPP системы «Вертикаль V5» обеспечивает: автоматический перенос данных из чертежа (и 3D модели) в текст ТП; визуально настраиваемые связи графических данных со структурными элементами ТП; просмотр и редактирование планов обработки поверхностей КТЭ в привязке к элементам 3D модели; навигацию в тексте ТП по 3D модели и (или) по чертежу.

Во время проектирования ТП в САПР ТП «Вертикаль»: 1) выявлены множества конструкторско-технологических элементов, входящих в состав детали «Основание», и сформировано дерево КТЭ, отображающее состав элементарных поверхностей КТЭ и групп КТЭ детали; 2) сформировано дерево ТП, отображающее состав и иерархию операций, переходов, оснастки и других объектов, составляющих технологический процесс изготовления детали; 3) при проектировании технологического процесса заполнено дерево КТЭ, установлены планы обработки; 4) настроены связи между деревом КТЭ, деревом ТП и 3D моделью, что позволило легко ориентироваться в техпроцессе.

Интеграция «Компас 3D» с CAM системой «ГеММа-3D» позволяет создавать программы обработки наиболее сложных деталей. В ходе написания управляющей программы: 1) импортирована 3-D модель детали «Основание» из «Компас 3D» в систему «Гемма 3D»; 2) созданы ограничивающие поверхности; 3) задана геометрия инструмента; 4) определены режимы резания; 5) выбраны обрабатываемые поверхности; 6) определены размеры заготовки; 7) указаны ограничивающие контуры; 8) рассчитаны проходы; 9) визуализирована обработка.

Использование сквозной 3D-технологии АСКОН в конструкторско-технологической подготовке производства позволяет: 1) сократить сроки КТПП; 2) существенно повысить качество конструкторской и технологической документации; 3)снизить издержки или совсем исключить опытное производство изделий; 4) максимально быстро вводить в производство модификации изделий; 5) эффективно эксплуатировать парк станочного и оптимизировать расход инструмента.

УДК 621.313.282.2

Д.А. ХОХЛОВ, Л.А. НЕЙМАН

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВА ЦИКЛИЧНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДВИГАТЕЛЯ В ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ

Новосибирский государственный технический университет

Цикличный режим работы электромагнитного двигателя, синхронизированный с частотой подаваемых на катушку импульсов напряжения, питающего его источника, является одним из самых распространенных в электроприводах машин виброударного действия различного технологического назначения. При цикличном процессе работы время протекания тока в катушке определяется временем разгона бойка, а время бестоковой паузы – временем его приведения в исходное состояние. Отношение длительности времени бестоковой паузы к времени протекания тока в катушке определяет разницу колебаний температуры в цикле. С увеличением этого отношения разница колебаний между максимальным и минимальным значением перегрева в цикле возрастает.

В проводимых исследованиях рассмотрен случай, когда подводимая мощность за время работы не меняется, однако может существенно превышать предельно-допустимую, а температура элементов электропривода не сразу достигает установившихся значений, и при включении двигателя равна или превышает температуру окружающей среды. В качестве допущений принято, что электромагнитный двигатель является однородным телом с равномерно распределенным по сечению источником тепла, а коэффициент теплоотдачи в процессе нагрева не зависит от превышения температуры теплоотдающей поверхности над окружающей средой. В соответствии с принятыми допущениями колебания температуры в переходном процессе нагрева и охлаждения при нулевых начальных условиях и цикличном процессе работы могут быть выражены через параметры, характеризующие режим работы электропривода.

В исследованиях установлено влияние определяющих факторов на условия работы электропривода при цикличном процессе выделения мощности для четырех случаев. Для решения задачи определялось количество последовательных рабочих циклов, совершаемых электромагнитным двигателем до его выхода на предельно-допустимую по нагреву температуру. Условием, ограничивающим продолжительную работу, принимался допустимый перегрев, при достижении которого электропривод необходимо отключить и охладить до температуры окружающей среды.

В первом случае работы электропривода цикличный процесс нагрева осуществляется при нулевых начальных условиях, во втором – при ненулевых начальных условиях, в третьем в продолжительном квазиустановившемся режиме; в четвертом – в повторно-кратковременном режиме, который характеризуется продолжительностью включения ПВ%.

По результатам выполненных исследований получены приближенные расчетные соотношения для переходных и квазиустановившихся тепловых процессов электромагнитного двигателя от параметров, характеризующих режим работы электропривода, которые могут быть использованы в инженерной практике, как для расчета цикличных ударных устройств, так и управления их тепловой нагрузкой.

Также установлены зависимости допустимого по условиям нагрева количества последовательных рабочих циклов, энергии и частоты ударов в переходных и квазиустановившихся режимах работы электропривода от его перегрузочной способности, а также теплофизических и геометрических параметров, позволяющих оптимизировать работу электропривода при заданных динамических параметрах, обусловленных рабочим процессом.

УДК 621.313.282.2

А.С. ШАБАНОВ, Л.А. НЕЙМАН

ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВА СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МАШИН УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Новосибирский государственный технический университет

В проводимых исследованиях выполнена классификация и дана оценка конструктивного совершенства систем воздушного охлаждения синхронных электромагнитных машин ударного действия, используемых в приводе специального технологического оборудования.

Среди синхронных электромагнитных ударных машин с естественным воздушным охлаждением выделено три основные группы конструктивных признаков систем охлаждения. К первой группе признаков отнесены системы охлаждения, определяющие отдачу тепла с замкнутой цилиндрической поверхности магнитопровода, в которых непосредственный контакт поверхности охлаждения катушки с внешней средой отсутствует. Ко второй группе признаков отнесены системы охлаждения с оребрением поверхностей, увеличивающих общую поверхность охлаждения. Непосредственный контакт поверхности катушки с внешней средой здесь также исключен. К третьей группе отнесены системы охлаждения, в которых основная теплоотдача в окружающую среду осуществляется непосредственно с поверхности катушки за счет особой конструкции исполнения магнитопровода. На примере созданных синхронных электромагнитных машин ударного действия показано, что для систем с естественным охлаждением среднее значение теплового потока, отнесенного к поверхности охлаждения катушки, находится в диапазоне значений 5,2–13,3 кВт/м^2, средняя удельная тепловая нагрузка активного объёма, занятого катушкой, составляет 344–14,22 кВт/м^3.

Установлено, что в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ударной нагрузке, ни одна из электромагнитных синхронных машин с естественным способом охлаждением не удовлетворяет условиям работы с ПВ=100%. Для поддержания режима работы электромагнитной ударной машины с ПВ=100% мощность вентиляционной установки должна составлять до 25% от мощности, потребляемой ударным узлом.

Интенсивность теплоотдачи и длительный режим работы электромагнитных ударных узлов может быть обеспечен принудительным воздушным охлаждением катушки. Наибольшее распространение среди электромагнитных машин ударного действия получило принудительное воздушное охлаждение, в последовательности совершенствования которого выделены четыре основные группы конструктивных признаков систем охлаждения: 1) с наружной вентиляцией ударного узла, в которых теплоотдача происходит с внешней цилиндрической поверхности магнитопровода; 2) системы охлаждения, в которых выполнение специальных вентиляционных отверстий в конструкции магнитопровода позволило создать воздушные тракты, образованные цилиндрическими и торцевыми плоскостями обмоток и магнитопровода с автономным вводом и выводом воздуха через отверстия в полюсах; 3) системы вентиляции с коаксиальными каналами в катушках, обеспечивающими расход воздуха пропорционально выделяемой в них мощности; 4) системы вентиляции с радиальным расположением каналов, позволяющим увеличить общую площадь охлаждения катушек, снизить сопротивление воздушному потоку и обеспечить более равномерный нагрев катушек. Установлено, что для систем с принудительным воздушным охлаждением среднее значение теплового потока, отнесенного к поверхности охлаждения катушки, находится в диапазоне 9,7–22,2 кВт/м^2, средняя удельная тепловая нагрузка активного объёма, занятого катушкой, составляет 1728–5172 кВт/м^3.

УДК 621.7.01

А.М. ЩЕКИН, Е.А. КУЛИКОВА

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование в большинстве конструкций станочных приспособлений в качестве зажимных устройств рычагов позволяет при относительной простоте получить выигрыш в силе, обеспечить постоянство усилия зажима, осуществлять закрепление в труднодоступных местах.

В процессе оптимизации конструкций технологического оснащения следует обратить внимание на факторы, которые могут привести к достижению поставленной задачи. Применительно к технологической оснастке такой задачей могут являться минимальные габариты приспособления, что приведет к поиску такой конструкции рычажного механизма, которая может быть использована в требуемой схеме закрепления и при которой уравновешивающая сила будет минимальной. Все это требует больших пересчетов параметров, характеризующих рычаг как звено цепи тех элементов, из которых состоит приспособление (длина плеч, тип конструкции) и тех параметров, которые относятся к обеспечению функционирования данного механизма (площадь поперечного сечения, способная выдержать требуемую нагрузку, минимальный диаметр оси и штока, с помощью которого передается усилие и т.д.)

Исходными данными для проектирования зажимного механизма являются схема зажима и требуемая сила закрепления детали.

Для определения усилия, обеспечивающего требуемую силу закрепления, можно воспользоваться тремя методами:

- геометрический (продление линий действий сил до точки их пересечения с параллельным переносом для построения треугольника сил);
- математический (составление уравнений прямых для нахождения координаты точки пересечения линий действия сил, для определения углов, характеризующих соотношение между силами, действующими на рычажный механизм);
- физический (составление уравнений моментов относительно неподвижной оси рычага).

Первые два метода основаны на том, что все силы, действующие на механизм, находящийся в состоянии покоя, сходятся в одну точку – мгновенный центр сил, действующих на деталь, образуя замкнутый многоугольник сил, который можно свести к треугольнику сил.

Однако данные методы нельзя использовать при многократном пересчете, так как они завязаны с определенной схемой механизма и определенными размерными параметрами. В случае изменения размеров, что часто случается в процессе проектирования, перерасчет приходится проводить заново.

Отличительной особенностью расчета рычажного механизма физическим способом является более точное описание воздействий и, как следствие, всех реакций, действующих на рычажный механизм (что при традиционных расчетах не делается), возможность производить перерасчет искомых величин, изменяя параметры и конструкцию рычажного механизма.

Вопрос автоматизации расчета зажимного механизма является лишь частью решения задачи по автоматизации выбора оптимальных параметров приспособлений в машиностроении.

УДК 002.6:62-192

В.В. ЯКУНИН, В.П. ПУЧКОВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СТАНКОВ С ЧПУ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

Основной проблемой использования станков с ЧПУ в производстве является их ограничение по надежности, которая бывает двух типов: параметрическая надежность и безот-

казность 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 высокой надежности и сохранение начальных характеристик станков. 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, так и вероятностную картину явлений. Микроклимат, температура, влажность, запыленность цехов, где располагается механообрабатывающее 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.

Объектом исследования по оценке надежности и точности взяты станки ТПК-125 с различными системами ЧПУ, установленные в механическом цехе. В течение времени собрана информация, по данным которой выявлены такие параметры, как безотказность работы, интенсивность отказов, наработка на отказ и др. 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 периодичному планированию предварительных ремонтов.

С целью повышения эффективности работы станков предлагается следующее:

1) продолжить эксплуатацию станков с ЧПУ ТПК-125, так как их техническое состояние обеспечивает выпуск качественной продукции;

2) для поддержания станков в рабочем состоянии, сокращения времени простоя и ремонта станков необходимо в цехе увеличить объем запасных частей (подшипников, электродвигателей привода вспомогательных движений, пальцев ролика подачи, стартстопных муфт и т.д.);

3) усилить количественно и качественно ремонтную группу механика по обслуживанию станков ТПК-125.

СЕКЦИЯ 4

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Подсекция 4.1

Конструирование наземных транспортных средств

УДК 629.113

И.Е. АНУЧИН, А.В. ТУМАСОВ, В.В. БЕЛЯКОВ, К.О.ГОНЧАРОВ

ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАСШТАБНОЙ МОДЕЛИ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULA STUDENT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Спортивный автомобиль должен обладать рядом отличительных характеристик. Такому автомобилю важно иметь высокие показатели тягово-скоростных свойств, управляемости и устойчивости. Спортивные автомобили способны достигать высоких скоростей и на этих скоростях автомобиль не должен терять управляемости и устойчивости. Для решения данной задачи инженеры изменяют геометрию и характеристики подвески, настройки двигателя, а также улучшают аэродинамические характеристики. В некоторых случаях характеристики двигателя и подвески ограничены регламентом, и в таком случае «игра» аэродинамическими характеристиками оказывает положительный эффект на разгонную динамику и устойчивость (особенно при боковых порывах ветра). Изменяя положение метацентра автомобиля, инженеры могут влиять на избыточную или недостаточную управляемость. Различные элементы, устанавливаемые на автомобиль (спойлер, антикрыло и т.д.), позволяют улучшить его поведение при движении на расчетных скоростях.

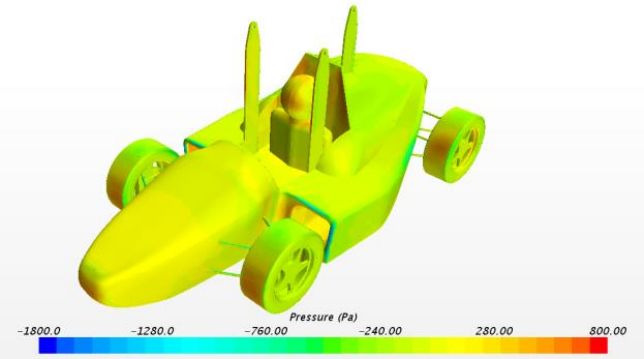


Рис. 1. Распределение давлений по поверхности автомобиля с стандартной огнеупорной стенкой

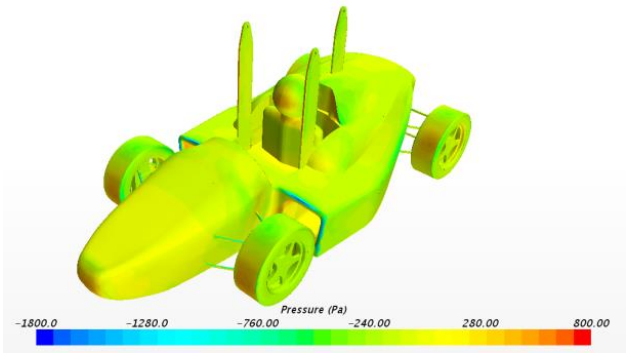


Рис. 2. Распределение давлений по поверхности автомобиля с измененной огнеупорной стенкой

В данной работе проводится исследование влияния различных элементов кузова спортивного автомобиля AMIgo 1, такие как огнеупорная стенка за пилотом и боковые воздухозаборники для охлаждения двигателя. При моделировании в пакете Star CCM+ было получено, что при изменении огнеупорной стенки (рис. 2) коэффициент лобового сопротивления уменьшился на 13%, что для спортивного автомобиля является весомым показателем.

УДК 629.113

С.Г. БОРИСОВ, В.Н. КРАВЕЦ

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ЗАКОНА ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ РУЛЕВОГО МЕХАНИЗМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рулевой механизм в значительной степени определяет легкость и правильность задания направления движения автомобиля.

Повышение удобства управления автомобилем можно обеспечить, применив рулевой механизм с переменным передаточным отношением. Рулевой механизм рассматривается как редуктор с определенными параметрами, принятыми для характеристики:

- передаточное отношение;
- суммарное трение;
- зазоры в передаче.

Выбор передаточного отношения рулевого механизма производится исключительно в зависимости от условий эксплуатации автомобиля. Рассмотрев основные условия эксплуатации, можем сделать следующие выводы по выбору оптимального передаточного отношения:

1) при движении автомобиля по прямой дороге на высоких скоростях (т.е. при прямом положении управляемых колес) передаточное отношение должно быть наибольшим.

2) при повороте колес на большие углы, что имеет место при крутых поворотах или маневрировании автомобиля, и при выезде из колеи со скользкой поверхностью или на виражах передаточное отношение рулевого механизма должно быть наименьшим, если считать, что усилие при этом не превышает допустимое.

Эти два противоположных условия могут быть выполнены в рулевом механизме с переменным передаточным отношением. Оно должно иметь максимальное значение в среднем положении рулевого колеса и минимальное – при повороте в обе стороны.

В основу экспериментальной конструкции положены следующие положения:

1) передаточное отношение должно быть резко переменным и изменятся так, как указывалось выше;

2) предусмотрена возможность установки экспериментального образца на автомобиль вместо стандартного.

При сравнительном анализе конструкций рулевых механизмов с постоянным и переменным передаточными отношениями следует ожидать повышения удобства управления и маневренности при резко переменном передаточном отношении.

Основными параметрами, подлежащими сопоставлению при данном анализе, являются: угол поворота рулевого колеса и усилие, прилагаемое к его ободу при повороте автомобиля.

УДК 629.113

С.Г. БОРИСОВ, В.Н. КРАВЕЦ

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РУЛЕВОГО МЕХАНИЗМА С ПЕРЕМЕННЫМ ПЕРЕДАТОЧНЫМ ЧИСЛОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

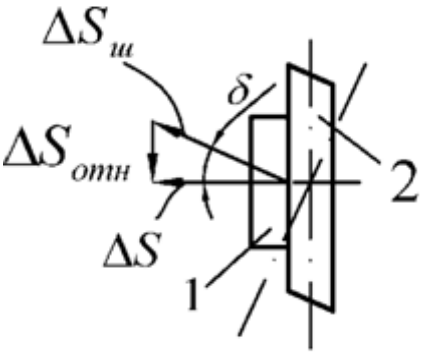


Рис. 1. Зубчатая пара шестерня – рейка:
1 – зуб рейки; *2* – зуб шестерни

Рассмотрим картину зубчатого зацепления шестерни и рейки (рис. 1).

При известных углах зацепления α_w рассчитаем передаточные числа рулевого механизма:

α_w=10° d_w=14,42 мм $u_{рм}$=18,81

α_w=42° d_w=18,23 мм $u_{рм}$=14,2

Изменение передаточного числа:

k=14,2/18,81= 0,755 или

Δ=(18,81−14,2)*100%/18,81=24,5%

Таким образом, уменьшение передаточного числа рулевого механизма за полный поворот из среднего в крайнее положение составил – 24,5%.

Графики изменения начального диаметра шестерни и передаточного числа рулевого механизма приведены на рис. 2 и рис. 3.

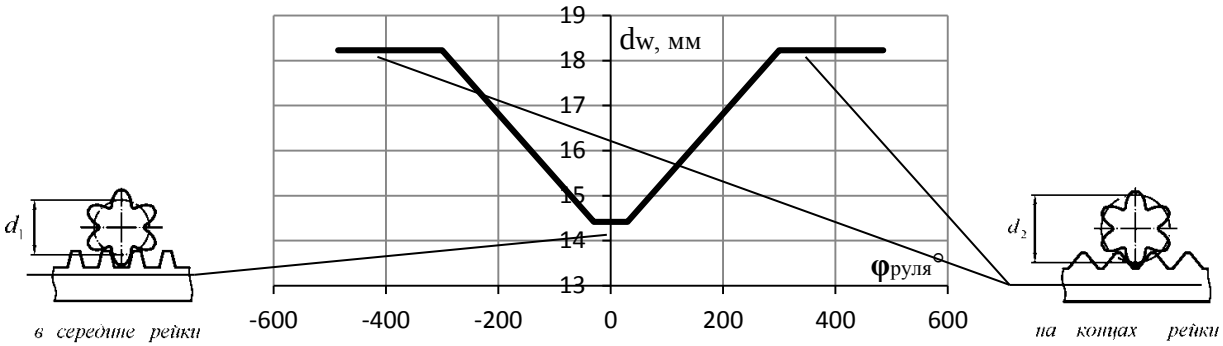


Рис. 2. Начальный диаметр шестерни

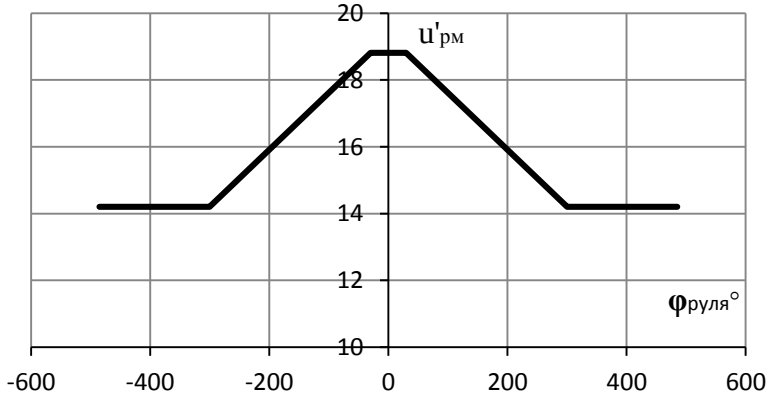


Рис. 3. Условное передаточное число рулевого механизма

УДК 629.113

Д.А. БУТИН, А.В. ТУМАСОВ, В.В. БЕЛЯКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ УПРАВЛЯЕМОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULA STUDENT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование свойств активной безопасности транспортных средств возможно не только по данным дорожных испытаний, но и по результатам моделирования. Сравнение данных, полученных в результате испытаний реального автомобиля и виртуальной модели, позволяют оценить адекватность модели и правомерность результатов исследования, выполненных на основе моделирования.

Оценка достоверности модели проводилась с помощью сравнения результатов натурных и компьютерных испытаний. В качестве испытания было выбрано движение по траектории с постоянной кривизной, в котором требуется получить максимальное боковое ускорение, развиваемое гоночным болидом. В качестве измерительного оборудования использовался комплекс Racelogic VBOX с одной антенной GPS. Было проведено три одинаковых испытания (рис. 1), при которых автомобиль двигался со скоростью 29 км/ч, и водитель совершал криволинейное движение по круговой траектории с радиусом 9,117 м.



Рис. 1. Испытание болида на криволинейном участке гоночной трассы

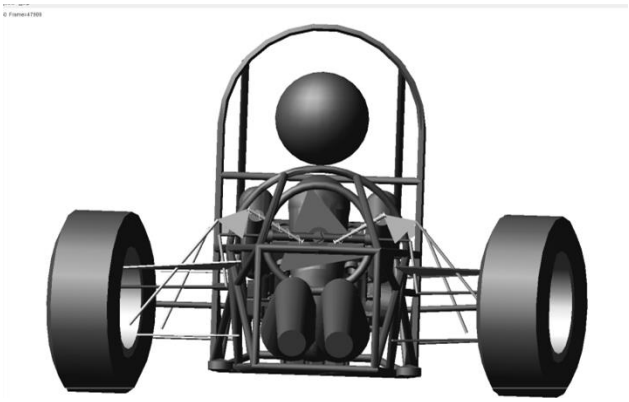


Рис. 2. Виртуальная модель гоночного болида

Моделирование испытания проводилось в программном комплексе MSC.ADAMS/CAR, в котором была создана модель спортивного автомобиля с учетом кинематики направляющего механизма подвески, а также параметров упругих и демпфирующих элементов подвески. Использовалась модель шины PAC2002, эта модель была создана по теории профессора Hans Bastiaan Pacejka. Разработанная модель болида не учитывает возможные упругие деформации рамы и рычагов подвески от нагрузки. Модель болида совершала движение по траектории постоянной кривизны, при этом условия движения виртуальных испытаний соответствовали условиям ранее проведенных натурных испытаний. Методом последовательных приближений была получена максимальная скорость движения модели, при которой начинается снос передней оси, но движение остается контролируемым.

Сравнительный анализ результатов моделирования с данными дорожных испытаний показал, что расхождение значений по боковому ускорению составляет не более 1%. Таким образом, можно сделать вывод об адекватности созданной модели и возможности ее дальнейшего использования для исследования свойств управляемости и устойчивости болида.

УДК 629.113

Е.Г. ДЕНИСЕНКО, А.Н. БЛОХИН, А.М. НОСКОВ

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ ВЕЗДЕХОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ШИНАХ СВЕРХНИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одними из наиболее важных эксплуатационных свойств вездеходных транспортных средств являются тяговые свойства. Они определяют динамику разгона, проходимость и энергоэффективность машины.

В качестве основного показателя тяговых свойств выбирают силу тяги транспортного средства. Сила тяги экспериментально определялась для транспортного средства с колесной формулой 4х4 при движении по различным опорным поверхностям: снежная целина, укатанная заснеженная дорога, цементо-бетонное покрытие, асфальтовое покрытие (рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальное определение силы тяги на снежной целине

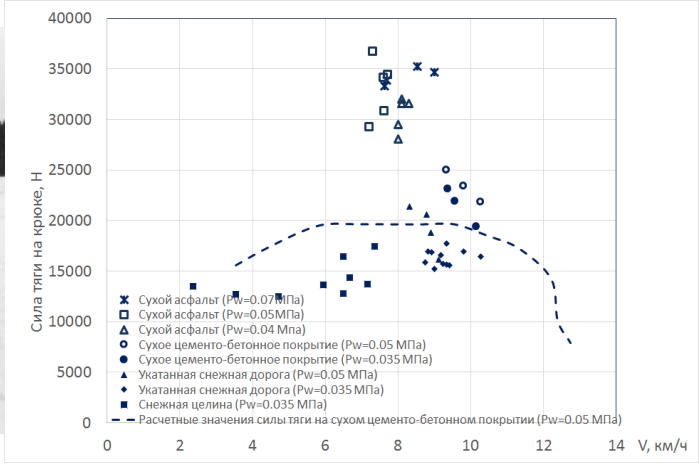


Рис. 2. Результаты теоретических и экспериментальных исследований

Исследования тяговых свойств проводились с использованием высокоточного современного оборудования: универсального динамометра ДОУ-3-100И, многофункционального измерителя скорости VB20SL3cGPSантеннами (фирма Racelogic), динамического тензометра DC-204R (фирма «Японские измерительные технологии»).

Соотношение сил тяги на рассматриваемых опорных поверхностях при различных давлениях воздуха в шинах, а также теоретические значения силы тяги при движении транспортного средства на первой передаче представлены на рис. 2.

Расчетное значение силы тяги определялось по выражению:

$$F_{\text{Т}} = \frac{M_e U_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}}}{r_{\text{д}}},$$

где M_e – крутящий момент двигателя, Нм; $U_{\text{тр}}$ – передаточное число; $\eta_{\text{тр}}$ – КПД трансмиссии; $r_{\text{д}}$ – динамический радиус колеса.

В результате проведенной работы:

- экспериментально определена тяговая характеристика вездехода 4х4 на различных опорных поверхностях, в том числе на снежной целине, укатанной снежной дороге, цементо-бетонном покрытии, асфальте;
- рассчитаны теоретические значения силы тяги на первой передаче транспортного средства для асфальтового покрытия,
- проведено сравнение теоретических и экспериментальных данных.

УДК 629.113

Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.С. МАКАРОВ, В.В. БЕЛЯКОВ

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ О СНЕГЕ КАК ПОЛОТНЕ ПУТИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ОТ XIX ВЕКА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работы, посвященные исследованию снежного покрова, в том числе как полотна пути для транспортных средств ведутся с конца XIX века. Одними из первых исследований в этой области являются работы А.И. Воейкова, П.П. Кузьмина и Г.Д. Рихтера. В них рассмотрены особенности формирования снега, а также районирование территории стран бывшего СССР по характеру снежного покрова. В основу районирования положены два показателя: максимальная толщина снежного покрова и продолжительность многоснежного периода. За максимальную толщину принята наибольшая среднедекадная толщина снежного покрова, взятая из выборки многолетних средних величин по каждой из метеостанций. Также в этих работах приводятся различные классификации снега, причем превалирует качественное описание видов снега в основном по внешним признакам (структуре) и плотности.

Значительный интерес представляет работа, выполненная под редакцией Д. М. Грея и Д. Х. Мэйла. Авторы также описывают особенности формирования и представляют классификацию снежного покрова. Однако снег в рамках данной работы классифицируется не только по внешним (структурным) признакам, но и как полотно пути для транспортных средств. Раскрываются особенности формирования в различных условиях движения, приводятся данные о влиянии ландшафта на высоту снежного покрова.

Ведущее место в области транспортного снеговедения и исследований характеристик снежного покрова в России занимает Отраслевая научно-исследовательская лаборатория вездеходных машин (ОНИЛВМ). Актуальное название лаборатории ОНИЛВМ – НИЛ транспортных машин и транспортно-технологических комплексов (НИЛ ТМ ТТК). В работах основателя лаборатории С.В. Рукавишникова и его учеников снег исключительно рассматривается как полотно пути для транспортно-технологических машин. В основу классификации положена способность снега к различным видам деформации движителями. Определяющий вклад в описание данных характеристик снега внесли исследователи Нижегородского государственного технического университета Малыгин В.А. и Панов В.И.

Зарубежная научная школа объединяет исследователей из Лаборатории исследования полярных районов (CRREL) США. Необходимо отметить историческое сходство характера проведения исследований лаборатории CRREL и ОНИЛВМ. Однако у отечественных разработок акцент сделан на фундаментальность математических моделей и проектирование конечной продукции. Зарубежный подход отличает использование более простых математических зависимостей при оперативной оценке свойств снега и чрезмерная склонность к созданию сложных виртуальных моделей при оценке проезжаемости конкретных территорий местности.

Несмотря на имеющиеся расхождения между методологиями транспортного снеговедения, исследователями разных стран в качестве основных параметров снега как полотна пути используются его высота и плотность. Зная статистические характеристики снега: плотность и высоту в течение года, а также продолжительность и сроки начала сезона в разных районах рассматриваемой территории, можно получить все необходимые параметры для оценки эффективности функционирования транспортно-технологических машин.

Следует особенно подчеркнуть, что конкретные рекомендации исследователей из разных стран, что необходимые данные для моделирования снежного покрова как полотна пути для транспортных средств являются во многом закрытой информацией и практически не публикуются в открытой печати. Во многих работах при формировании моделей снежного покрова используются недостаточно обоснованные либо устаревшие результаты статистических исследований.

Составление адекватных математических моделей физико-механических характеристик снежного покрова необходимо для прогнозирования подвижности транспортно-технологических машин. *Подвижность* – это интегральное эксплуатационное свойство транспортно-технологических машин определяющих способность выполнять поставленную задачу с оптимальной адаптивностью к условиям эксплуатации и состоянию самой машины.

УДК 629.113

П.П. ЗУБОВ, В.С. МАКАРОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНЫХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ДОРОГАМ С РАЗНЫМ СОСТОЯНИЕМ ПОКРЫТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматривая вопрос оценки долговечности деталей и узлов подвески автомобилей необходимо учитывать реальные условия его эксплуатации. Для моделирования воздействия дорожного полотна на ходовую часть автомобиля необходимо иметь данные о множестве параметров, характеризующих воздействие неровностей со стороны дороги на колеса автомобиля. Одним их таких параметров является время воздействия неровностей дорожного профиля в соответствии с типовыми циклами работы автомобиля, которое можно определить, зная вероятную скорость движения и протяженность данного участка дороги.

Для определения вероятных скоростей движения автомобилей нужно располагать данными об интенсивности движения на каждом типе дорог, на которых они эксплуатируются. Принимая во внимание большую протяженность дорожной сети России, для моделирования движения автомобилей можно подобрать маршруты, наиболее полно характеризующие состояние автомобильных дорог страны.

Исследования интенсивности движения автомобилей на выбранных маршрутах удобно производить с помощью веб-картографического сервисов, например «Яндекс.Пробки». На рис. 1 приведен пример экранного снимка, полученного с помощью данного сервиса.

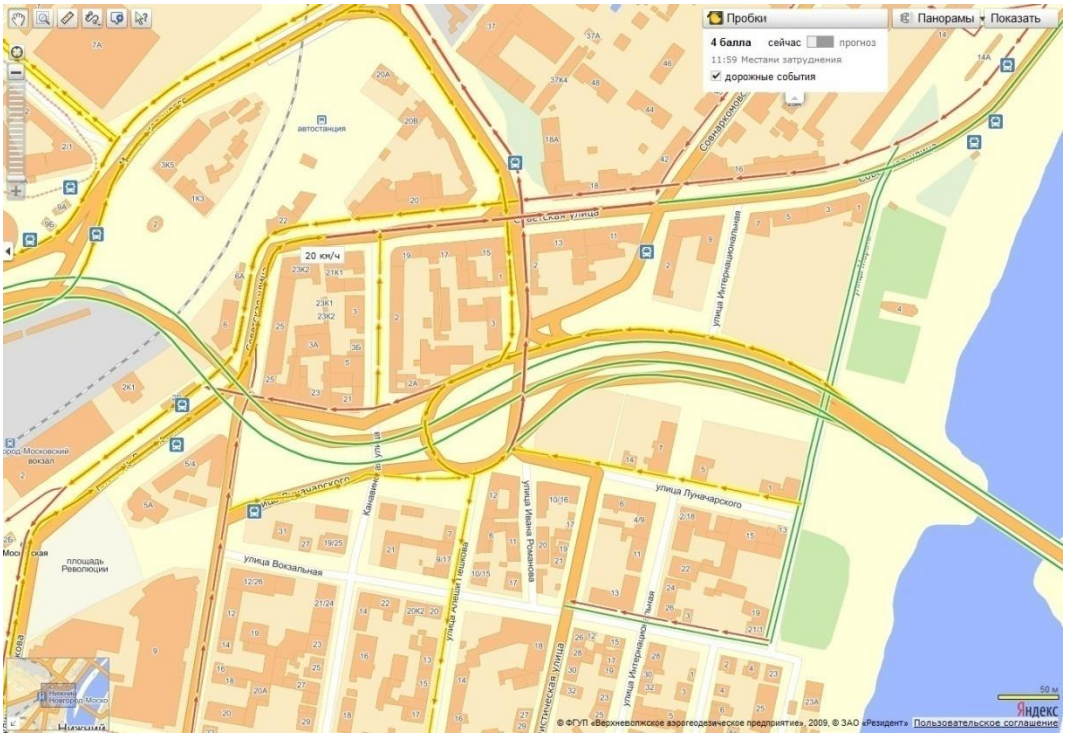


Рис. 1. Пример экранного снимка веб-картографического сервиса «Яндекс.Пробки» для определения интенсивности движения автомобилей по исследуемому маршруту

Используя совокупность данных снимков, сделанных в разное время рабочего дня, можно определить скорость движения автомобилей на выбранном для рассмотрения участке исследования. Для дальнейшей обработки полученные значения скоростей движения заносятся в таблицы.

Таблица 1

Пример таблицы со значениями скоростей движения автомобилей на участке от ст. Варя до ул. Лескова г. Н. Новгорода

Отрезок	1 (410м)		2 (3200м)		3 (785м)		4 (750м)		5 (230м)		6 (320м)	
Направление	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
$V_{ср}$, км/ч	20	40 (190м), 20	10 (1060м), 45	45	60	45	5	45 (415м), 25	25	3	10	5

Отрезок	7 (360м)		8 (975м)		9 (1130м)		10 (220м)		11 (100м)	
Направление	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
$V_{ср}$, км/ч	10 (160м), 20	5	20 (315м), 43	5 (75м), 25	40	40 (700м), 30	40	40	35	35

Отрезок	12 (350м)		13 (347м)		14 (554м)		15 (225м)		16 (880м)	
Направление	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
$V_{ср}$, км/ч	40 (80м), 15	40 (80м), 35	40	40	20 (490м), 55	20 (490м), 55	30	30	35	35

Отрезок	17 (690м)		18 (130м)		19 (210м)		20 (2080м)		21 (2260м)	
Направление	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
$V_{ср}$, км/ч	35	35	35	35	35	35	35 (710м), 20	35 (1010м), 25	45 (55м), 20	45 (870м), 25

Примечание. П – попутное направление движения; В – встречное.

В результате исследований получаем статистические данные о распределении скоростей движения в течение рабочего дня для выбранного маршрута. С их помощью можно составить особенности изменения скоростей движения автомобилей по участкам дорог с различным состоянием покрытия, показанный на рис. 2.

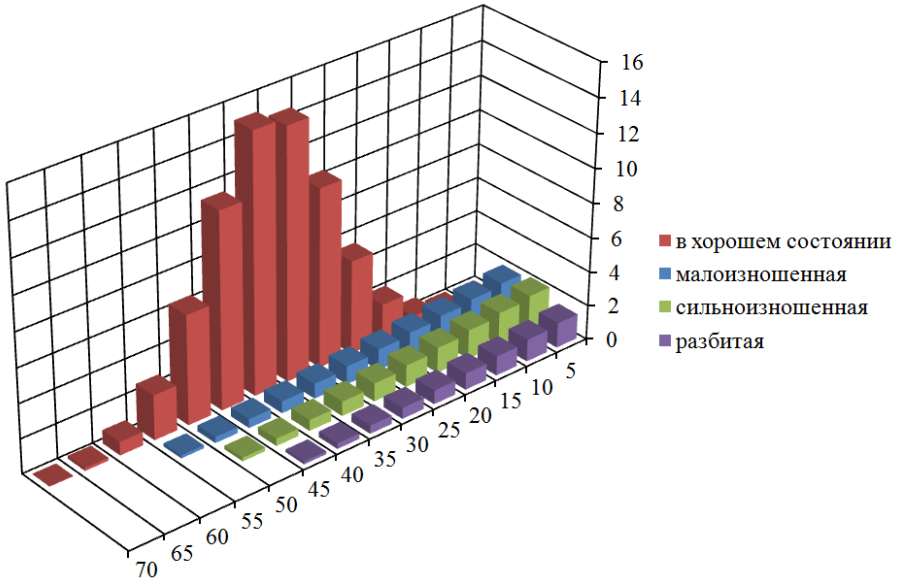


Рис. 2. Графическая интерпретация распределения относительного времени воздействия дорожного полотна при разных режимах

УДК 629.113

С. Н. КОРОТОВ, А.Л. КУЛАГИН, А.В. ТУМАСОВ, К.О. ГОНЧАРОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ПЕНОПОЛИСТЕРОЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение параметров пассивной безопасности кузовных и каркасных элементов высокоскоростных наземных транспортных средств, принимающих участие в автогонках, является важным фактором, обеспечивающим необходимое жизненное пространство для сохранения жизни и здоровья пилота при возникновении аварийных ситуаций (рис. 1).



Рис. 1. Аварийная ситуация при проведении соревнований NASCAR



Рис. 2. Энергопоглощающее устройство на основе металлических материалов

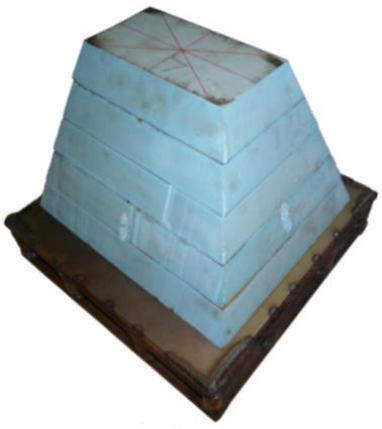


Рис. 3. Образец энергопоглощающего устройства для спортивного автомобиля класса «Формула Студент»

Одним из направлений совершенствования систем пассивной безопасности является установка энергопоглощающих элементов, обеспечивающих поглощение энергии столкновения транспортных средств, а также разработка методики расчета данных элементов безопасности.

В качестве одного из материалов, применяемых в конструкции энергопоглощающего устройства, выступают металлические материалы: алюминий и сталь (рис. 2). Однако отме-

ченные материалы влияют на параметры массы транспортного средства и в условиях жестких требований к массе спортивных транспортных средств являются фактором, снижающим характеристики динамики автомобилей.

Альтернативой энергопоглощающим устройствам на основе металла выступают материалы на основе экструдированного пенополистерола. Применение экструдированного пенополистерола обусловлено низкой плотностью материала, а, следовательно, более низким показателем массы при том же объеме с высокими показателями энергопоглощения.

Специфика разработки данного типа энергопоглощающих устройств заключается в получении экспериментальных данных о характеристиках различных видов экструдированных пенополистеролов как на основе образцов, так и полноценных устройств, устанавливаемых на автомобили. Экспериментальный образец энергопоглощающего устройства для спортивного автомобиля класса «Формула Студент» был разработан и выполнен из экструдированного пенополистерола «Styrofoam» с маркировкой 500 (рис. 3).

УДК 629.113

С.Н. КОРОТОВ, А.Л. КУЛАГИН, А.В. ТУМАСОВ, К.О. ГОНЧАРОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ПЕНОПОЛИСТЕРОЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Специфика разработки энергопоглощающих устройств на основе экструдированных пенополистеролов заключается в получении экспериментальных данных о характеристиках различных видов пенополистеролов на основе испытуемых образцов и на основе полноценных устройств, устанавливаемых на автомобили. Экспериментальный образец энергопоглощающего устройства для спортивного автомобиля класса «Формула Студент» был разработан и выполнен из экструдированного пенополистерола «Styrofoam» с маркировкой 500 (рис. 1). Проведение испытаний реализовано на базе научно-исследовательского автомобильного и автомоторного института «НАМИ» при использовании маятникового копра (рис. 2).

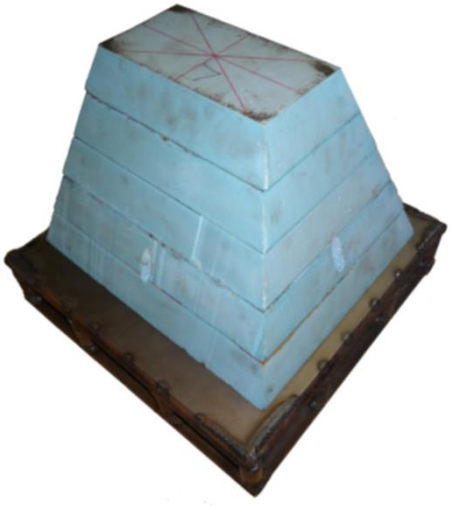


Рис. 1. Образец энергопоглощающего устройства для спортивного автомобиля класса «Формула Студент»



Рис. 2. Маятниковый копер научно-исследовательского автомобильного и автомоторного института «НАМИ»

В ходе проведенных испытаний были получены характеристики по энергопоглощению (рис. 3), а также параметры по замедлению транспортного средства полной массой 300 кг.

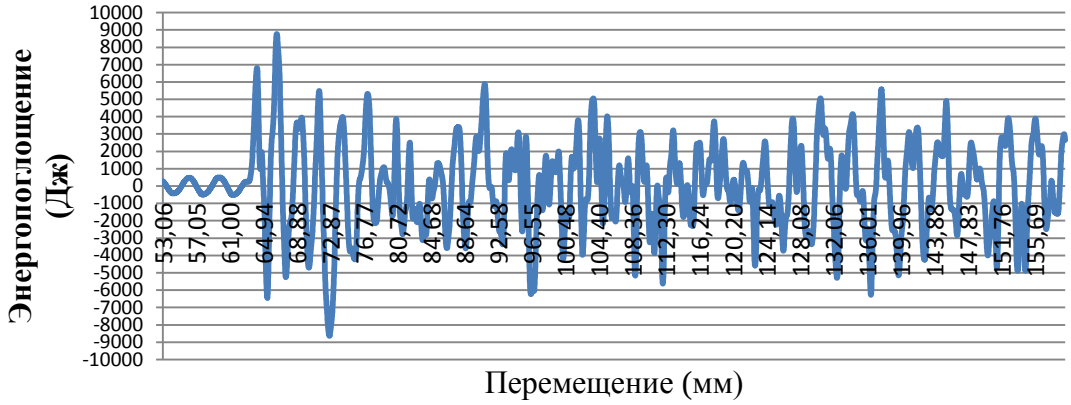


Рис. 3. График зависимости энергопоглощения от перемещения энергопоглощающего устройства при деформации

УДК 629.113

Д.А. ЛАРИН, В.С. МАКАРОВ

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ АВТОМОБИЛЯ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие экономики страны на современном этапе во многом определяется дальнейшим совершенствованием организации промышленного и сельскохозяйственного производства, повышением эффективности использования машин, оборудования и различных средств технического оснащения во всех отраслях жизнедеятельности человека.

Наша страна имеет огромные территории дорожной сети с очень малой плотностью (районы Крайнего Севера, Западной и Восточной Сибири, северные районы Дальнего Востока). Освоение природных богатств этих регионов невозможно без автомобильной техники, обладающей высокой проходимостью. Улучшение проходимости автомобилей в названных регионах имеет важное народнохозяйственное значение, так как производительность и себестоимость перевозок в этих условиях определяется, главным образом, степенью их вездеходности. Основным методом повышения проходимости автомобиля является установка на него специализированных шин и увеличение тяговой силы на колесе. Установка специальных колес позволяет автомобилю двигаться по слабонесущим грунтам из-за низкого удельного давления на него, а увеличение тяговой силы позволяет преодолевать большие сопротивления дороги.

Проходимость также одно из главных эксплуатационных свойств автомобилей специального назначения.

Основной целью работы является унификация раздаточной коробки передач по передаточным числам понижающей передачи автомобиля повышенной проходимости УАЗ. Учитывая все разнообразие опорных поверхностей и дорожных покрытий, на автомобиль устанавливаются шины широкого размерного и конструктивного диапазона (от стандартных дорожных шин до шин сверхнизкого давления).

Перепроектирование существующей раздаточной коробки передач заключается в изменении конструкции промежуточного вала и компоновки устанавливаемого на него зубчатого колеса. Для изменения передаточного числа понижающей передачи у стандартной раздаточной коробки заменяются три компонента: вал-шестерня привода заднего моста; колесо промежуточного вала; колесо вала привода переднего моста, т.е. вся вторая ступень понижающей передачи. При внесении предложенных конструктивных изменений для изменения передаточного числа необходимо произвести замену всего двух компонентов: шестерни

включения понижающей передачи и колеса промежуточного вала, т.е. первую ступень понижающей передачи.

Преимущества данных конструктивных изменений состоят в экономии материала и трудоемкости при изготовлении сменных компонентов раздаточной коробки, а также в упрощении их непосредственной замены.

УДК 629.113

М.В. НАУМОВА, В.С. МАКАРОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТ МИКРОПРОФИЛЯ ДОРОГИ И ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЙ АВТОМОБИЛЯ В СРЕДЕ MATLAB/SIMULINK

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Matlab/Simulink в качестве возмущающего воздействия позволяет задавать матрицу значений, содержащую длину участка и соответствующее ей значение микропрофиля. Для этого целесообразно воспользоваться блоком *«Lookup Table»*, позволяющим аппроксимировать значения, в случае необходимости, если они попадают в интервал между замерами.

В качестве модели колебаний автомобиля можно использовать плоскую.

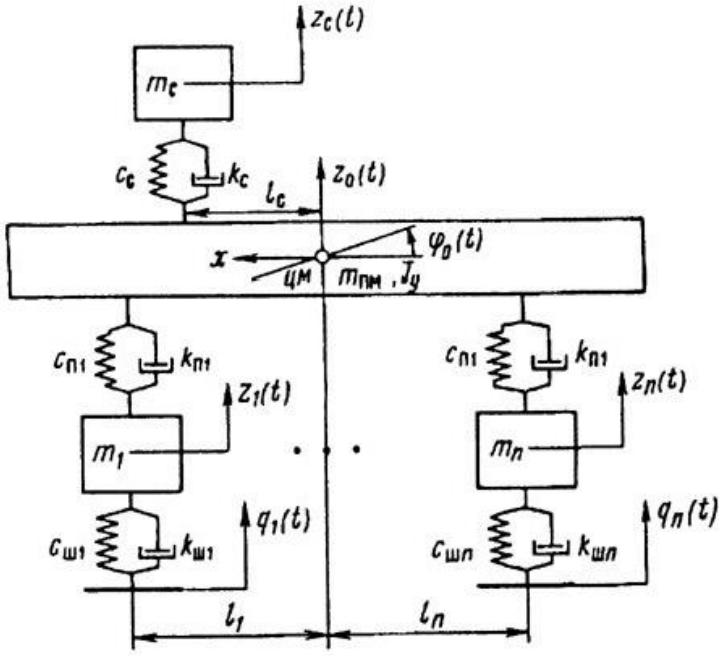


Рис. 1. Модель колебаний автомобиля

$$m_i\ddot{z}_i + (k_{ni} + k_{ши})\dot{z}_i + (c_{ni} + c_{ши})z_i - k_{ni}(\dot{z}_0 + l_i\dot{\varphi}_0) - c_{ni}(z_0 + l_i\varphi_0) = k_{ши}\dot{q}_i + c_{ши}q_i;$$

$$m_{п.м}\ddot{z}_0 + \dot{z}_0\sum_{i=1}^{n}k_{ni} + z_0\sum_{i=1}^{n}c_{ni} + \dot{\varphi}_0\sum_{i=1}^{n}k_{ni}l_i + \varphi_0\sum_{i=1}^{n}c_{ni}l_i + k_c(\dot{z}_0 + l_c\dot{\varphi}_0) +$$

$$c_c(z_0 + l_c\varphi_0) = k_c\dot{z}_c + c_c z_c + \sum_{i=1}^{n}(k_{ni}\dot{z}_i + c_{ni}z_i)$$

$$J_y\ddot{\varphi}_0 + \dot{\varphi}_0\sum_{i=1}^{n}k_{ni}l_i^2 + \varphi_0\sum_{i=1}^{n}c_{ni}l_i^2 + \dot{z}_0\sum_{i=1}^{n}k_{ni}l_i + z_0\sum_{i=1}^{n}c_{ni}l_i + k_c(\dot{z}_0 + l_c\dot{\varphi}_0)l_c +$$

$$+ c_c(z_0 + l_c\varphi_0)l_c = (k_c\dot{z}_c + c_c z_c)l_c + \sum_{i=1}^{n}(k_{ni}\dot{z}_i + c_{ni}z_i)l_i;$$

$$m_c\ddot{z}_c + k_c\dot{z}_c + c_c z_c = k_c(\dot{z}_0 + l_c\dot{\varphi}_0) + c_c(z_0 + l_c\varphi_0)$$

В результате решения данной системы должен получиться сигнал на выходе, а именно зависимость от времени ускорений на месте водителя.

Дальнейший анализ полученного сигнала позволяет оценить нагруженность на рабочем месте водителя.

В Matlab/Simulink есть встроенная функция спектрального анализа сигнала *«Averaging Power Spectral Density»*, позволяющая производить анализ в реальном времени. Целесообразно воспользоваться ей.

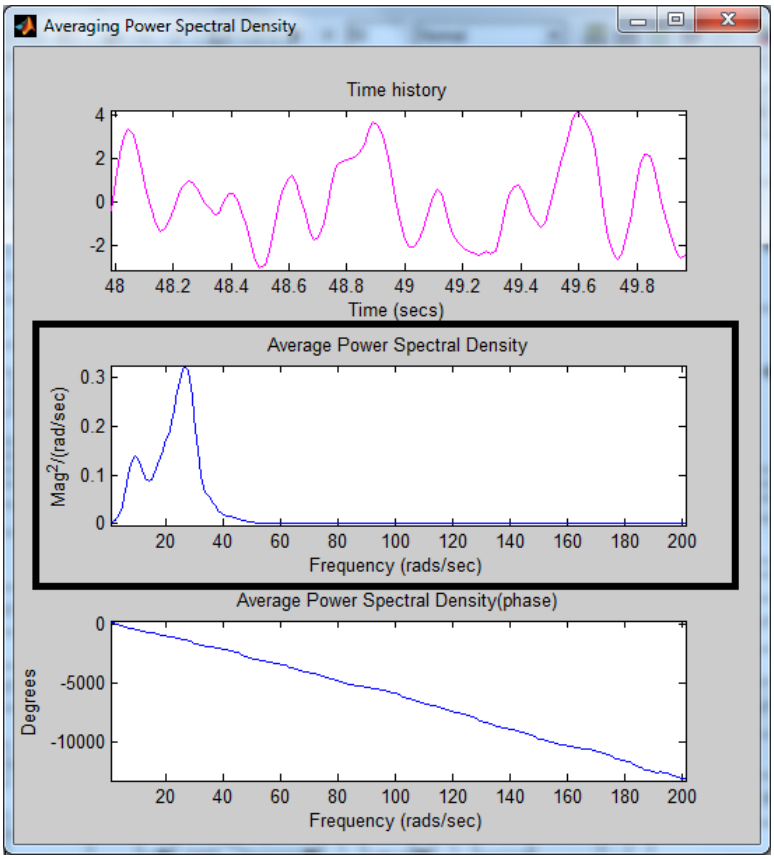


Рис. 2. Спектральный анализ сигнала

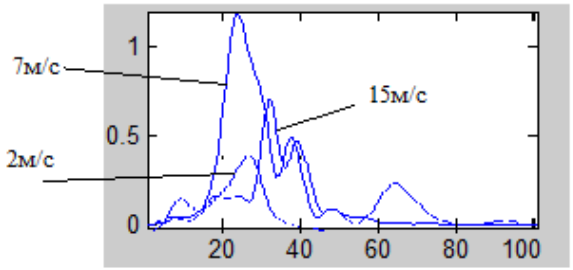


Рис. 3. Сравнение спектров на разных скоростях

Данную модель можно использовать при виртуальных испытаниях плавности хода автомобиля на основании компьютерной модели в системе Matlab/Simulink, включающей в себя:

1) блок задания возмущающего воздействия со стороны дороги – должен представлять собой участок реально замеренной дороги;

2) блок анализа колебаний автомобиля при движении по заданным неровностям;

3) блок анализа плавности хода. Должен производить спектральный анализ возмущающих воздействий на месте водителя.

По полученной модели можно оценить характер изменения вибровоздействий на водителя при разных скоростях движения.

УДК 629.113

Л.С. ОРЛОВА, В.С. МАКАРОВ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На основании данных Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ) [1] проанализируем тенденции и особенности формирования снежного покрова в России за последние несколько лет. Рассмотрим более подробно те факторы, которые влияют на подвижность транспортно-технологических машин (ТТМ), в том числе различной автотракторной техники.

Для анализа подвижности ТТМ важными факторами являются не только максимальная глубина снега за период, а также изменение глубины в течение снежного периода. Также необходимым является то, как меняется его плотность. Запас воды в снеге более важен для оценки паводка и его сроков, что может быть использовано при оценке потери подвижности по территориям, подверженным затоплению.

Методика наблюдений за характеристиками снежного покрова неоднократно изменялась. После 1965 г. нарушений однородности, вызванных изменением процедуры наблюдений, не было, поэтому исследование многолетних характеристик снежного покрова необходимо производить по данным за период с 1966 г.

Появление снега колеблется в разные годы, незначительно отличаясь от средних показателей, если брать за основу многолетние наблюдения, хотя в отдельных регионах могут наблюдаться некоторые тенденции к смещению сроков. При этом уменьшение выборки по годам приводит только к уменьшению разброса. Также можно сделать вывод, что за последние десятилетия даты появления первого снега на территории России колеблются в пределах 2-4 декад для всех регионов

Продолжительность залегания снежного покрова. В период с 1976 по 2012 гг. на территории РФ преобладает тенденция к уменьшению продолжительности залегания снежного покрова (в северной половине ЕЧР, в Западной Сибири, на Таймыре, на большей части Восточной Сибири и Якутии). В то же время на крайнем юге Восточной Сибири, в Забайкалье, Приморье и на восточном побережье Камчатки тенденция противоположная (продолжительность залегания снежного покрова увеличивается).

Максимальная высота снежного покрова. В период с 1976 по 2012 гг. на территории РФ преобладает тенденция к тому, что максимальная за зиму высота снежного покрова увеличивается на севере Западной и на значительной части Восточной Сибири, на побережье Охотского моря и юге Дальнего Востока, в центральных областях Европейской территории, но уменьшается в центре Западной Сибири.

Таким образом, необходимо проведение исследований для актуализации характеристик снежного покрова, так как большинство исследований проводились до появления новых трендов в климате и единообразных методик.

1. Официальный сайт ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных» (ВНИИГМИ-МЦД). http://www.meteo.ru/

УДК 629.113

А.В. ПАПУНИН, В.С. МАКАРОВ, Д.В. ЗЕЗЮЛИН, А.В. РЕДКОЗУБОВ, В.В. БЕЛЯКОВ

О ВЛИЯНИИ ЛАНДШАФТА МЕСТНОСТИ НА ГЛУБИНУ И ПЛОТНОСТЬ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Определяющими факторами для оценки проходимости транспортных средств по снегу являются его глубина и плотность, а также то, как эти параметры меняются во времени. Для каждого района характерны свои особенности, и в каждом конкретном случае необхо-

димо учитывать местность и особенности ландшафта. Для адекватности модели необходимо добавить соответствующие коэффициенты, учитывающие районирование:

$$H_{\text{действ}} = H\, k_H^{\text{местн}},$$
$$\rho_{\text{действ}} = \rho\, k_\rho^{\text{местн}},$$

где $H_{\text{действ}}$ и $\rho_{\text{действ}}$ – глубина и плотность снега с учетом особенностей ландшафта, $k_H^{\text{местн}}$, $k_\rho^{\text{местн}}$ – коэффициенты, учитывающие влияние ландшафта на глубину и плотность снега, полученные на основании экспериментальных данных.

Изменение параметров глубины и плотности снега связано с характером ландшафта местности, растительностью, ветром, солнечной активностью и прочими факторами.

На основании исследований, проведенных авторами работы, можно выделить некоторые характерные участки, на которых формирование снега происходит с учетом предложенных зависимостей и поправочных коэффициентов. Примеры показаны на рис. 1.



Рис. 1. Характерный участок с разными типами ландшафта, с примерами изменения глубины и плотности на поле и в лесу и зависимостями для определения остальных характеристик снега

Полученные данные позволяют спрогнозировать характеристики снежного покрова с учетом особенностей ландшафта и характеристик дорожно-грунтового основания, необходимые для оценки подвижности колесных машин по снегу.

УДК 629.113

А.В. РЕДКОЗУБОВ, В.С. МАКАРОВ В.С., В.В. БЕЛЯКОВ

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОПРОФИЛЯ ЛЕСНЫХ ДОРОГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На планете около 90 % общего запаса органического вещества сконцентрировано в лесах. Леса России, занимающие около 1/5 лесных земель мира, – это один из основополагающих факторов обеспечения устойчивого развития человечества. Можно сказать, что «планета дышит легкими России». [1]

Общая площадь России**,** покрытая лесами, занимает 45% обширной её территории. На многие и многие километры простираются непроходимые леса [2].

Лес – стабилизатор подавляющего большинства отрицательных эффектов воздействия человека на природу. Поэтому лесные ресурсы должны оцениваться не только как источники древесины, но и как фактор сохранения окружающей среды в таком состоянии, при котором эксплуатация ресурсов принесет наибольший эффект народному хозяйству нашего и будущих поколений людей. Столетия леса служили своего рода хозяйственной кладовой, которая представлялась неисчерпаемой. Лес как источник топлива, дичи и других продуктов был и остается одним из важнейших поставщиков сырьевых материалов для человека.

Лесные пожары – основные факторы, определяющие состояние и динамику лесного фонда России, особенно районов Сибири и Дальнего Востока. В Европейской части страны доминирующее влияние на структуру и динамику лесного фонда оказывают рубки главного и промежуточного пользования, проводимые мероприятия по воспроизводству лесных ресурсов [1].

При проведении сплошных, частичных или противопожарных вырубок используется различная автотракторная и лесозаготовительная техника, которая передвигается по неподготовленной поверхности, представляющей собой грунтовое основание, насыщенное многочисленными ветками, упавшими деревьями и корневищами. На лесных дорогах, особенно вне их, число таких препятствий со временем увеличивается. Для сплошных рубок и постоянно эксплуатирующихся дорог крупные упавшие деревья и ветки убираются, но для разовых проездов и при санитарной рубке не целесообразно очищение пути. Исключением будит только деревья, представляющие серьезные профильные препятствия.

Поэтому были проанализированы лесные дороги и проведены замеры размеров деревьев, веток и корневищ и их взаимного расположения. Исследования были проведены в Нижегородской области, где леса занимают порядка 50% территории.

В разное время были замерены участки дорог, характерные для разных лесов: хвойный (в основном сосна), лиственный (в основном осина) и смешенный (сосна, осина, береза). Протяженность каждого из участков не менее 1 км для каждого из типов леса.

Полученные экспериментальные данные были обработаны и получены характерные зависимости.

Зависимость числа неровностей (веток, деревьев и корневищ) от их диаметра, а также размеров между ними выражается по формуле

$$N(x) = \begin{cases} A\ \frac{1}{\lambda}\ e^{-\frac{x}{\lambda}}, \text{при } x \geq 0 \\ 0, \qquad\quad \text{при } x < 0 \end{cases},$$

где $A = a\ \Delta x, \lambda, A, a > 0$ – параметры данного распределения; Δx – шаг дискретизации диаметров или размеров между ними.

В представленной зависимости, если рассматривать распределение диаметров неровностей, то $x = D$ – диаметр неровности, $\Delta x = \Delta D$ – шаг дискретизации диаметров, $N(x) = N(D)$ – число неровностей больше D при заданных D и ΔD, $\lambda = \lambda_D, A = A_D, a = a_D$.

Если же рассматривать распределение размеров между неровностями, то $x = L$ – расстояние между неровностями, $\Delta x = \Delta L$ – шаг дискретизации, $N(x) = N(L)$ – суммарное число расстояний между неровностями больше L при заданных L и ΔL, $\lambda = \lambda_L, A = A_L, a = a_L$.

Очевидно, что $\max[N(D_{\min})] = \max[N(L_{\min})]$. Поэтому

$$a_L\ \Delta L\ \frac{1}{\lambda_L} e^{-\frac{L_{\min}}{\lambda_L}} = a_D\ \Delta D\ \frac{1}{\lambda_D} e^{-\frac{D_{\min}}{\lambda_D}},$$

где $D_{\min}$, $L_{\min}$ – минимальные принятые значения.

Таким образом, получена взаимосвязь параметров, учитывающих распределение размеров диаметров неровностей и размеров между ними.

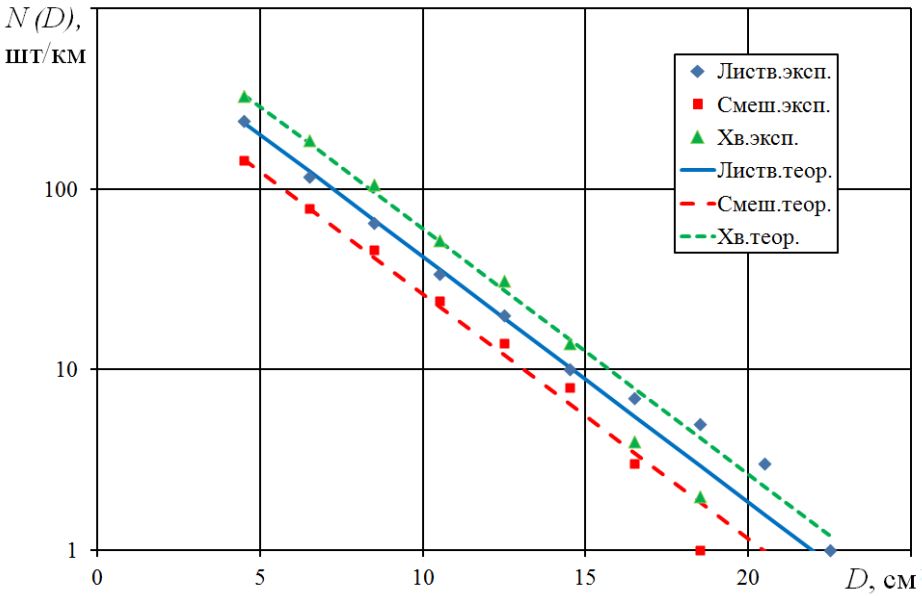


Рис. 1. Графики числа неровностей (упавшие деревья, ветки и корневища) больше *D* на 1 км пути в зависимости от их диаметров. Точки – экспериментальные значения; линии – теоретические. (данные – для лиственного, хвойного и смешенного лесов)

Билиографический список

1. **Воробьев, Ю.Л.** Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов; под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. – М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. – 312 с.
2. Атлас биологического разнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий. – М.: ПАИМС, 1996. –144 с.

УДК 629.113

П.С. РОГОВ, Л.Н. ОРЛОВ, Р.Н. ШАБРОВ, М.Ю. ЗЕЛЕНОВ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ И ЭКСПЕРИМЕНТА НА ПРИМЕРЕ ОПРОКИДЫВАНИЯ СЕКЦИИ АВТОБУСА

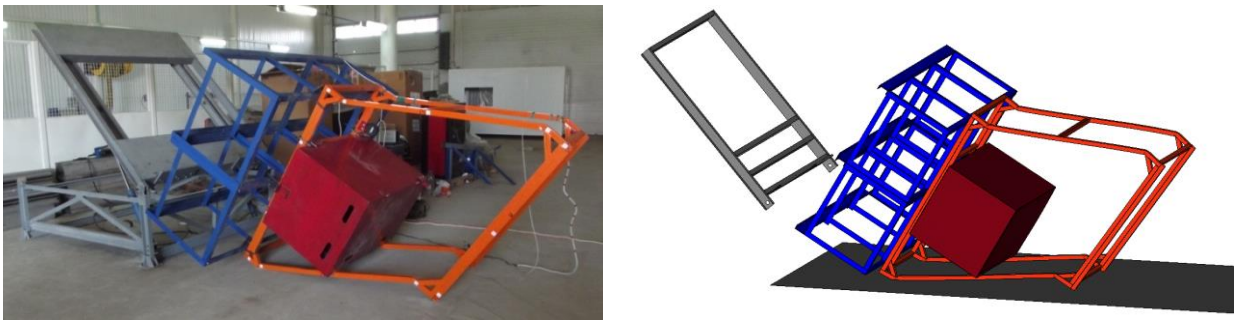
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Правила ЕЭК ООН №66 предусматривают возможность проведения компьютерного моделирования в качестве метода оценки пассивной безопасности автобусов при опрокидывании. Опрокидывание автобуса длится около 2–2,5 с. Выполнение компьютерного моделирования такого процесса требует значительных вычислительных ресурсов и времени счета. Поэтому целью данной работы является определение оптимального способа моделирования с точки зрения получения необходимой точности результатов и минимизации времени расчета. Оценка точности моделирования проводится путем сравнения полученных результатов с данными эксперимента.

Натурные испытания проводились на примере каркаса типовой средней секции автобуса. Сравнение результатов компьютерного моделирования с экспериментальными данными проводилось по деформируемости характерных участков и значениям остаточных деформаций секции. В материале конечно-элементных моделей использовалась кривая зависимости напряжений от пластических деформаций, полученная экспериментальным путем. При компьютерном моделировании опрокидывания рассматривались две конечно-элементные модели с одинаковыми условиями внешнего нагружения, но с различными параметрами расчета. В обоих случаях моделировалось свободное падение секции с поворотной платформы

под действием силы тяжести. В первой модели деформируемый материал секции переключался на абсолютно жесткий в процессе свободного падения конструкции. Перед столкновением секции с жесткой опорной поверхностью материал переключался обратно на деформируемый. Данная замена свойств материала позволяет существенно сократить компьютерное время счета благодаря снижению количества итераций расчета. Во второй модели переключение материала не производилось.

В результате для обеих моделей была получена хорошая сходимость с результатами натурных испытаний (рис. 1.). Было установлено, что моделирование опрокидывания автобуса с переключением деформируемого материала на жесткий в процессе его свободного падения позволяет получить более точный результат, чем моделирование без переключения свойств материала. На основании анализа полученных результатов сформулированы рекомендации, касающиеся повышения пассивной безопасности автобусов.



а) *б)*

Рис. 1. Сравнение деформированного состояния реальной конструкции (*а*) с результатами компьютерного моделирования (*б*)

УДК 629.113

П.С. РОГОВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ СЕКЦИИ АВТОБУСА ДО УДАРА В ОПОРНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ПРИ ОПРОКИДЫВАНИИ ПО ПРАВИЛАМ ЕЭК ООН №66

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При оценке пассивной безопасности кузовов автобусов с использованием метода конечных элементов большое внимание уделяется проверке достоверности полученных результатов. Данная проверка выражается в проведении натурных испытаний и последующем сравнении результатов расчетов и испытаний. Это позволяет выбрать оптимальные размеры и форму конечных элементов. С помощью испытаний можно оценить адекватность поведения конечно-элементной модели в момент ее удара в опорную поверхность. В большинстве случаев характер движения автобуса до момента удара не проверяется. Из-за того,что в нелинейном конечно-элементном анализе имеет место быть величина численной ошибки при большом количестве итераций, дискретизация скругленных контактных поверхностей и жесткость контактного взаимодействия, задаваемая пользователем, то можно получить отклонения по величине кинетической энергии удара и распределения скорости модели по компонентам. Все это повлияет на полученный результат конечно-элементного моделирования, даже при условии хорошей сходимости расчета и эксперимента на образцах силовых элементов кузова.

Поэтому, с целью верификации движения секции кузова автобуса, при компьютерном моделировании была составлена и решена математическая модель плоского движения абсолютно жесткого тела. Данная модель состоит из нескольких систем уравнений, которые по-

следовательно решаются при достижении переменными соответствующих условий. Расчетная схема для одной из систем уравнений приведена на рис. 1.

Полученную модель можно применять для верификации движения объекта до удара в опорную поверхность, при оценке пассивной безопасности автобуса по результатам расчета его отдельных секций или для двухосного автобуса, у которого распределение массы по осям приблизительно одинаково. Данная модель также позволяет получить значение кинетической энергии удара, необходимое для оценки пассивной безопасности автобуса на ранних этапах проектирования.

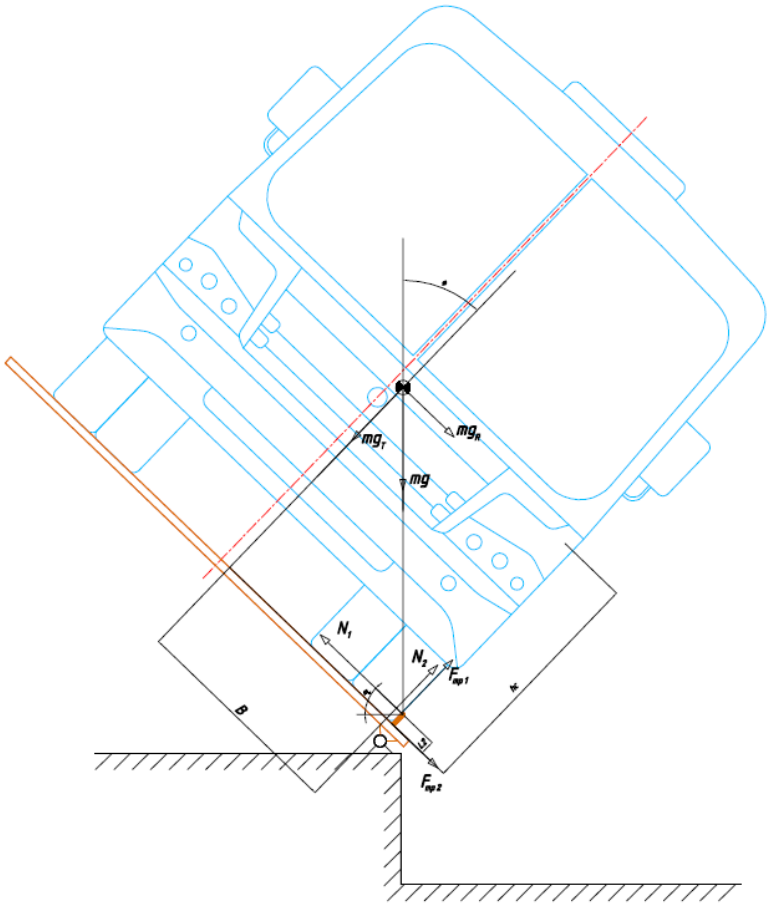


Рис. 1. Расчетная схема для одной из систем уравнений движения

УДК 629.1

Д.И. СИЗОНЕНКО, А.С. ВАШУРИН

ОЦЕНКА ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КУЗОВОВ ВАХТОВЫХ АВТОБУСОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ МНОГОСЛОЙНЫХ СЕНДВИЧ – ПАНЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение пассивной безопасности автобусов является одной из важных задач при разработке новых конструкций или модернизации существующих. Пассивная безопасность автобуса в основном определяется конструкцией кузова, который должен обеспечивать сохранение остаточного жизненного пространства внутри салона. Среди существующих конструкций автобусов отдельную группу составляют вахтовые автобусы, состоящие из многослойных панелей. В этой связи возникает необходимость оценки пассивной безопасности вахтовых автобусов, а также исследования поведения кузовов из многослойных панелей при различном силовом и температурном воздействии.

Используемые в конструкции кузова трехслойные сендвич – панели состоят из внешней обшивки (стального листа толщиной 0,5 мм), внутренней обшивки (стального листа толщиной 0,5 мм) и заполнителя (армированный пенополистирол толщиной 50 мм). Все панели имеют деревянный каркас, выполненный из брусков с прямоугольным поперечным сечением 50х9 мм (рис. 1).

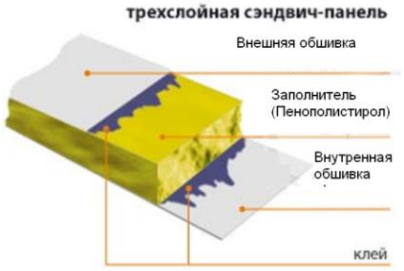


Рис. 1. Схема трехслойной сэндвич-панели

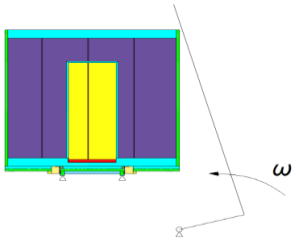


Рис. 2. Схема нагружения вахтового автобуса

Известно, что оценка безопасности автобуса может проводиться как по результатам экспериментальных исследований (опрокидывание с уступа), так и по результатам компьютерного моделирования соответствующих условий аварийного нагружения. В ходе работы была разработана конечно-элементная модель кузова вахтового автобуса (рис. 3), смоделировано опрокидывание кузова (рис. 2). По результатам компьютерного расчета получен деформированный вид модели (рис. 4).

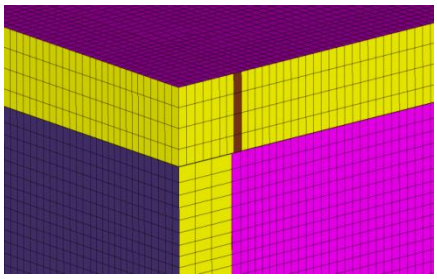


Рис. 3. Фрагмент КЭМ кузова автобуса

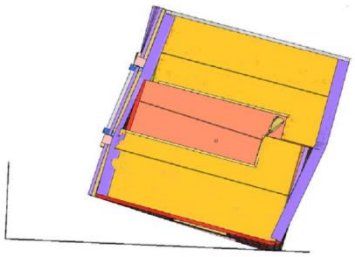


Рис. 4. Деформированный вид модели

В качестве дальнейшего развития рассматриваемой проблемы планируется проведение дополнительных исследований, направленных на повышение точности конечно-элементной модели и компьютерного моделирования опрокидывания. Предлагается использовать уточненные параметры материалов, из которых изготовлены детали кузова автобуса, полученных по результатам стендовых испытаний реальных образцов.

УДК 629.113

И.С. ТАРАСОВ, К.О. ГОНЧАРОВ, В.С. МАКАРОВ.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МОДУЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматривая вопрос оценки гусеничных модулей необходимо учитывать степень их соответствия условиям той местности, в которых будет эксплуатироваться транспортное средство. Если одной из задач является обеспечения проходимости машины по снежной целине, например для решения транспортно-технологических задач в отдаленной местности, то выбор гусеничных модулей для автомобиля должен быть соответствующим.

Гусеничный модуль – движитель самоходных машин, в котором тяговое усилие создаётся за счёт перематывания гусеничных лент. Такие движители обеспечивают большую проходимость по рыхлому грунту за счёт большой площадь соприкосновения гусениц с почвой, что позволяют обеспечить низкое среднее давление на грунт – 11,8–118 кН/м² (0,12–1,2 кгс/см²), то есть меньше давления ноги человека. Тем самым гусеничный движитель предохраняется от глубокого погружения в грунт. В отличие от обычных гусеничных движителей, автомобильные ставятся вместо колёс. Такая установка не требует каких-либо модернизаций или изменений в конструкции автомобиля.



Рис. 1. Пример гусеничного модуля Mattracks для установки на ступицы колесного автомобиля

Как видно на рис. 1, в таких модулях отсутствуют поддерживающие катки из-за «треугольной» формы рамы. Модули крепятся непосредственно к ступице автомобиля. При их установке значительно увеличивается клиренс авто, позволяя преодолевать броды до 1 м в глубину.

К недостаткам гусеничных модулей можно отнести быстрый износ трущихся деталей, поломки, возникающие при попадании снега и камней между гусеницами и катками. Также при установке таких модулей автомобиль расходует большее количество топлива при этом, развивая небольшую скорость, так как гусеничная лента имеет большую длину, нежели стандартное колесо.

---

1. Гусеничные движители URL: [Электрон. ресурс] http://ru.wikipedia.org/wiki/Гусеничный_движитель (дата обращения 26.03.2014).

УДК 629.113

Е.А. ФАДЕЕВ, А.Н. БЛОХИН

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОГРУЖЕНИЯ КОЛЕСА В СНЕГ

НОЦ «Транспорт» ИТС НГТУ

При движении колесных транспортных средств по деформируемому грунту и снегу важным параметром является глубина колеи, определяющая сопротивление движению колеса, от которого зависят эксплуатационные показатели машины, такие как проходимость, энергоэффективность. При проектировании вездеходных транспортных средств и рассмотрении вопросов взаимодействия движителя с опорной поверхностью необходимо оценивать величину деформации деформируемого полотна пути. Для нашей страны движение по снеж-

ной целине является наиболее распространенным режимом движения вездеходной техники, поэтому моделирование погружения колеса в снег весьма актуально.

На рис. 1 представлена расчетная схема погружения колеса в снег. Исходными для анализа являются: нагрузка, приходящаяся на колесо; конструктивные параметры колеса; физико-механические параметры снега. При моделировании были приняты допущения, что колесо имеет формуповерхности контакта в виде окружности в продольном сечении, и в виде эллипса в поперечном. Шина колеса является недеформируемой в продольном и поперечном направлениях. В ходе моделирования оценивались величина погружения колеса в снег и характер распределения давления по поверхности контакта колеса со снегом, изображенным на рис. 2.

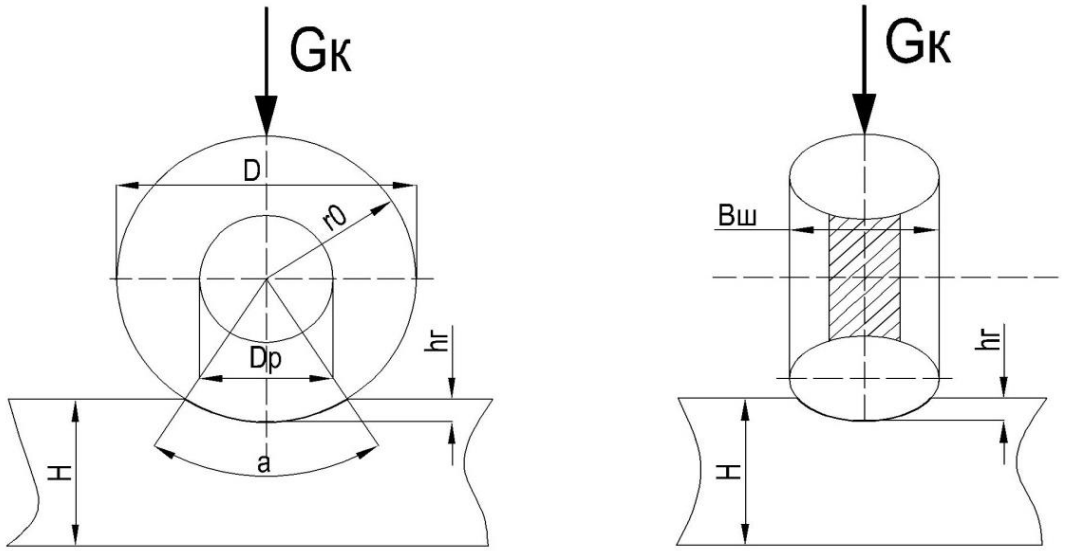


Рис. 1. Схема расчетной модели

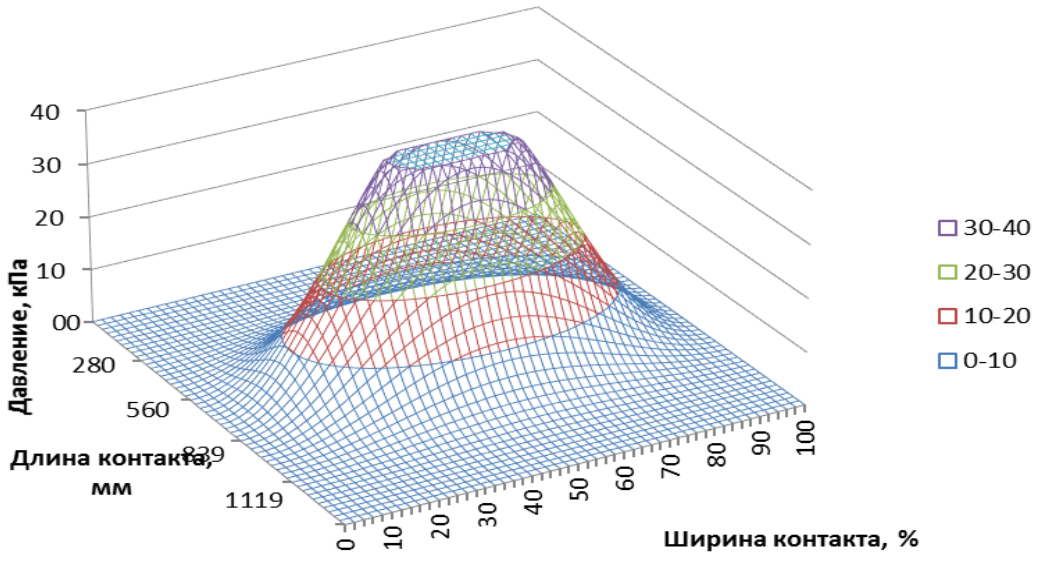


Рис. 2. График распределения давлений в зоне контакта колеса со снегом

Таким образом, в результате исследования были получены: распределение нормальных давлений в зоне контакта; характер изменения нормальной нагрузки в зависимости от погружения колеса, а также величина погружения колеса в зависимости от нормальной нагрузки.

УДК 629.113

А.В. ФЕДОРЕНКО, А.М. БЕЛЯЕВ, В.В. БЕЛЯКОВ, Д.В. ЗЕЗЮЛИН,
А.А. КУЛАКОВА, В.С. МАКАРОВ, А.В. ПАПУНИН

СОЗДАНИЕ МНОГООСНОГО КОЛЕСНОГО ШАССИ СВЕРХМАЛОГО КЛАССА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Предпосылок для создания опытного образца машины такого класса нашлось немало. Последние десятилетия разнообразные виды машин мирового рынка, в том числе вездеходных, стали доступны в нашей стране. Множество предлагаемых производителем моделей вызвало небывалый интерес. Особенно выделяются из общей массы многоосные колесные полноприводные машины малого класса. Основной потребитель таких машин – частные лица, хотя в последнее время свой взгляд на этот вид транспорта все чаще обращают и госструктуры.

Все это привело к тому, что в нашей стране открылось множество предприятий, производящих такие вездеходы, причем, как правило, это не полностью собственные разработки, а копии зарубежных образцов с минимальными изменениями в конструкции. Эта продукция тоже находит своих потребителей, главным образом по причине другой ценовой категории (стоимость таких машин зарубежного производства в среднем 600–800 тыс. руб.).

Мировым лидером в производстве таких вездеходов является канадская фирма ARGO. За несколько десятилетий производства и эксплуатации (испытаний) накоплен солидный опыт. Определен оптимальный вид узлов и агрегатов, конструкционных материалов и комплектующих. Однако опыт эксплуатации в нашей стране показал, что конструкция имеет большое количество недостатков, которые в ряде случаев становятся фатальными. К примеру, предельные значения температур в различных широтах колеблются от +45 на юге до -40, -50 ^{o}C в северных регионах, и кузов открытого типа, сделанный из полиэтилена высокой прочности будет испытывать запредельные нагрузки. Двигатели, взятые в основном с модельного ряда хозяйственной мототехники, не обладают большим ресурсом и требуют к себе внимательного отношения в плане регламента технического обслуживания. Цепной привод колес тоже обладает малым ресурсом. Движение по воде вплавь за счет гребного эффекта колес оставляет желать лучшего при форсировании рек с преобладающим на них течением, хотя в этом случае предлагается подвесить лодочный мотор. Но при этом не указывается, что экипаж должен состоять минимум из двух человек, в противном случае заход в воду и выход на берег будет сильно затруднен.

Малое инновационное предприятие НГТУ ООО «ИнТех» при разработке проекта «Создание адаптивной системы управления беспилотного шасси» одновременно разрабатывает и создает опытный образец многоосного колесного амфибийного вездехода малого класса, который будет платформой «беспилотного шасси» (рис. 1). Конструкция вездехода изначально проектировалась с учетом недостатков предыдущих моделей. Так, герметичный кузов вездехода выполнен не из полимерных материалов, а из листовой стали толщиной 1 и 2 мм. Рама сварена не из тонкостенного профиля, а представляет собой лонжеронную конструкцию с низким центром тяжести. Предлагается взять за базовый серийно выпускаемый двигатель ВАЗ 11113, который имеет неплохой заявленный ресурс (при работе на легковом автомобиле 120 тыс. км), достаточную мощность – 32 л.с., приемлемые характеристики крутящего момента – 52,3 Нм, оптимальный удельный расход топлива (самый низкий среди двигателей аналогичного рабочего объема и мощности). Первый опытный образец будет иметь цепную передачу крутящего момента при бортовом способе поворота. При испытаниях будут применяться различные виды цепей для выбора оптимального варианта, однако уже сейчас ведется расчет и подбор узлов и агрегатов для передачи крутящего момента, посредством карданов и редукторов. В конструкцию машины изначально заложена возможность перемещения силового агрегата для изменения развесовки по осям в зависимости от назна-

чения, комплектации и условий эксплуатации. Для уверенного передвижения вплавь по водоемам (реки с течением, мелководье) планируется устанавливать одноступенчатый реактивный водомет.

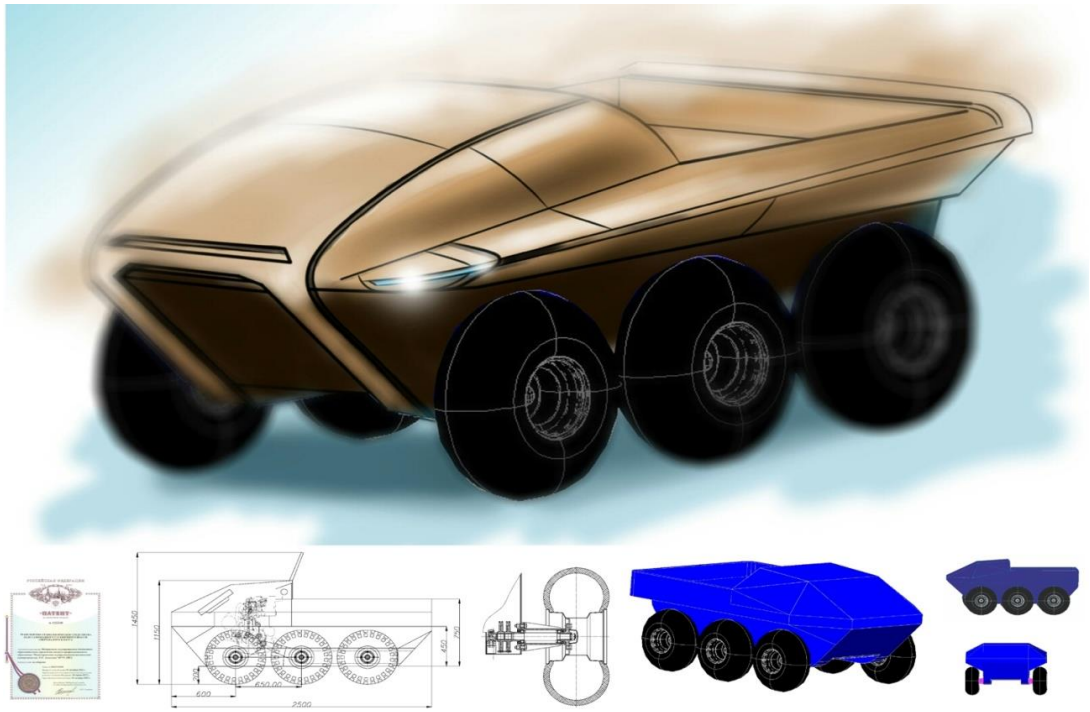


Рис. 1. Многоосное колесное шасси

И, наконец, оснащение вездехода системой беспилотного управления сделает возможным использование этого транспорта в «запредельных» для человеческого организма условиях: радиация, химическое заражение, очень высокие (низкие) температуры и т.д. Венцом данного проекта должно стать полностью автономное транспортное средство, которое будет передвигаться согласно разработанному программному обеспечению, и для начала работы потребуется всего лишь ввод координат GPS пункта выхода и пункта назначения.

УДК 629.113

К.М. ШАШКИНА, С.Ю. КОСТИН, Г.А. КОНИКОВА, А.В. ТУМАСОВ

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СВОЙСТВ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕГКИХ КОММЕРЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДАННЫХ ДОРОЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рост скоростей движения автомобилей и интенсивности транспортных потоков заставляет уделять проблеме организации безопасного дорожного движения особое внимание. Это обусловливает наличие жестких требований безопасности, предъявляемых к конструкции современных автомобилей. В частности, важным является обеспечение активной безопасности транспортных средств, которая во многом определяется свойствами устойчивости и управляемости. Улучшению свойств активной безопасности автомобилей 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.

Целью данного исследования являлась разработка методики оценки свойств активной безопасности легких коммерческих автомобилей в условиях криволинейного движения, характерного для маневров «вход в поворот» и «переставка» (смена полосы движения).

Разработанная комплексная методика предполагает исполнение нескольких этапов. На первом этапе выполняется ввод информации по исследуемому объекту в специализированное программное обеспечение с целью создания виртуальной модели исследуемого объекта. В ходе анализа требований нормативных документов определяются условия и параметры проведения имитационных испытаний, учитываемые при задании параметров управляющего воздействия и характеристик, имитирующих водителя, а также при создании виртуального полигона.

После создания имитационной модели выполняются тестовые виртуальные испытания, по результатам которых оценивается поведение ТС и определяются параметры движения, характеризующие поведение ТС: скорости, ускорения и др. По результатам сравнения расчетных данных с данными экспериментальных исследований принимается решение об адекватности модели ТС при необходимости выполняется корректировка модели посредством уточнения характеристик и зависимостей, описывающих параметры ТС и условия работы отдельных агрегатов. После установления адекватности расчетной модели становится возможным проведение виртуальных испытаний в соответствии с требованиями нормативных документов либо любые другие испытания, имеющие важное значение с точки зрения оценки свойств активной безопасности. Далее осуществляется обработка и анализ полученных результатов, по итогам которых делается заключение в отношении эксплуатационных свойств исследуемого объекта.

Разработанная методика апробирована в ходе выполнения расчетно-экспериментальных исследований свойств управляемости и устойчивости легких коммерческих автомобилей семейства «ГАЗель».

УДК 629.113

Р.Р. ЮСУПОВ, К.О. ГОНЧАРОВ, В.С. МАКАРОВ

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГУСЕНИЧНОЙ СИСТЕМЫ С ПРИВОДОМ ОТ ВЕДУЩИХ КОЛЕС АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день лидером в проектировании и производстве гусеничных систем с приводом от ведущих колес является компания AD Boivin Inc и их продукция Track N Go. Использование этой системы позволяет уверено двигаться автомобилю по снежной целине со скоростью до 30 км/ч.



Рис. 1. Гусеничная система с приводом от ведущих колес Track N Go

Глубина колеи по снежной целине составляет до 0,3 м, при этом автомобиль уверенно преодолевает снежные уступы высотой до 0,7 мм, благодаря встроенным на концах гусениц лыжам для лучшего заезда на препятствия. Максимальная скорость по дороге составляет до 60 км/ч, по снежному насту до 40 км/ч.

Преимущества гусеничных систем с приводом от ведущих колес:

1. Быстрая установка менее чем за 15 мин;
2. Универсальность (может быть установлена на большинстве автомобилей);
3. Возможность движения не только по снегу, но и по твердым поверхностям;
4. Устанавливается на штатные колеса, прочная и легкая в управлении и поворотах;
5. Высокая проходимость позволяет двигаться как вперед, так и назад, при этом не уменьшается проходимость;
6. Возможность сделать закрытыми систему привода, что способствует меньшему попаданию посторонних предметов в гусеничный обвод; закрытость привода препятствует скидыванию гусеницы;
7. Лыжи по краям от гусеницы позволяют при передвижении по глубокому снегу автомобилю не проваливаться.

С точки зрения проходимости и возможности движения по снегу гусеничная система с приводом от ведущих колес Track N Go показала себя в целом хорошо. Но минус этой гусеничной установки в ее стоимость 50000$. В России таких разработок не ведется в плане мобильных гусениц, но для России такие гусеницы пришлись бы очень кстати,(для армии, нефтяников, газовщиков, джиперов и т.д.).

Подсекция 4.2

Эксплуатация наземных транспортных средств

УДК 004.942

М.А. АНАНИЧЕВ, Н.А. КУЗЬМИН

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ АТП

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

На современном этапе развития проектирования предприятий активно развивается процесс разработки и внедрения информационных технологий, позволяющих вместо механического контроля внедрить более гибкое интеллектуальное управление и планирование, дающие возможность на ранних этапах исключить большую часть погрешностей.

История 3D моделирования началась в 1989 г. с создания параметрических моделей. Оно существенно отличается от привычного нам двухмерного и трехмерного моделирования. В случае параметрического моделирования конструктор создает математическую модель с параметрами, при изменении которых происходит изменение конфигурации модели, ее расположения и т.п. Первоначально программное обеспечение в данной отрасли имело возможность лишь моделированияв двухмерном измерении, но с ростом технологий появилось достаточное количество программного софта, позволившего перейти к моделированию в трех измерениях. 3D моделирование дает более реалистичную и наглядную картинку, позволяющую в таком виде оценить все детали в целом.

Технологическое проектирование автотранспортного предприятия включает в себя большое количество этапов: выбор исходных данных; расчет производственной программы; технологический расчет; разработка планировочных решений; оценка результатов проектирования; подготовку технологических заданий.

3D моделирование позволяет облегчить работу и сделать ее более эффективной на этапах разработки планировочных решений, оценки результатов проектирования и подготовки технологических заданий. На этапе разработки планировочных решений трехмерная модель позволяет более эффективно расположить участки предприятия и определить необходимое количество постов, которые дадут наибольшую производительность, найти наиболее выгодное расположение оборудования и максимально точно спроектировать строительные параметры. На этапе оценки результатов проектирования трехмерное моделирование позволяет наглядно оценить технический уровень разработанного решения, оценить соответствие исходных данных и ожидания заказчика. На этапе подготовки технологического задания и предоставления его исполнителю трехмерная модель позволяет оценить сложность работ и их масштабы, а также точное изображение необходимого объекта.

В условиях постоянно развивающихся технологий трехмерное моделирование является одной из самых передовых технологий проектирования Автотранспортных предприятий, которое все больше применяется на практике, в том числе и на базе кафедры «Автомобильный транспорт» НГТУ им. Р. Е. Алексеева.

УДК 621.113

Н.А. АРЕФЬЕВ, А.А. БЕЛОВ, Л.Г. ЛАВРОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задачи повышения конкурентоспособности отечественной транспортной отрасли отражены в «Транспортной стратегии РФ до 2030 года» и при всех сценариях развития требуют постоянной и глубокой проработки принимаемых решений.

Применение имитационного моделирования позволяет перенести на вычислительный центр дорогостоящий производственный эксперимент по исследованию различных схем транспортных процессов при различных значениях исходных параметров.

К примеру, алгоритмы создания моделей реализованы в программах KONV1.FOR и KONV2.FOR и включены в «Пакет прикладных программ по коммерческой и технической эксплуатации автомобиля» в подменю (раздел) «Техническая эксплуатация автомобилей». Кроме того, наряду с некоторыми другими аналогичными программами (например, OPTAG.FOR – оптимизация оборотного фонда агрегатов, MDOTK.FOR – моделирование потока отказов и др.) они используются в качестве подпрограмм в более сложных программах, таких как MTSMA.FOR – моделирование работы технической службы АТП.

Возможность создания имитационных моделей дают специальные программные обеспечения. Наиболее известные и распространенные из них PTV-VISION и AnyLogic. PTV-VISION: программное обеспечение включает в себя большое количество продуктов для составления имитационных моделей, применяемых в разных областях транспортного планирования (например, модели, позволяющие рассчитать и анализировать изменение трафика автомобилей, пешеходных потоков и т.д.) Программа PTV-VISION используется проектными организациями, подготовливающими решения транспортных проблем Нижнего Новгорода в контексте «Программы развития Нижнего Новгорода до 2030 года» и подготовки к ЧМ 2018. Начато освоение этой программы и на кафедре «Автомобильный транспорт». На кафедре есть опыт работы с программой AnyLogic. Графический интерфейс AnyLogic, инструменты и библиотеки позволяют быстро создавать модели для широко спектра задач от моделирования производства, логистики, бизнес-процессов до стратегических моделей развития компании и рынков.

Имитационное моделирование транспортных процессов для разработки и принятия проектных решений отличается разнообразием, и в то же время Р. Шеннон определяет достоинства и недостатки имитационного моделирования словами: «Разработка и применение имитационных моделей в большей степени искусство, чем наука. Следовательно, успех или неудача в большей степени зависит не от метода, а от того как он применяется». Анализ и рекомендации по применению методов и программ имитационного моделирования, которые планируются нами к выполнению и публикации, могут стать эффективными помощниками решения реальных практических задач.

УДК 629.113

М.П. АФАНАСОВ, М.О. ГРЯЗНОВ, А.Л. КУЛАГИН, К.О. ГОНЧАРОВ

ИНЖЕНЕРНЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ DTA S80 PRO ЭСУД СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технико-эксплуатационные и экономические показатели двигателей внутреннего сгорания зависят от множества факторов и закладываются конструктором в момент проектирования. Согласно настоящим тенденциям, разработчиков программного обеспечения (ПО) для контроллеров систем впрыска основными критериями, определяющими эффективность ДВС, являются экономичность, экологические показатели, ресурс двигателя. Программа работы

микропроцессора хранится в ПЗУ и представляет собой программный код обработки данных, а также одно-, двух- и трехмерные таблицы с калибровочными параметрами. Параметры, заложенные в таблицы, соответствуют различным режимам работы двигателя (экономичный режим, режим максимальной мощности, переходные режимы, режим холостого хода). Блок управления, получая сигналы от совокупности датчиков, управляет работой исполнительных устройств для обеспечения оптимальной работы силового агрегата. Необходимые параметры по количеству впрыскиваемого топлива и моменту искрообразования вычисляются в соответствии с полученными данными и коэффициентами коррекции, заложенными в ПЗУ. Изменяя данные калибровки ПЗУ, инженер может влиять на работу практически любого исполнительного устройства, управляемого ЭБУ.

Потребность в программируемых инженерных блоках управления ЭСУД спортивных автомобилей класса «Формула студент» обусловлена требованиями технического регламента Formula SAE. Согласно требованиям регламента, объем воздуха, поступающего в цилиндры двигателя, принудительно ограничивается проходным сечением впускного коллектора в 20 мм, установленного после воздушной дроссельной заслонки. Ввиду данных изменений штатная система управления, работающая на заводских алгоритмах, не обеспечивает высоких показателей мощности и крутящего момента.

Целью исследования является повышение эффективности работы двигателя современного спортивного автомобиля путем поиска оптимального алгоритма управления с помощью альтернативных программируемых электронных блоков управления с возможностью контроля систем впрыска и зажигания.



Рис. 1. Инженерный блок управления ЭСУД DTA S80 Pro:
1 - ЭБУ; *2* - разъем входной информации с синхронизирующих датчиков;
3 - разъем подключения исполнительных механизмов ЭСУД

Система на основе ЭБУ DTA S80 Pro включает в себя блок разъемов для подключения синхронизирующих датчиков ЭСУД, а также блок разъемов для подключения исполнительных элементов ЭСУД (рис. 1). Правильная работа электронного блока управления DTA S80 Pro обеспечивается совокупностью следующих факторов: возможность подключения к элементам ЭСУД; поступление номинального или стабилизированного напряжения питания на датчики и исполнительные устройства ЭСУД; поступление информационных сигналов с датчиков ЭСУД.

Программирование и настойка электронного блока управления DTA S80 Pro осуществляется путем специализированного программного обеспечения на основе проведенных стендовых и дорожных испытаний с имитацией условий движения спортивного автомобиля на соревнованиях Formula SAE.

УДК 629.113

А.М. БЕЛЯЕВ, Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.С. МАКАРОВ, К.Я. ЛЕЛИОВСКИЙ,
С.М. ОГОРОДНОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАГРУЖЕННОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА РЕСУРСА ЭЛЕМЕНТОВ ШАССИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Вероятностные методы количественной оценки долговечности элементов подвески и несущей системы автомобилей в настоящее время считаются наиболее совершенными. Главным вопросом при расчете ресурса деталей транспортных средств является адекватное моделирование их эксплуатационной нагруженности, т.е. величины и характера возмущения, пе-

редаваемого от опорной поверхности, спектра режимов движения, наиболее приближенных к условиям эксплуатации машины. Основной причиной появления динамических нагрузок, определяющих долговечность элементов конструкции автомобилей, являются колебательные процессы, возникающие в автомобиле при его движении по неровной дороге.

В ходе исследований сформирована классификация асфальто-бетонных дорог по изношенности покрытия. Дороги можно разделить на следующие группы: дорога в хорошем состоянии, малоизношенная, сильноизношенная, разбитая.

Основным этапом экспериментальных исследований являлось произведение серии заездов на автомобиле ГАЗ 2310 с установленным измерительно-регистрационным оборудованием (система Racelogic VBOX 20SL3 20Hz GPS Data Logger With Slip, Pitch and Roll Angle, система DC-204R с датчиком ускорений ARJ-A-D) по выбранным в качестве эталонных (классификационных) профилям дороги (асфальт с разной изношенностью покрытия) с разными скоростям для получения данных о колебании (вертикальных ускорений неподрессоренной массы) продольных скоростей движения автомобиля. Необходимо особо подчеркнуть, что по показаниям средней скорости и среднего квадратичного значения ускорений на участке пути можно косвенно определить состояние дорожного покрытия, и, как следствие, характер распределения неровностей. В результате экспериментальных исследований определено долевое распределение участков дорог с разным состоянием покрытия по протяженности ряда маршрутов г. Н. Новгорода с помощью анализа величин средних квадратических отклонений вертикальных ускорений неподрессоренных масс. Получены статистические исследования интенсивности дорожного движения в городских условиях (использовался веб-картографический сервис) для определения закономерностей распределения вероятных скоростей движения автомобилей по разным дорожным профилям.

На основании полученных данных о времени воздействия всех встречающихся дорог (или дорог в заданном соотношении) производится моделирование эксплуатационной нагруженности – строится смешанный блок нагружения. Смешанные блоки нагружения строятся на основании частных блоков нагружения для каждого из режимов эксплуатации с учётом их долевого участия в рабочем времени пробега. В соответствии с приведенными данными произведен расчет относительного времени воздействия на колеса автомобиля каждого дорожного профиля из указанной классификации, характеризующей существующие дороги общего пользования, в общем рабочем времени автомобиля.

Таким образом, предложенный подход может использоваться для быстрого получения модели среднестатистического эксплуатационного нагружения элементов автомобилей, работающих на дорогах любого региона.

УДК 629.113

А.М. БЕЛЯЕВ, Д.В. ЗЕЗЮЛИН, В.С. МАКАРОВ, К.Я. ЛЕЛИОВСКИЙ,
С.М. ОГОРОДНОВ

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗМУЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДОРОГИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ШАССИ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Самым точным способом воспроизведения нагруженности элементов шасси является моделирование полигонных испытаний автомобилей на специальных дорогах различных типов. Для количественной оценки усталостной долговечности автомобильных частей необходим другой методический подход. Объясняется это тем, что специальные искусственные дороги полигонов не встречаются в обычной эксплуатации, и не позволяют воспроизводить усталостные разрушения и износы, характерные для эксплуатации.

Первый шаг при моделировании эксплуатационной нагруженности элементов шасси

автомобилей – получение числовой последовательности ординат профиля дороги с учетом данных об изношенности дорожного покрытия, полученных – обработкой замеров неровностей дорог на характерных участках. Дороги в зависимости от состояния покрытия подразделяются на следующие группы: дорога в хорошем состоянии, малоизношенная дорога, сильноизношенная, разбитая.

Следующий шаг – получение долевого распределения участков дорог с разным состоянием покрытия по заданной территории по данным, полученным в ходе экспериментальных исследований на участках и маршрутах при помощи автомобиля.

Далее необходимо получить информацию о долевом распределении времени движения автомобилей по указанным типам покрытий. Проведены статистические исследования интенсивности дорожного движения на выбранных маршрутах г. Н.Новгорода с использованием веб-картографического сервиса.

Расчет относительного времени воздействия на колеса автомобиля каждого дорожного профиля из сформированного комплекта при разных скоростях производится делением общей протяженности участков, относящихся к одной классификационной группе и проезжаемых с одинаковой средней скоростью, на данную скорость движения.

Таким образом, в рамках работы определено относительное время движения автомобилей (в процентах) по каждому из четырех типов дорожного покрытия на разных скоростях в течение рабочего дня.

По результатам проведенной работы следует сформулировать рекомендации. При моделировании истории нагружения элементов подвески и несущей системы автомобилей в городских условиях следует использовать следующие данные о дорожном воздействии:

- числовые последовательности ординат микропрофиля каждого типа дорожного покрытия от путевой координаты;
- таблицу с относительным временем воздействия дорожного полотна при разных режимах. Таблица описывает, какой процент времени автомобиль едет по каждому типу дороги (задается текстовым файлом) с конкретной скоростью в течение рабочего дня.

УДК 656.089

Н.П. БУЗЫНИН

ВОПРОС О НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ ГИБДД, ПРОВОДЯЩИХ СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМ МЕСТА ДТП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По результатам анализа материалов судебных автотехнических дел, проведённых в рамках трехлетней практической работы в сфере автотехнических экспертиз на базе материалов различных независимых экспертных центров г. Нижнего Новгорода, было выявлено значительное количество неточностей и небрежности в составлении схем мест ДТП сотрудниками ГИБДД. При этом даже в делах, приведших к гибели участников ДТП, зачастую не соблюдаются правила привязки транспортных средств к объектам местности, отсутствуют замеры, необходимые для точного позиционирования объектов, относящихся к обстоятельствам ДТП (положение следов юза транспортных средств, пятен технической жидкости, объектов дорожной инфраструктуры и д.р.), а протоколы осмотра места ДТП составляются без учёта необходимой дорожной (уклон и состояние дорожного полотна, наличие снега, наледи, либо обработки дорожного полотна противогололёдными реагентами, зернистость асфальта и д.р.), погодной (освещение и дальность видимости, температура окружающей среды, наличие осадков, ветра, тумана) и иной информации, которая могла бы помочь в исследовании обстоятельств ДТП. Как известно, вещная обстановка на месте ДТП изменяется уже в течение первых же часов после происшествия, что подтверждает необходимость её тщательной фиксации. В случае невнимательного или поспешного осмотра транспортных средств может

быть упущена важная информация по их техническому состоянию. Данная проблема является следствием недостаточной подготовки отдельных сотрудников ГИБДД в вопросах последующего проведения исследовательских работ по собираемым на месте ДТП материалам.

Очевидно, что качественно собранные и описанные сотрудниками ГИБДД материалы дел позволяют не только повысить правильность и результативность работы как судебных органов, так и связанных с ними страховых компаний, экспертных и адвокатских учреждений, но также сократить затраты как бюджетных финансовых средств, так и денежных средств граждан.

Учитывая, что суммарные затраты на работу судебных и правоохранительных органов, адвокатов, экспертных учреждений и проведение следственных экспериментов и экспертиз даже по одному делу, находящемуся на рассмотрении суда более одного года, могут составлять сотни тысяч рублей, то единовременные затраты на недельное повышение квалификации сотрудников, наиболее часто допускающих неточности в составлении схем места ДТП, представляются рациональными. Для чего предлагается создать единую базу для внесения отзывов граждан, экспертов, судебных работников и адвокатов по конкретным номерам дел и фамилиям инспекторов, проводивших составление схем места ДТП. По результатам года сотрудников ГИБДД, набравших больше всего обоснованных замечаний, рекомендуется направлять на курсы переподготовки либо на базе собственных учебных мощностей ГИБДД, либо на базе «Центра безопасности дорожного движения и технической экспертизы» при НГТУ им. Р.Е. Алексеева для проведения дополнительных семинарских и практических занятий по принципам фиксации вещной обстановки на месте ДТП.

По результатам проведённого анализа в рамках проведения дисциплины «Организация автомобильных перевозок и безопасность движения» проводится работа над ознакомлением студентов ИТС с основными принципами составления схем места ДТП и возможностями реконструирования данных схем по имеющимся фотографиям.

УДК 665.6

А.В.ВИШНЯКОВ, Л.А.БЕРДНИКОВ

ОБОСНОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОЦЕССЫ СТАРЕНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Старением масла называется ухудшение его эксплуатационных свойств с течением времени или пробега. Старение масел при работе двигателей представляет собой очень сложный процесс. Высокие температуры и кислород, с которым контактирует масло, вызывают окисление и окислительную полимеризацию его молекул. Продукты окисления углеводородов (смолы, органические кислоты) увеличивают вязкость и кислотное число, а асфальтеновые соединения, являющиеся основой образования лаков и липких осадков, способствуют залеганию и пригоранию поршневых колец. Скорость и характер старения зависят от уровня форсирования двигателей, температуры деталей, качества топлива и масла, степени изношенности деталей и узлов двигателя.

Все изменения, происходящие с моторным маслом в ДВС, можно охарактеризовать как количественные и качественные [1]. Количественные изменения происходят при испарении легких масляных фракций и вытекании масла из уплотнений, а также при его сгорании («угар»). Качественные изменения связаны со старением масла и химическими изменениями его компонентов.

Скорость старения масла значительно зависит от изношенности деталей двигателя, особенно деталей ЦПГ. Из-за увеличенных зазоров в картер попадает больше воздуха и газов, что приводит к интенсивному окислению масла. Также снижается компрессия, что способствует увеличению нагрузки на двигатель и возрастанию температур. А при повышенных

температурах масло окисляется значительно быстрее, поэтому периодичность замены масла по мере увеличения пробега двигателя должна проводиться чаще.

Значительное влияние на ресурс двигателя и масла оказывают особенности климата. Конденсация влаги в зимний период эксплуатации при пусках двигателя вызывает более интенсивное старение масла, так как влага увеличивает кислотность масла и уменьшает вязкость. Вязкость масла в летний период эксплуатации двигателя увеличивается более интенсивно, чем в зимний, что объясняется температурным режимом работы двигателя.

Основное влияние на процессы старения масла оказывают режимы нагружения двигателя. Чтобы масло дольше сохраняло свои эксплуатационные свойства, двигатель должен эксплуатироваться постоянно в щадящих режимах. При коротких ездках с частыми запусками и прогревами двигателя в масло попадает большое количество конденсата, что приводит к его окислению. При работе двигателя на холостых оборотах возрастает температура его деталей и соответственно масла, поэтому скорость реакций старения масла увеличивается. Тяжелые условия работы двигателя наблюдаются при движении в крупных городах, в пробках и заторах. При средней скорости движения 80 км/ч и средних оборотах двигателя 3000 об/мин автомобиль проходит 15 000 км за 200 ч. При этом коленчатый вал совершает 36 000 000 оборотов. При езде в условиях пробок и заторов 36 000 000 оборотов коленчатый вал совершает при пробеге 9 000 км, при этом рабочая температура двигателя выше. Поэтому замена моторного масла в случае передвижения в сложных городских условиях должна производится чаще.

При форсировании двигателей возрастают требования к противоокислительным и моющим свойствам моторных масел. При увеличении частоты вращения на 100 об/мин или при повышении эффективного давления на 0,03 МПа температура поршня увеличивается на 3 ^{o}С [2**]**. При форсировании двигателей обычно уменьшают их массу, что приводит к увеличению механических и тепловых нагрузок.

Библиографический список

1. **Джерихов, В. Б.** Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. Ч. II. Масла и смазки / В. Б. Джерихов.– СПб.: СПб. гос. архит.-строит. ун-т, 2009. – 256 с.
2. **Балтенас, Р.** Моторные масла / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков. – М. –СПб.: Альфа-Лаб, 2000. – 272 с.

УДК 665.6

А.В. ВИШНЯКОВ, Л.А. БЕРДНИКОВ

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕОДИЧНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ЕГО РЕСУРС, ИСХОДЯ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е.Алексеева

При создании современных автомобилей важнейшим показателем конкурентоспособности в соответствии со стандартами ИСО 9000 и требованиями потребителей является соотношение затрат на обеспечение работоспособности к затратам на изготовление. В странах Европы и Америки это соотношение в среднем составляет 120%, а в России 400%. Величина себестоимости грузовых автомобильных перевозок в России возрастает в 2-3 раза в процессе эксплуатации, при этом производительность автомобилей снижается в 3-4 раза к пробегу 500 тыс. км [1], а расходы на обеспечение работоспособности автотракторных дизелей за весь срок службы в 5-6 раз больше, чем на изготовление [2].

Затраты на обслуживание неразрывно связаны с надежностью и ресурсом автомобилей и двигателей. Надежность любого автомобиля определяется при проектировании, кон-

струировании, сборке и зависит от условий эксплуатации. В 40% случаев простой автомобиля в ремонте обусловлен отказами двигателей. Причем примерно 40% приходится на отказы двигателя, связанные с износом пар трения. А износ пар трения, в свою очередь, обусловлен несовершенством смазочных процессов из-за ухудшающихся эксплуатационных свойств моторных масел. Поэтому совершенствование профилактики смазочной системы, в том числе периодизация замены моторного масла, является на сегодняшний день актуальной проблемой в эксплуатации транспорта.

Исследованиями процессов старения масла от различных факторов и влияния старения на износ деталей двигателя занимается много ученых. Наиболее интенсивно в последние годы проводились исследования процессов изменения свойств масел в высокофорсированных дизельных двигателях. В данной работе мы продолжим эти исследования для бензиновых двигателей. Бензиновые двигатели работают, как правило, в резко меняющихся скоростных и нагрузочных режимах, что отражается на температуре масла и вызывает ужесточение требований к способности масла предотвращать образование как высокотемпературных (нагары и лак в зоне цилиндро-поршневой группы), так и низкотемпературных (шламы) отложений. Также высокие требования предъявляются к антиокислительным свойствам масел.

В данной работе для экспериментальной оценки изменения показателей состояния моторного масла в процессе эксплуатации будут определены следующие его параметры: кинематическая вязкость, сСт; температура вспышки в открытом тигле, ^{o}C; загрязненность, см$^{-1}$; щелочное число, мг КОН/г; плотность при 20 ^{o}C; массовая доля воды, %. А также дополнительные показатели масел, такие как: температура замерзания, ^{o}C; индекс вязкости и цвет - для более полного анализа свойств масел. После проведения экспериментальной части и исследования полученных в ходе эксплуатации данных будут установлены и графически изображены зависимости изменения показателей, определяющих эксплуатационные свойства моторных масел, от пробега автомобилей.

Библиографический список

1. **Асоян, А.Р.** Научные основы повышения долговечности автомобильных двигателей совершенствованием методов оценки технического состояния и технологий восстановления их основных элементов/ А.Н. Асоян// Автореф. дисс. … д-ра техн. наук. – Волгоград, 2012. – 40 с.
2. **Носов, А.О**. Повышение эффективности эксплуатации автотракторных дизелей совершенствованием профилактики смазочной системы. Автореф. дисс. … канд. техн. наук. – Саратов, 2013. – 20 с.

УДК 665.6

А.В.ВИШНЯКОВ, Л. А.БЕРДНИКОВ, И.А. СУВОРОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОТОРНОГО МАСЛА И ПЛАНИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

От наработки до замены масла существенно зависит надёжность двигателя. Известна устойчивая эксплуатационная особенность, что 50% износа деталей двигателя происходят в последние 20% наработки до замены масла [2]. Поэтому профилактика системы смазки ДВС – актуальная проблема увеличения ресурса двигателя.

Условия работы дизельных и бензиновых двигателей различаются в силу их конструкционных особенностей. Работа дизеля характеризуется более высокими тепловыми нагрузками и большей степенью сжатия, что сказывается на процессах изменения эксплуатационных свойств масел, так как они протекают быстрее. Скорость основного количества реакций, в особенности образования кислотных продуктов, увеличивается с ростом температуры по уравнению Аррениуса:

$$k(T)=A\exp(-Ea/RT), \quad (1)$$

где R – универсальная газовая постоянная; A –множитель, определяемый природой реакции; Eа – энергия активации; T – абсолютная температура, K.

Топливо в дизельных двигателях сгорает не полностью, что связано с неудовлетворительной работой топливной аппаратуры. Поэтому несгоревшая часть топлива попадает в картер, уменьшая вязкость масла. За счет более высокой степени сжатия дизелей в картер прорывается большее количество газов, окисляющих масло. В дизельном топливе намного большее содержание серы по сравнению с бензином, которая при сгорании образует окислы серы. В связи с этими аспектами эксплуатации масла в двигателях требования к маслам, используемым на дизельных моторах, особенность к универсальным маслам, очень высокие, а замена масла должна производиться в два раза чаще, чем на бензиновых двигателях.

Замена масла в двигателе необходима, когда достигнуто предельное значение одного или нескольких браковочных показателей. Выбор браковочных параметров, для того чтобы оценить эксплуатационные свойства работавшего масла, является важной задачей при решении вопросов увеличения ресурса и экономичности двигателя. В качестве основных показателей, характеризующих свойства масла, исследуются: вязкость, щёлочность, содержание нерастворимых осадков и воды, температура вспышки.

При исследовании изменения эксплуатационных свойств моторного масла на бензиновом двигателе в работе планируется ввести дополнительные параметры: цветность, индекс вязкости и температуру замерзания. Для оценки изменения показателей моторного масла в процессе эксплуатации планируется организовать наблюдение за несколькими легковыми автомобилями, в бензиновых двигателях которых используются полусинтетические универсальные масла. Контроль будет проводиться на протяжении 10 тыс. км пробега. Через каждую тысячу километров при помощи подручных приспособлений через отверстие для щупа будет браться проба масла объёмом 10-15 мл. Параметры масла будут определяться в лаборатории по современным методикам. По полученным результатам анализа проб будут построены графические зависимости показателей свойств масел от пробега автомобилей, исходя из которых будут сделаны выводы и установлены законы изменения показателей.

Библиографический список

1. Теоретические аспекты изменения свойств масла в процессе работы форсированных автотракторных дизелей / А.С. Денисов [и др.] // Научное обозрение. 2013. № 4.
2. **Асоян, А.Р.** Научные основы повышения долговечности автомобильных двигателей совершенствованием методов оценки технического состояния и технологий восстановления их основных элементов. Автореф. дисс. … д-ра техн. наук. – Волгоград, 2012. – 40 с.

УДК: 629.424

А.А. ВОДОЛАЗСКИЙ, О.М. БАЛИЦКАЯ

НЕОБХОДИМОСТЬ СОБЛЮДЕНИЯ «ЕСТЕСТВЕННОЙ» ОСИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ЛОКОМОТИВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, г. Луганск (Украина)

Одной из наиболее сложных в изготовлении и ремонте деталей двигателя локомотива является коленчатый вал, основной дефект которого – износ коренных и шатунных шеек. Неисправность коленвалов, чаще всего, бывает вызвана недостаточным количеством смазки. В основном это задиры шеек, т.е. «схватывание» разнородных металлов в сопряжении «шейка-вкладыш» с переносом и наволакиванием металла одной детали на другую. Задиры всегда сопровождаются увеличением зазора в подшипнике, износом рабочих поверхностей с глубокими кольцевыми рисками, а иногда - перегревом и даже расплавлением вкладышей.

Задиры и износы, как правило, не так страшны, так как можно при ремонте коленвала ограничиться шлифовкой шеек в ремонтный (уменьшенный) размер, причем даже не в один, а в несколько. Вопрос в другом – задир сопровождается местным нагревом поверхности

шейки, иногда весьма и весьма значительным, в сотни градусов. Нагрев – это неравномерное расширение, значит, коленчатый вал будет деформироваться. Что же в таком случае будет с осью вращения коленчатого вала? Она тоже изогнется, т.е. нарушится соосность коренных шеек коленчатого вала. И такая ситуация в 99% случаев ведёт к возникновению задиров шеек. Во время работы коленвала за период срока эксплуатации существует вероятность возникновения внутренних напряжений за счет старения металла, постоянно действующих на него крутящих и изгибающих моментов, меняющейся температуры среды. При работе коленвала в условиях масляного голодания это ведёт к повышенному изгибу оси вала. Учитывая всё изложенное, при проведении капитального ремонта вала, после санобработки вала и перед шлифовкой, необходима проверка вала на изгиб и правка (рихтовка) вала. Восстановление естественной оси вала – правка – позволит после капитального ремонта получить вал, характеристики которого не уступают новому.

На многих ремонтных предприятиях на деформацию коленчатого вала вообще не обращают внимания. Шлифуют «кривые» коленчатые валы, полагая, что после этого они становятся прямыми. Но это не так. Ведь на концах коленвала находятся посадочные поверхности шестерен, шкивов, маховиков, а также рабочие поверхности под сальники. Все эти поверхности после ремонта коленвала шлифовкой оказываются несоосными коренным шейкам, т.е. приобретают взаимное биение. Согласно ТУ заводов-изготовителей, такие биения не должны превышать 0,010-0,020 мм. Однако после ремонта коленвала без восстановления «естественной» оси вала биения могут превышать 0,1 мм, что недопустимо. При биении поверхности в 0,1 мм даже самый лучший и дорогой сальник неспособен обеспечить герметичность. Кроме этого, деформированная ось коленчатого вала при дальнейшей эксплуатации «вспоминает» своё правильное положение и возвращается к нему, а следовательно, коленчатый вал деформируется и снова приходит в негодность.

После проведения первой правки вала при дальнейшем его восстановлении и транспортировке постоянно необходимо следить за «естественной» осью вала и, при необходимости её править. Только в этом случае после восстановления коленчатого вала, срок его службы будет сопоставим со сроком эксплуатации нового.

УДК 629

В.А. ВОРОНКИН, В.В. ЯСЕНОВ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОБУСОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проведение мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту входит в число главных задач по развитию любого автотранспортного предприятия (АТП), поскольку на техническое обслуживание автомобиля затрачивается во много раз больше труда и средств, чем на его производство.

Существует целый ряд направлений улучшения эксплуатационной деятельности АТП, с целью получения большей экономической прибыли и снижения финансовых затрат. Но все они относятся в большей степени к логистике, сервису, организации управления и их эффективность, безусловно, очевидна. Однако также крайне важно уделять больше внимания вопросу эксплуатационной надежности автотранспортных средств, вопросу поддержания высокого коэффициента технической готовности парка автомобилей. Огромные убытки приносят автотранспортным предприятиям именно «ненадежные» транспортные средства, сходы которых приводят к срыву планов по выполнению той или иной транспортной работы, влекут за собой санкции со стороны заказчика. На практике же оказывается, что значительную часть сходов по техническим причинам можно было предотвратить проведением несложных операций, направленных на регламентную замену некоторых узлов или деталей автомобиля.

Вопрос обновления технологии проведения технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств с целью увеличения их эксплуатационной надежности, а следовательно, снижения экономических потерь от возникающих в процессе их работы отказов и сходов требует тщательной проработки. Здесь необходимо принять во внимание опыт зарубежных автопроизводителей, которые давно регламентируют сроки замены тех или иных автомобильных комплектующих, не дожидаясь наступления их предельного состояния.

На математическом языке поток случайных отказов в течение какой-либо наработки (отказы происходят в случайные моменты времени и чередуются с интервалами восстановления также случайными по продолжительности) имеет распределение Пуассона:

$$P_m(\lambda) = \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!}.$$

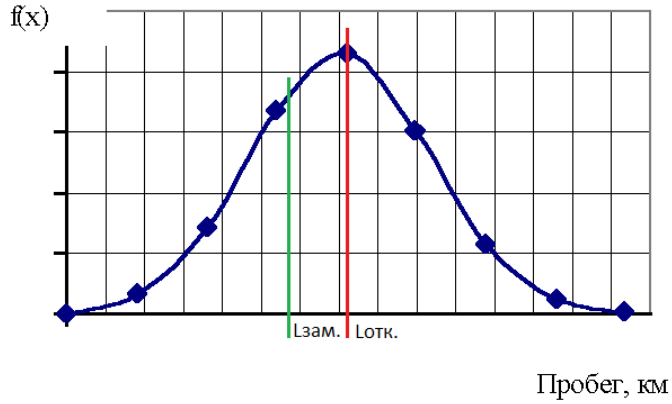


Рис. 1

На основании базы данных по сходам с линии автобусов одного из пассажирских автотранспортных предприятий за год в рамках магистерской диссертации планируется: уточнение перечня работ ТО и введение регламентной замены узлов, деталей, материалов, влияющих на эксплуатационную надёжность автомобиля с целью снижения экономических потерь от сходов с линии автобусов, потерь расходных материалов (тосол, масло и пр.); разработка и исследование мероприятий, направленных на достижение ощутимого экономического эффекта предприятия, посредством поддержания высокой технической готовности автомобилей, обеспечения их работоспособности, безотказности и долговечности.

УДК 621.436

М.Н. ВОРОНОВИЧ, Л.А. БЕРДНИКОВ, Д.А. ГОРИНА

ВЛИЯНИЕ БИОТОПЛИВА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева

Одним из основных условий нормальной работы дизельного двигателя является качество биодизеля, которое обеспечивается жесткими требованиями к его физико-химическим показателям, записанными в Европейском стандарте EN 14214:2003 [1].

Исследование процессов впрыскивания топлива и смесеобразования [2] показало, что при использовании метилового эфира рапсового масла (МЭРМ) средний диаметр капель увеличился на 9%, угол раскрытия струи топлива уменьшился на 9%, за счет чего увеличилась дальнобойность струи. Эти изменения приводят к тому, что до 79% топлива попадает на стенки камеры сгорания (при работе на дизтопливе (ДТ) этот показатель равен 59%), что уменьшает долю объемного смесеобразования и отрицательно сказывается на процессах смесеобразования и сгорания. Это приводит к ухудшению эффективных показателей двигателя (табл. 1), к примеру, увеличивается объёмный эффективный расход топлива на 6%.

Таблица 1

Расчетные показатели работы дизеля

Показатель	ДТ	МЭРМ
Эффективная мощность, кВт	191,1	191,4
Цикловая подача топлива, мм^3/цикл	140,6	154
Удельный эффективный расход топлива: кг/(кВт·ч); дм^3/(кВт·ч)	 0,2187 0,2647	 0,2541 0,2897
Среднее эффективное давление, МПа	1,207	1,209
Эффективный КПД	0,3855	0,3759
Среднее индикаторное давление, МПа	1,448	1,450
Индикаторный КПД	0,4622	0,4507
Максимальное давление цикла, МПа	12,95	13,03
Коэффициент избытка воздуха	2,002	1,956
Плотность ρ_{50}/ρ_{20}	805/826	856/877

В двигателях без проведения дополнительных модификаций и регулировок следует применять смесь ДТ и МЭРМ.

Применение смесевого биотоплива с содержанием МЭРМ до 60 % (дизель Д-245.12С) практически не ухудшает мощностных показателей и не требует дополнительного регулирования системы топливоподачи [3].

Несмотря на малое количество серы (< 0,002%), биодизель обладает очень хорошими смазывающими свойствами (обусловлено это химическим составом и содержанием большого количества кислорода). Это позволяет продлить срок службы двигателя.

При работе на МЭРМ отмечается затрудненный пуск двигателя при отрицательных температурах ($t_{пом}$ = -13^{o}С, $t_{заст}$ = -21^{o}С), поэтому следует применять специальные присадки для снижения температуры застывания.

Библиографический список

1. **Семенов, Г.В.** Экспериментальная оценка использования бинарных смесей биодизельного и дизельного топлива на показатели дизельного двигателя / В.Г. Семенов, М.Н. Лылка // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2007. №37.
2. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Марков [и др.]. – М.: ООО НИЦ «Инженер», 2011. – 536 с.
3. **Марков, В.А**. Работа транспортного дизеля на смеси дизельного топлива и метилового эфира рапсового масла / В.А. Марков, А. А. Зенин, С. Н. Девянин // Турбины и дизели. 2009. №3. С. 14–19.

УДК 621.436

М.Н. ВОРОНОВИЧ, Л.А. БЕРДНИКОВ, Д.А. ГОРИНА

СРАВНЕНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И БИОДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева

В настоящее время доля дизельных двигателей на транспорте составляет 25–30 %, а в странах западной Европы достигла 50 % [1].

Биодизель – это метиловый эфир, получаемый в результате химической реакции из растительных масел или животных жиров. Чаще всего, биотопливо (БТ) для дизеля производят из рапса, как наиболее дешевого среди растительных масел, позволяющего получить

свыше 1000 л масла с 1 га (по данным The Global Petroleum Club). На автомобильном транспорте метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) используется в смеси с минеральным дизтопливом (ДТ), не требуя модернизации двигателя.

Таблица 1

Сравнительные характеристики дизельного топлива и МЭРМ

Характеристика	Топливо	
	ДТ	МЭРМ
Возобновляемость ресурсов	-	+
Экологичность при производстве	-	+/-
Экологичность при сгорании	+/-	+
Адаптированность к транспортировке и хранению	+	+
Адаптированность АЗС	+	+
Адаптированность дизеля	+	+
Парниковый эффект	-	+

Примечание: + – преимущество, - – недостаток, +/- – сочетание преимуществ и недостатков.

Использование ДТ имеет ряд недостатков, среди которых ограниченность нефтяных ресурсов и их невозобновляемость, при сгорании дизельного топлива не всегда обеспечиваются требования к токсичности. Сгорание дизельного топлива способствует возникновению парникового эффекта, а его само производство неэкологично (табл. 1) [2].

На данный момент использование того или иного вида топлива определяется экономической целесообразностью, стоимостью одного кВт·ч (табл. 2) [3].

***Таблица 2*. Изменение стоимости одного кВт·ч для биотоплива по отношению к стоимости одного кВт ч при работе двигателя на ДТ**

Топливо	Расход топлива, кг/ч	КПД, %	Стоимость топлива, евро кг	Стоимость 1 кВт·ч, евро	Изменение стоимости 1 кВт·ч, %
ДТ «Л»	0,686	0,238	0,655	0,225	-
МЭРМ	0,779	0,241	0,567	0,221	+1,6

Положительные моменты МЭРМ

Биодизель, попадая в воду или почву, не представляет никакого вреда растениям и животным, причем подвергается практически полному биологическому распаду буквально за месяц.

Цетановое число биодизеля (48) выше минерального дизтоплива (45), что обеспечивает хорошую воспламеняемость и более полное сгорание. Температура воспламенения метилового эфира 150^0С, что делает его относительно безопасным.

Малое количество выделяемого при сгорании углекислого газа (ровно столько, сколько было потреблено растением, являющимся сырьем биотоплива, за весь период жизни).

Отрицательные моменты МЭРМ:

- увеличенный расход в связи с затрудненным впрыском топлива;
- плохой запуск при отрицательных температурах;
- срок хранения ограничивается тремя месяцами, далее начинает разлагаться;
- для выращивания культур, которые являются сырьем для биодизеля, используется верхний плодородный слой земли.

Библиографический список

1. **Марков, В. А**. Использование биодобавок растительного происхождения к топливу для снижения дымности отработавших газов дизелей / В. А. Марков, Н. А. Иващенко, С. Н. Девянин // Известия Волгоградского государственного технического университета: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. № 12(99). – 68 с.

2. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Марков [и др.]. – М.: ООО НИЦ «Инженер», 2011. – 536 с.
3. **Васильев, И. П**. Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля: монография / И.П. Васильев. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 240 с.

УДК 621.436

М.Н. ВОРОНОВИЧ, Л.А. БЕРДНИКОВ, Д.А. ГОРИНА

ПЛАНИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ БИОТОПЛИВА НА ДИЗЕЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е. Алексеева

Для понимания преимуществ использования биотоплива на автомобильном транспорте предполагается проведение следующих шагов.

1. Произведение метилового эфира из 100 л рапсового масла.

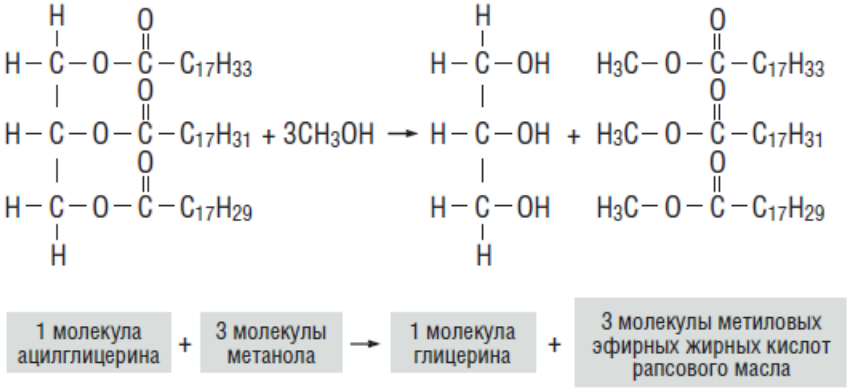


Рис. 1. Реакция этерификации рапсового масла метиловым спиртом [1]

2. Химический анализ полученного метилового эфира рапсового масла (МЭРМ).

3. Смешение произведенного МЭРМ в различных пропорциях с дизельным топливом с целью получения биотопливной смеси (25% МЭРМ, 50% МЭРМ, 100% МЭРМ) и использование различных присадок.

4. Проверка в ходе эксперимента выходных характеристик на дизельном стенде, таких как мощность, крутящий момент, расход топлива.



Рис. 2. Стенд дизельного двигателя STEYR M14

5. Анализ состава отработавших газов с помощью специального оборудования в смеси различных составов.

6. По результатам эксперимента будет определено влияние биотоплива (25% МЭРМ, 50% МЭРМ, 100% МЭРМ) на выходные характеристики двигателя, получены данные по составу отработавших газов.

7. По полученным данным будет выявлен наиболее оптимальный состав смеси и эффект при использовании различных присадок.

Последующие шаги будут определены в зависимости от результатов.

---

1. **Марков, В.А**. Работа транспортного дизеля на смеси дизельного топлива и метилового эфира рапсового масла / В. А. Марков, А. А. Зенин, С. Н. Девянин // Турбины и дизели. 2008. №3. С. 14–19.

ДК 621.113

Р.О. ГОЛИКОВ, Н.Т. ЛОЗОВСКИЙ

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОМОТОРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вопрос экономичности топлива весьма актуален. Переход с бензинового на газовое топливо позволяет не только снизить финансовые затраты, но и улучшить экологическое состояние окружающей среды. На современном этапе перехода к рыночным отношениям возникает потребность ускоренного развития производственной инфраструктуры, в том числе транспорта, обеспечивающей надежное обращение материальных ресурсов. При этом повышаются требования потребителей и к качеству используемой ими продукции. Это относится и к транспортным услугам, так как повышение их качества позволяет увеличить эффективность производства и соответственно доходы предприятий, пользующихся услугами транспорта.

Для грузовых перевозок, в зависимости от специфики грузов и требований клиентуры, показателями качества являются сохранность грузов в процессе транспортирования, регулярность поступления партий груза к получателям, максимальное сокращение времени доставки грузов, строгое соблюдение расписания отправления партий груза и гарантированное их прибытие к получателю в точно назначенные сроки, возможность перевозки крупногабаритных отправок без разборки их на части во избежание сборочных работ в пунктах получения. При грузовых перевозках автомобильный транспорт участвует практически во всех взаимосвязях производителей и потребителей продукции производственного назначения и товаров народного потребления.

Автомобильный транспорт по сравнению с другими видами транспорта имеет ряд преимуществ при перевозках грузов, такие как: доставка грузов «от двери до двери»; сохранность грузов; сокращение потребности в дорогостоящей и громоздкой упаковке; экономия упаковочного материала; более высокая скорость доставки грузов автомобилями; возможность участия в смешанных перевозках; перевозки небольших партий груза, позволяющее предприятию ускорить отправку продукции и сократить сроки хранения груза на складах. Как же можно повлиять на показатели качества автомобильного транспорта? Как увеличить прибыль предприятия? Как сократить расходы? Ответ на эти вопросы очень прост – применение газомоторных автомобилей, так как они более чисты экологически, газ дешевле жидкого топлива, имеет лучшие смеси – образующие свойства. Кроме того, эксплуатационные качества газомоторных автомобилей можно повысить за счет: а) изменения конструкции газомоторного оборудования; б) движения автомобиля преимущественно на газу. Второй способ является менее затратным и более простым в освоении. Каждый знает, что газомоторный двигатель это гибрид. Пуск автомобиля происходит на бензине, а так же часть движения автомобиля, когда газообразного топлива недостаточно, автомобиль движется на жидком топливе.

Стоимость пути длиной 40 км в городе с грузом и с учетом всех нормативов для автомобиля ГАЗ 33021 на бензине – 503,91 руб., на газе – 263,56 руб. Как видно, стоимость перевозки одного и того же груза на одном и том же автомобиле в одном и том же городе на газу значительно дешевле.

Следовательно, применение газомоторных автомобилей целесообразно и актуально. Однако для более успешного их применения необходимо рассмотреть комплексно и решить весь круг задач, связанных с внедрением данного типа автомобилей.

УДК 665.6

К.А. ГОРБУНОВ, Л.А БЕРДНИКОВ

СВОЙСТВА ПРОМЫВОЧНЫХ МАСЕЛ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ РЕСУРСА ДВИГАТЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАЧЕСТВА ИСПОЛЬЗУЕМОГО МАСЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Ресурс двигателя зависит от многих факторов: стиль вождения, трансмиссия, климат и многое другое. Но самое главное, ресурс двигателя резко падает, когда ухудшается качество используемого масла, так как на 80 % зависит от него. Силовой агрегат автомобиля – это устройство, которое превращает поступательное движение поршней во вращательное движение коленчатого вала, следовательно, здесь не обойтись без пар трения. Наибольший износ происходит в местах соединения шатунов и шеек коленчатого вала, а также в сопряжениях поршень – цилиндр, да и температуры там не маленькие. Чтобы масло, которое используется для уменьшения трения в указанных выше парах, соответствовало всем требованиям, предъявляемым к нему, нужно выбирать правильную периодичность его замены. Это можно выявить только опытным путем.

Слишком часто менять масло – это хорошо, но не рентабельно, слишком редко – чревато уменьшением ресурса двигателя. Масло работает в агрессивной среде и подвергается большим нагрузкам и температуре, поэтому на всех внутренних поверхностях двигателя при сгорании масляной пленки образуются отложения. Они негативно влияют на теплопроводность деталей, следовательно, на их теплонагруженность, ухудшают трение, а все это приводит к уменьшению ресурса. Периодичность замены масла каждый может выбрать для себя сам исходя из условий эксплуатации, но стоит ли промывать двигатель и какими жидкостями – тут нужно провести небольшое исследование.

Рассмотрим сначала масло. Как многие знают, масла бывают минеральные, полусинтетические и синтетические, и использование тех или других зависит от типа двигателя и условий эксплуатации. Самые лучшие смазывающие свойства имеют минеральные масла, самый большой интервал температур эксплуатации у синтетических. И те и другие, будучи использованы в двигателе, имеют присадки. На сегодняшний день в моторных маслах обычно используют несколько типов присадок: вязкостно-загущающие, моющие (детергенты), диспергирующие (дисперсанты), противоизносные присадки, ингибиторы окисления (антиокислительные присадки), ингибиторы коррозии и ржавления, антипенные присадки, модификаторы трения, депрессорные присадки. Так как мы занимаемся промывкой двигателя, нас интересуют моющие и противоизносные присадки. Функция противоизносных присадок понятна из их названия. Действие этих добавок основано на образовании защитной пленки на поверхностях трения. Их запас в масле расходуется по мере работы двигателя. Доля таких присадок может доходить до 2% объема масла. Моющие присадки нужны для предотвращения образования лаковых и сажевых отложений на деталях двигателя. Так вот, промывочные масла и жидкости – это обычные масла с большим процентом добавления данных присадок, а также отдельно присадки, которые можно добавлять перед заменой масла непосредственно в двигатель. Но введение в моторные масла дополнительных присадок нарушает баланс эксплуатационных и физико-химических свойств, который достигается в процессе разработки состава масла его производителем.

Многочисленны и побочные эффекты, которые приносят дополнительные присадки. Например, добавление политетрафторэтилена и органических соединений хлора и фтора резко ухудшает санитарно-гигиенические и экологические характеристики масел, сопровождается выбросами высокотоксичных веществ с отработавшими газами. Порошки металлов служат катализаторами окисления масла, способствуют росту его вязкости, сокращают срок смены. Все твердые смазочные материалы имеют довольно большую плотность и неизбежно выделяются из масла центробежными маслоочистителями, унося с собой активные диспергирующие присадки. Добавление любых неорганических веществ сопровождается увеличением зольности масла, всегда строго ограниченной стандартами, ибо ее превышение влечет за собой ряд серьезных последствий (увеличение абразивного износа деталей двигателя, нарушение работоспособности свечей зажигания, преждевременное воспламенение рабочей смеси и др.).

Исследование направлено на то, чтобы найти оптимальную периодичность замены масла, а также выяснить следует ли применять промывочные масла и жидкости, и каким образом это повлияет на ресурс масла и, конечно же, двигателя автомобиля. Поэтому применение промывочных масел остается под вопросом, который нужно проверить опытно.

Библиографический список

1. Влияние периодичности профилактики на безотказность автомобилей / А.С. Денисов [и др.] // Совершенствование технологий и организации обеспечения работоспособности машин: сб. науч. ст. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2011. С. 15-18.
2. **Денисов, А.С.** Изменение параметров моторного масла в процессе эксплуатации автомобилей / А.С. Денисов, В.Н. Басков, А.О. Носов // Совершенствование технологий и организации обеспечения работоспособности машин: сб. науч. ст. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2011. С. 19–22.

УДК 665.6

К.А. ГОРБУНОВ, Л.А. БЕРДНИКОВ, И.А. СУВОРОВ

ОПТИМАЛЬНАЯ ПЕРИОДИЧНОСТЬ ЗАМЕНЫ МАСЛА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ КАК ГЛАВНЫЙ АСПЕКТ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСА ДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Теоретически срок замены масла выбирают от 8 до 15 тыс. км. Мы остановились на цифру 10 тыс. км, так как 7-8 тыс. км масло работает стабильно и выполняют все требования, а дальше работа двигателя ухудшается, он начинает работать жестко, именно этот интервал между 8 и 10 тыс. км можно назвать оптимальной периодичностью замены.

Исследование по промывке и замене масла производились и производятся на трех автомобилях, которые эксплуатируются в различных условиях: в городе (*Chevrolet Lacetti*), в поселке (ГАЗ 31105) и по 50 % в загородной и городской зонах (*Daewoo Nexia*). В двигателях данных автомобилей используются различные масла и применяются различные виды промывочных жидкостей. Причем, в *Chevrolet Lacetti* двигатель несколько раз промывался до эксперимента, и наша задача будет проследить за изменением свойств масла через некоторый ресурс после промывки. В ГАЗ 31105 двигатель промывался с двойной заменой фильтрующего элемента, из которого также были взяты для анализа отложения после промывки. *Daewoo Nexia* эксплуатируется в пригородной и городской зонах, следовательно, износ элементов будет не таким, как в городской зоне, поэтому на нем проверяем действие промывки- пятиминутки.

До пробега в тысячу километров масло берется на анализ каждые 200 км, так как первое ухудшение свойств масла наблюдается в этот период; в дальнейшем же не имеет смысла делать анализы так часто, нужно лишь проследить за ухудшением масла в различных условиях, поэтому будем брать через каждую тысячу километров до десяти тысяч километров. Все анализы будут производиться в специализированной лаборатории. По ним мы сможем увидеть ухудшение свойств масла и наличие в нем твердых вкраплений. Данные эксперимента сведем в табл. 1.

Таблица 1

Газ 31105 (волга) ДВС 406.2 Масло лукойл люкс 5W-40 полусинтетика, промывка полусинтетическая G-Energy

№ пробы	Пробег	Дата	Условия эксплуатации	Примечания
1	86098	04.01.2014	Зима, категория дорог Д3, местность равнинная, категория условий эксплуатации III, климат умеренно холодный	-4 °С
2	86298	11.01.2014		0 до -4 °С
3	86498	17.01.2014		-17 до -23°С
4	86698	24.01.2014		-22°С, ночью опускалась до -35°С 5хол. пусков
5	86898	28.01.2014		-17до-31°С (5хол. пусков)
6	87098	31.01.2014		-9 до-12 °С
7	88098	12.02.2014		-12 до -17 °С
8	89098	01.03.2014		+1°С, ночью температура опускалась до -10°С
9	90098			
10	91098			
11	92098			
12	93098			
13	94098			
14	95098			
15	96098			

Как можно заметить, автомобиль ГАЗ 31105 в основном используется в зимнее время, следовательно, ухудшение свойств масла будет наиболее заметным.

Увеличение ресурса двигателя – важнейший вопрос в технической эксплуатации автомобиля в настоящее время, увеличение потока автомобилей ведет к увеличнию пробок и затруднений движения, особенно в крупных городах. Из всего этого следует вывод, что двигатель часть времени (достаточно большую часть) работает «вхолостую», но это также ведет к уменьшению ресурса масла и, как следствие, двигателя. Поэтому данная проблема наиболее актуально. Это путь к улучшению свойств масел и увеличению ресурса двигателя, который.

УДК 629.113

Д.А. ГОРИНА, Н.А. КУЗЬМИН, Г.В. БОРИСОВ

АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ И ДВИЖЕНИЮ АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Коэффициент сопротивления качению автомобиля f является стабильной величиной для конкретной дороги, т.е. он очень незначительно зависит от типов и особенностей автомобилей при условии обеспечения номинального давления воздуха в шинах, рекомендуемого заводом-изготовителем автомобиля. В свою очередь давление воздуха в шинах существенно влияет на величину коэффициента f (табл. 1)

Из анализа табл. 1 следует, что величина коэффициента f (а значит, сила сопротивления качению P_f) существенно зависит от дорожных условий. Также давление воздуха в шинах серьезно влияет на величину f, следовательно, на проходимость автомобиля. Это учитывается в мировой практике автостроения – производятся автомобили с автоматическим изменением давления воздуха в шинах (ГАЗ-3308 «Садко», автомобили семейства «УРАЛ» и т.д.), что обеспечивает их высокую проходимость в различных дорожных условиях.

Таблица 1

Значение коэффициента сопротивления качению f колесного движителя в различных дорожных условиях

Дорожные условия	Давление воздуха в шинах	
	Номинальное	Сниженное
Дорога I категории	0,012…0,020	0,030…0,040
Дорога II и III категорий	0,015…0,025	0,035…0,045
Грунтовая дорога		
сухая	0,025…0,035	0,040…0,060
в распутицу	0,150…0,250	0,080…0,150
Снежная целина	0,250…0,350	0,180…0,250
Заболоченная местность	0,500…0,650	0,350…0,450

В настоящее время отсутствуют теоретические методы расчета коэффициента сопротивления качению для различных дорог без экспериментальных исследований, хотя предпринимаются попытки его определения на основе характеристик вертикальной деформируемости грунта под действием нагрузок.

В инженерной практике величину коэффициента f определяют следующими методами:

Метод буксировки. Экспериментальный автомобиль буксируется через буксировочное устройство, оборудованное динамометрическим устройством. При равномерном прямолинейном движении сила тяги по показаниям динамометра равна силе сопротивления качению P_f (рис. 1). Для повышения точности эксперимента с автомобиля снимают карданный вал. От потерь в колесных узлах избавиться все же невозможно. Несмотря на это, данный метод определения величины коэффициента f – самый практичный и точный.

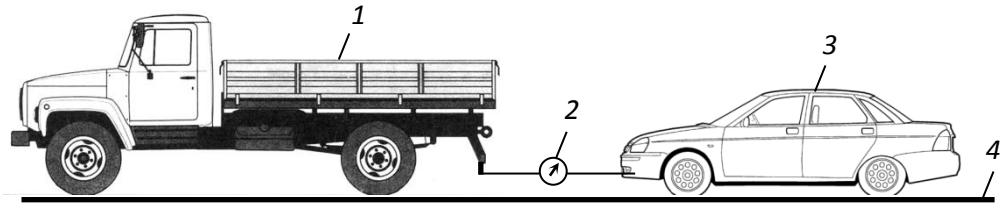


Рис. 1 Определение коэффициента f методом буксировки:

1 – буксирующий автомобиль; *2* – тяговое устройство с динамометром; *3* – буксируемый автомобиль; *4* – дорожное полотно

- *Метод свободного выбега.* Автомобиль разгоняется до определенной скорости и в КП включается нейтральная передача. По начальной скорости (обычно это 100 км/ч) 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. Ошибка эксперимента может быть, так как искусственно избавиться от потерь в трансмиссии невозможно.
- *Метод моделирования качения на беговых барабанах.* Используется только в частных научных целях. Для инженерной задачи определения коэффициента сопротивления качению

конкретной дороги и покрытия его нельзя считать пригодным. Для этого поверхности катков беговых барабанов должны в точности повторять характеристики поверхности конкретного дорожного покрытия, что обеспечить весьма проблематично.

УДК 621.43

А. И. ГОРОХОВ, Л. А. ЗАХАРОВ, А. Н. ТАРАСОВ, И. Л. ЗАХАРОВ, А. В. ДЕГТЯРЁВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕНЗИНОВОГО ПДВС Р-4 V_h=0,6дм^3 ЗА СЧЁТ ИНЖЕНЕРНОГО РЕШЕНИЯ ОРГАНОВ ВПУСКА И ВЫПУСКА ПОДСИСТЕМЫ ГАЗООБМЕНА

Нижегородский государственный технический университет им Р. Е. Алексеева

В ПДВС осуществляется процесс получения внутренней энергии от экзотермической реакции окисления введённой в рабочую камеру цилиндра порции окислителя и энергоносителя. Назовём ее цикловой энергией (Q_i, МДж). Цикловая энергия является тем энергетическим потенциалом, который может быть частично преобразован в работу расширения рабочего тела. Чем больше этот потенциал, тем большую термодинамическую и индикаторную работу можно получить в результате энергопреобразования. Полезная доля цикловой энергии $Q_ц$ оценивается специализированным коэффициентом (i), называемым индикаторным коэффициентом полезного действия (КПД). Цикловая энергия определяется *количеством окислителя и энергоносителя, поступивших в рабочую камеру цилиндра* ПДВС за цикл – цикловой подачей энергоносителя ($q_ц$), и теплотой сгорания топлива ($Q_н$), выделяющейся при окислении единицы его массы (кг), т.е. $Q_ц = q_ц \eta_i$.

В свою очередь, цикловая подача энергоносителя должна быть соотнесена с воздушным цикловым зарядом ($M_{вц}$) таким образом, чтобы кислорода, содержащегося в воздухе, было достаточно для полного окисления энергоносителя. Известно, что для полного окисления энергоносителя теоретически требуется строго определённое количество воздуха (I), которое зависит от химического состава энергоносителя и рассчитывается с помощью стехиометрических уравнений типа:

$$C+O_2 \rightarrow CO_2$$

$$2H+O_2 \rightarrow 2H_2O$$

В реальных ПДВС горючая смесь имеет состав, отличающийся от стехиометрического. Это отличие оценивается коэффициентом избытка воздуха, который характеризует качество смеси. С учётом изложенного цикловая подача энергоносителя может быть выражена

$$g_ц = \frac{M_{вц}}{\alpha l_0}, \text{ кг/цикл}$$

а цикловая энергия рабочего тела

$$Q_ц = \frac{M_{вц} Q_н}{\alpha l_0}, \text{ Дж/цикл.}$$

Из последнего выражения видно, что коэффициент избытка воздуха по-своему физическому смыслу отражает степень насыщения воздушного заряда энергоносителем. Учитывая, что эффективную работу ПДВС в единицу времени можно представить как развёрнутое уравнение эффективной мощности:

$$N_e = \frac{\pi D^2}{4} S \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \eta_н \rho_в \frac{1}{\alpha l_0} Q_H \eta_e i \frac{1}{m} n \frac{1}{60}, \text{ Вт,}$$

получены высокие энергетические показатели на больших оборотах поршневого двигателя в составе специализированного гоночного автомобиля.

УДК 629.113

М.О. ГРЯЗНОВ, М.П. АФАНАСОВ, А.Л. КУЛАГИН, К.О. ГОНЧАРОВ

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭСУД СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ» НА ОСНОВЕ БЛОКА POWER COMMANDER III

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работу современного двигателя внутреннего сгорания с системой впрыска топлива и электронного зажигания контролируют электронные блоки управления с заранее заложенным алгоритмом работы.

Одним из подобных устройств является блок управления двигателем ECM (Engine control module). В задачи блока входит корректировка количества топлива, распыляемого форсунками, и регулировка угла опережения зажигания. Для изменения алгоритмов работы ДВС, например, топливных карт, требуется корректировка программного обеспечения штатных ЭСУД. В связи с этим применяются несколько типов систем: Stand-alone, Plug&Play и Piggy back. Система Stand-alon представляет полностью автономный блок управления, устанавливаемый взамен заводского ЭБУ с заменой штатной электропроводки, и позволяет инженеру-механику настроить работу двигателя. Технология Plug & play является системой конфигурирования и подключения устройств на ЭВМ. Данная система является аналогией предыдущего типа, отличаясь способом соединения, идентичным фабричному с возможностью использования штатной проводки. Однако эта система доступна только для относительно популярных моделей двигателей.

Piggy back - комбинированная система из штатного ЭСУД и дополнительного блока управления двигателем. Последний по функциональным возможностям не может полностью заменить заводской и оперирует данными штатного ЭСУД, корректируя их. Подключение системы Piggy back осуществляется в разрыв между штатным блоком управления и исполнительным механизмом, например, форсункой системы впрыска.

Один из вариантов применения системы управления двигателем на спортивном автомобиле класса «Формула студент» состоит в оснащении электронной системы управления двигателем системой типа Piggy back, основанной на аппаратном обеспечении Dynojet Power Commander III. Power Commander III позволяет регулировать такие параметры топливных карт, как время распыления топлива форсунками системы впрыска, угол опережения зажигания, а также дает возможность изменять параметры графика зависимости мощности двигателя от его оборотов, актуальных при измененных геометрических параметрах систем впуска и выпуска. При работе с программным обеспечением на экран монитора выводится табличная информация, характеризующая взаимосвязь между оборотами двигателя и степенью открытия дроссельной заслонки. Коррекция топливных карт осуществляется относительным изменением времени подачи топлива в установленном диапазоне.



Рис. 1. Расположение элементов управления Dynojet Power Commander III

Для настройки «Dynojet Power Commander III» необходимо:

1) разработать и загрузить в блок топливную карту;

2) подключить блок к двигателю, который должен быть запущен;

3) в зависимости от потребности скорректировать карты на блоке управления, используя кнопки на лицевой панели, где Low, Mid и High, функции деления оборотов двигателя на контрольные участки с последующей их регулировкой (рис. 1).

УДК 629.113

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

СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СПОРТИВНЫХ АВТОМОБИЛЯХ КЛАССА «ФОРМУЛА СТУДЕНТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

«Формула студент» – это студенческие инженерные соревнования международного масштаба, задачей в которых является проектирование, постройка и испытание гоночного автомобиля класса Formula SAE, а также создание бизнес-плана для мелкосерийного производства данных автомобилей.

В связи с жесткой конкуренцией между командами вузов необходим инновационный подход к решению поставленных инженерных и экономических задач. Под инновациями понимается внедрение новых материалов и технологий в производство конструкций автомобиля.

Применение композитных материалов решает задачи снижения массы автомобиля и повышения эффективности силовых и несущих элементов болида «Формула студент». Из композитных материалов на основе углеродных тканей создаются такие ответственные детали, как усиленные и легкие рычаги подвески, колесные диски, аэродинамические элементы болида, а также композитные несущие системы – монококи, заменяющие часть несущей стальной рамы и значительно улучшающие динамические показатели автомобиля и его безопасность (рис. 1).

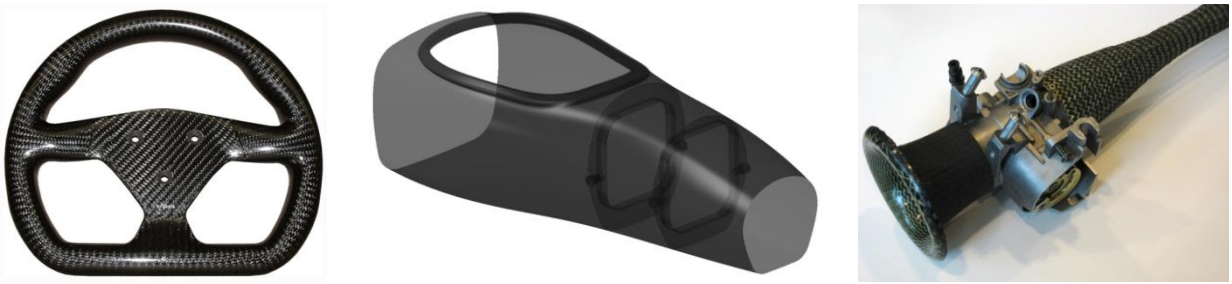


Рис. 1. Элементы спортивного автомобиля «Формула студент» на основе композиционных материалов

Композиты позволяют заменять детали из металлов и их сплавов на аналогичные, обладающие малой массой, высокой прочностью, отсутствием коррозии. Все это увеличивает надежность и безопасность болида. Используя комбинирование различных видов армирующих материалов и их связующих (два неотъемлемых компонента любого композита), становится возможным локализация необходимых свойств на различных участках одного изделия, что присуще только композитным материалам.

Вместе с тем, технологический процесс изготовления деталей из композитов достаточно сложен и невозможен без научно-исследовательской деятельности команды. В настоящее время авторы статьи работают над получением образцов из композиционных материалов для определения экспериментальных характеристик на растяжение.

Несмотря на сложность технологического процесса изготовления, композиты обладают большим спросом в автомобильном спорте. Технологии изготовления композитов и изделий из композитных материалов с каждым годом становятся более доступными, что влечет их активное применение в автомобилестроении.

УДК 629.431

А.И. ЕРОШКИН, Л.А. БЕРДНИКОВ, М.Е. ФЕДОСОВА

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стендовые испытания двигателей проводятся для определения их мощности, экономичности, токсичности отработавших газов, безотказности работы и других эксплуатационных показателей.

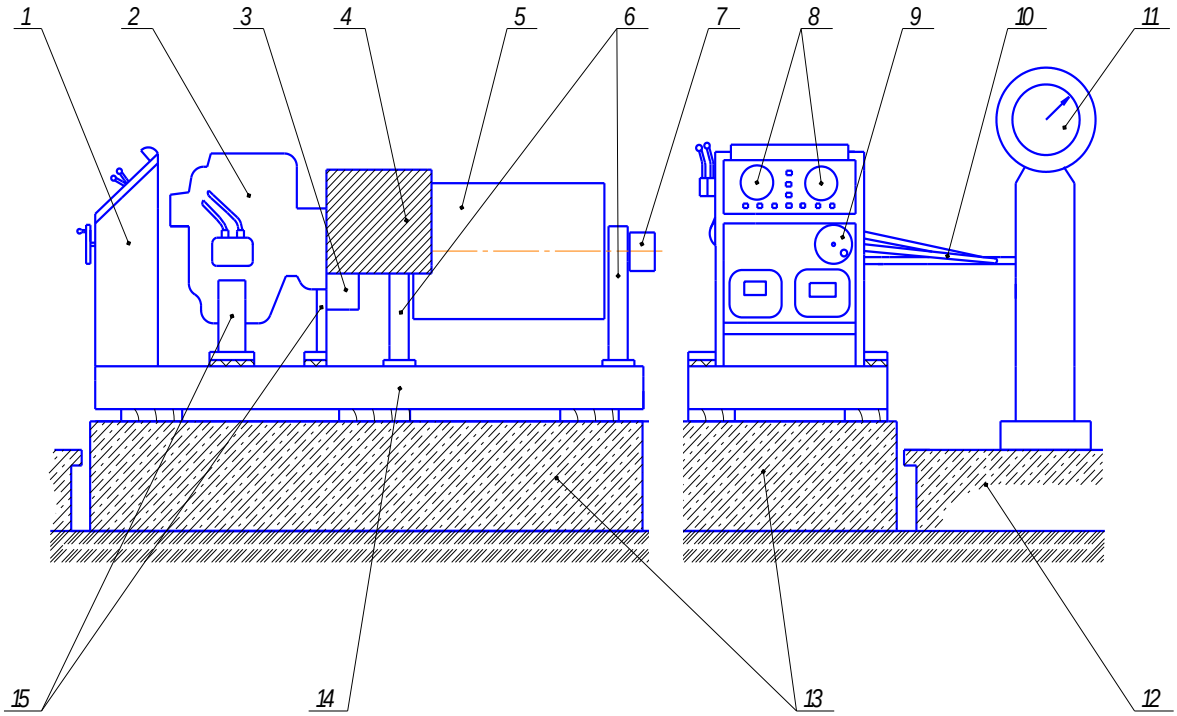


Рис. 1. Общий вид стенда для испытаний двигателя:
1 – пульт управления двигателем; *2* – двигатель внутреннего сгорания; *3* – соединительная муфта; *4* – защитный кожух соединительной муфты; *5* – нагрузочное устройство (балансирная машина); *6* – опоры балансирной машины; *7* – датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя и ротора балансирной машины; *8* – контрольно-измерительные приборы двигателя; *9* – ручка управления подачей топлива; *10* – плечо нагрузочного устройства; *11* – индикатор нагрузки; *12, 13* – фундаментные плиты соответственно лабораторного корпуса и стенда; *14* – рама стенда; *15* – кронштейны крепления двигателя к раме стенда

Условия, методы и правила испытаний двигателей изложены в ГОСТ 14846-81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний» и ГОСТ 18509-88 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний». Этими стандартами определяются условия снятия основных характеристик двигателей, методы определения важнейших величин и правила построения графиков.

При испытаниях используется метод торможения работающего двигателя, за исключением определения характеристики холостого хода, минимальной устойчивой частоты вращения холостого хода и пусковых качеств.

Перед началом испытаний двигатель должен быть прогрет до заданной температуры охлаждающей жидкости и масла, которая поддерживается в пределах, указанных заводом-изготовителем. При отсутствии этих указаний температура охлаждающей жидкости на выходе из двигателя должна быть в пределах 75–85°С, а температура масла в картере двигателя 80 – 100°С. Марки топлива и масла, а также вид и (или) марка охлаждающих жидкостей, применяемых во время испытаний, должны соответствовать требованиям технических условий на испытуемый двигатель. Испытания двигателя могут производиться без термостата. Топливо и масло должны соответствовать требованиям стандартов или технических условий. Их физико-химические показатели должны быть удостоверены паспортом или протоколом испытаний. Атмосферное давление, температура и влажность окружающего воздуха во время испытаний должны находиться в пределах, указанных в технических условиях на испытуемый двигатель.

Показатели двигателя должны определяться при установившемся режиме работы: частота вращения коленчатого вала, крутящий момент, температура охлаждавшей жидкости и масла должны быть постоянными. Эти и другие регистрирующие показатели должны представлять собой средние устойчивые значения, непрерывно наблюдаемые не менее одной минуты без каких-либо значительных изменений в течение этого времени.

Продолжительность измерений всех параметров при автоматическом управлении устройством измерения частоты вращения и расхода топлива не менее 30 с и не менее 60 с при ручном управлении.

После прогрева двигателя в зависимости от снимаемой характеристики устанавливаются необходимая частота вращения коленчатого вала и положение дроссельной заслонки или рейки топливного насососа. Значения крутящего момента, частоты вращения и расхода топлива должны определяться одновременно. При заданном установившемся режиме работы двигателя производится замер показателей двигателя. После записи всех необходимых параметров двигатель переводится на следующий режим работы (следующая точка замера). В каждом испытании число точек измерений должно быть достаточным для того, чтобы при построении характеристик выявить форму и характер протекания кривой во всем диапазоне обследуемых режимов. Как правило, необходимо получить не менее восьми равномерно расположенных опытных точек.

УДК 629.431

А.И. ЕРОШКИН, Л.А. БЕРДНИКОВ, М.Е. ФЕДОСОВА

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В МИРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Широкому распространению дизельных двигателей по всему миру способствует ряд преимуществ.

Дизельные двигатели потребляют меньше топлива, чем бензиновые.

Несмотря на то, что современные технологии (прямой бензиновый впрыск, концепция минимизации) делают бензиновые двигатели все более совершенными и экономичными – дизельные двигатели тоже «не стоят на месте» и, по-прежнему, сохраняют разрыв в плане расхода топлива. Современные дизельные агрегаты расходуют топлива примерно на 30% меньше, чем бензиновые моторы с прямым впрыском того же поколения.

Дизельные двигатели экономичнее в плане общей стоимости эксплуатации.

Дизельный двигатель в подавляющем числе классов автомобилей с точки зрения общих годовых эксплуатационных издержек по-прежнему выгоднее. Даже притом, что стоимость по-

купки, налоги и страховая сумма для дизелей выше, чем для бензиновых автомобилей - 30%-ная экономия топлива компенсирует эти затраты. Ни для кого не секрет, что выгода напрямую зависит от годового пробега автомобиля: чем он выше, тем больше эффект от низкого расхода топлива.

Распространение дизельных силовых агрегатов помогает реализовывать программу ЕС по сокращению эмиссии CO_2. Этому способствует то, что дизельные агрегаты расходуют на 30% меньше топлива, а также выбрасывают примерно на 25% меньше CO_2, чем обычные бензиновые двигатели. Кроме того, в Странах ЕС введен налог на выбросы CO_2, а это еще один довод в пользу дизеля.

Дизельные автомобили завоевывают все большую популярность не только в Европе, но и за ее пределами. К примеру, американские покупатели все больше интересуются экономичными и экологически более чистыми двигателями. Немецкие автопроизводители выводят на американский рынок целый ряд дизельных моделей, соответствующих стандартам эмиссии во всех штатах. Кроме того, США стремятся сократить свою зависимость от импорта сырой нефти, и дизельные двигатели с их более низким расходом топлива могут сыграть ключевую роль в решении этой задачи. Специалисты прогнозируют, что к 2015 г. дизельными двигателями будут оснащены 15% и более всех новых легковых и легкогрузовых автомобилей в США.

Широкому распространению дизельных двигателей в России способствует в первую очередь невысокое качество дизельного топлива, а также несвоевременная замена летнего дизельного топлива зимним в период межсезонья на АЗС, в результате чего происходит кристаллизация дизельного топлива. Существует несколько способов борьбы с кристаллизацией дизтоплива, но особое внимание заслуживают устройства подогрева и специальные присадки.

УДК 621

М.Н. ИГОНИН

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ У СЕРВИСНЫХ КОНСУЛЬТАНТОВ КОМПАНИИ ТОЙОТА НИЖНИЙ НОВГОРОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В статье рассматривается развитие профессиональных умений у сервисных консультантов. Автором выделяются наиболее значимые особенности и направления в развитии профессиональных умений у сервисных консультантов, а также важность повышения квалификации работников данной должности, актуальность задачи и что используется для их подготовки в современных условиях быстроменяющегося и развивающегося рынка.

В компании Toyota сервисные консультанты общаются с клиентами больше, чем любые другие работники дилерского центра. Они являются «лицом» дилерского центра и оказывают основное влияние на удовлетворение и удержание клиентов. Консультант по техническому обслуживанию является для клиента представителем станции технического обслуживания «ТОЙОТА», поэтому и ответственен за следующие сферы, имеющие отношение к клиентам:

1. «Семиэтапный процесс обслуживания клиентов»;
2. Отвечает на различные запросы, касающиеся автомобилей и их обслуживания;
3. Действует как консультант по техническому обслуживанию, например, даёт рекомендации по проведению ТО, советы клиентам;
4. Рассматривает жалобы и предложения клиентов.

Работа сервисного консультанта направлена на повышение удовлетворённости клиентов полученным обслуживанием. Рабочие обязанности сервисного консультанта: 7-этапная процедура обслуживания:

1) предварительная запись;
2) прием клиента;
3) ремонтный заказ-наряд;
4) распределение и выполнение;
5) контроль качества;
6) выдача автомобиля;
7) отслеживание результатов обслуживания.

Для подготовки сервисных консультантов используется семинар TSA 21 (Toyota Service Advisor 21).

Актуальность темы исследования определяется тем, что обучение и развитие персонала – важнейшие составляющие эффективного функционирования организации. В современных условиях важнейшим условиям развития фирмы, авторитета ее на рынке и повышения конкурентоспособности являются корпоративные знания. Деятельность руководства по обучению и повышению квалификации сотрудников, собственная работа сотрудников в этом направлении, мощная система информационного поиска новаций и нововведений – все это должно работать на идею постоянного повышения и совершенствования корпоративного знания. Без серьезных организационных изменений в области подготовки и переподготовки персонала трудно ожидать качественных изменений в работе фирмы.

УДК 629.463.4

Ш.И. ИКСАНОВ

ВЛИЯНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДИТЕЛЕЙ НА КОЭФФИЦИЕНТ АВАРИЙНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рост численности автомобильного парка в Российской Федерации приводит к возникновению серьезного дефицита пропускной способности дорожной сети, в первую очередь, на подходах к крупным городам и основным транспортным узлам. Из-за недостаточного уровня транспортно-эксплуатационного состояния дорожно-транспортной сети Российской Федерации уровень аварийности на дорогах очень высок. Ежегодно на дорогах России погибают десятки тысяч людей. Если к этому добавить большое число лиц, получивших ранения, огромные материальные потери, то станет очевидной необходимость анализа категорий водителей, попавших в ДТП, с целью дальнейшего улучшения безопасности дорожного движения.

Детальное исследование предрасположенностей различных групп водителей к участию в ДТП может быть использовано:

- в разработке систем информирования водителей;
- в разработке и совершенствовании методик обучения и подготовки водителей в автошколах;
- при проектировании дорог, перекрестков и развязок;
- для страховых служб при определении страховых коэффициентов;
- для исследователей в области безопасности дорожного движения.

Методика исследования опирается на базу ДТП, произошедших в Нижнем Новгороде. Путем математической обработки данных были выявлены наиболее опасные участки («Очаги ДТП») автомобильных дорог города. Основная цель исследования – установка связи между полом, возрастом и уровнем опыта водителей, с риском попадания в аварийные ситуации, для того или иного типа перекрестка и связанного с ним типа конфликта, арифметической характеристикой которого является основной маркер очага [1].

Исследование зависимостей необходимо проводить в несколько этапов:

1. Классификация очагов ДТП по маркеру (рассмотрено в работе [1]).

2. Классификация очагов по типу конфликта (различные типы конфликтов рассмотрены в работах [1] и [2]).

3. Сравнить классификации, с целью выявления корреляционных зависимостей между типом конфликта и маркером очага.

Выявление таких зависимостей позволит принимать направленные меры по снижению аварийности для той или иной группы водителей.

Библиографическийсписок

1. Подсистема анализа очагов интерактивной карты аварийности / М.Е. Елисеев [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2012. № 4. С. 358–363.
2. **Roozenburg, A. P**. Accident Prediction Models at Signalised Intersections:Right-Turn-Against Accidents, Influence of Non-Flow Variables / A. P. Roozenburg, S.A. Turner // Unpublished Roads Safety Trust Research Report, 2004.

УДК 656.13

Д.А. КАЛИЧЕНОК, И.А. КОРНИЛОВ, Л.Г. ЛАВРОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА СКЛАДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Состояние запасов оказывает определяющее влияние на конкурентоспособность предприятия, его финансовое состояние и финансовые результаты. Обеспечить высокий уровень качества продукции и надежность ее поставок потребителям невозможно без создания оптимальной величины запаса готовой продукции, а также запасов сырья, материалов, полуфабрикатов, продукции незавершенного производства и других ресурсов, необходимых для непрерывного и ритмичного функционирования производственного процесса. Заниженные запасы материальных ресурсов могут привести к убыткам, связанным с простоями, с неудовлетворенным спросами, следовательно, к потере прибыли, а также потере потенциальных покупателей продукции. С другой стороны, накопление излишних запасов связывает оборотный капитал предприятия, уменьшая возможность его выгодного альтернативного использования и замедляя его оборот, что отражается на величине общих издержек производства и финансовых результатах деятельности предприятия. Экономический ущерб наносит как значительное наличие запасов, так и их недостаточное количество.

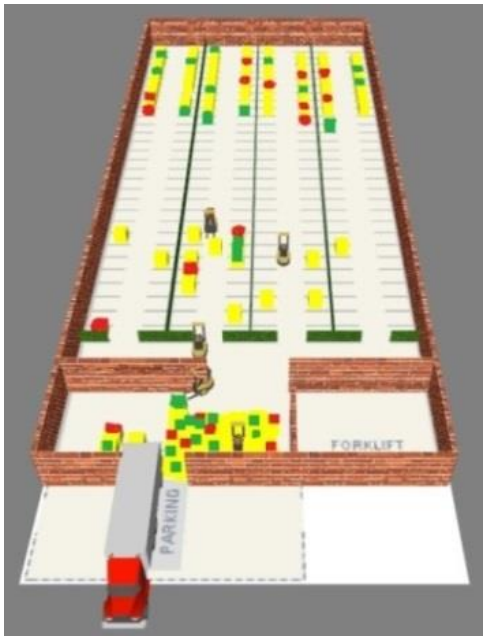


Рис.1: Анимация модели склада с применением анализа ABC в AnyLogic

Управление материальными запасами заключается в обоснованном установлении моментов и объемов заказа на их восполнение и распределении вновь прибывшей партии заказанной продукции (сырья, материалов и т. п.) по нижестоящим звеньям системы снабжения. Совокупность правил, по которым принимаются эти решения, называются стратегиями управления запасами. Стратегии управления запасами базируются в основном на реализации известных систем управления (контроля) запасами.

Отработку мероприятий по оптимизации стратегии управления запасами на предприятии необходимо начинать с процедуры прогнозирования рыночного спроса на продукцию. Затем на основании полученного прогнозного значения спроса произвести дифференциацию продаваемой предприятием продукции на группы, используя АВС-анализ.

Важность проведения этих мероприятий наглядно можно доказать с помощью инструментария программного обеспечения AnyLogic. AnyLogic – это универсальный инструмент для моделирования дискретных, непрерывных и гибридных систем. Области его применения разнообразны: здравоохранение, социальная динамика, пешеходные потоки, производство, логистика и т.д. В нашем случае программа дает возможность смоделировать и оптимизировать работу склада. Анализ в AnyLogic, основанный на реальных стохастических характеристиках, обеспечит точные результаты.

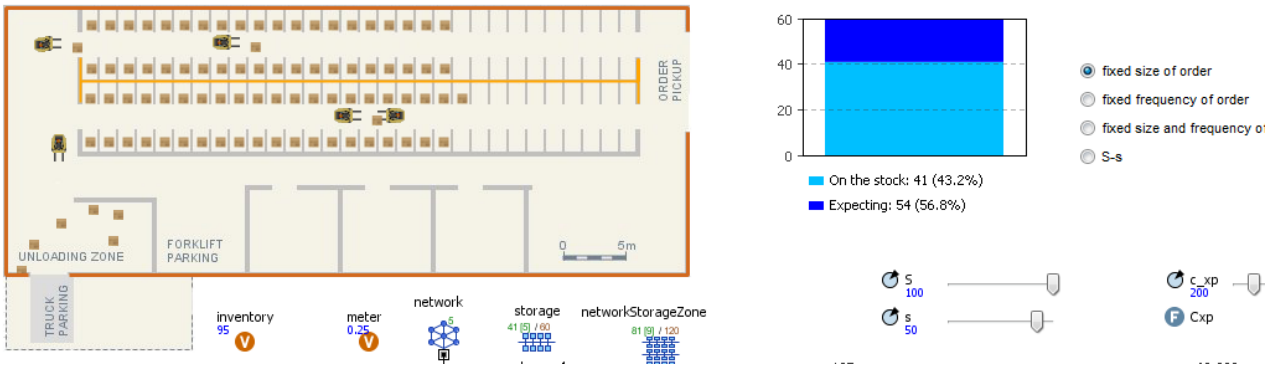


Рис. 2. Анимация модели склада с применением стратегий управления запасами в AnyLogic

В докладе рассматриваются модели, выполненные в среде AnyLogic (рис. 1 и 2), возможности которой позволяют визуализировать и оптимизировать работу склада по определенным стратегиям управления запасами и для доказательства весомости ABC-анализа с целью получения экономической выгоды для предприятия.

УДК 621.431.73

П.В. КАРИНЦЕВ, В.В. ЗЕЛЕНЦОВ, М.Г. КОРЧАЖКИН, А.А. ПИКУЛЬКИН

УТОЧНЕННЫЙ РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУР ПОРШНЕЙ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

При эксплуатации отремонтированных автомобильных двигателей большое влияние на послеремонтный ресурс поршней оказывает их температурное состояние. При определении температур для сопряжений силового агрегата в паре «поршень-цилиндр» для конечно-разностных схем принимаем следующие исходные положения.

Для подвода тепла к сечению с координатой A' (рис.1) можно использовать выражение

$$dQ_x = \lambda \frac{d^2T}{dx^2} f dx, \qquad (1)$$

$$\lambda \frac{d^2T}{dx^2} = B, \quad Bf dx = B\pi(R_1^2 - R_2^2)dx, \qquad (2)$$

где f - площадь поперечного (кольцевого) сечения поршня для координаты; B - коэффициент (целое число); λ - коэффициент теплопроводности материала поршня; R_1, R_2 - радиусы наружной и внутренней поверхности поршня для сечения с координатой $x(R_1 = \varepsilon)$ (рис. 1).

Теплопередача от поршня к цилиндру (отвод тепла) для координаты X выразится уравнением

$$dQ_F = k(T_x - T_o)2\pi R_1 dx, \qquad (3)$$

где k - коэффициент теплопередачи от поршня к цилиндру; T_x, T_o- абсолютные значения температур поршня и цилиндра для координаты x.

На основании равенства $dQ_x = DQ_F$ при установившемся тепловом режиме можно переписать это уравнение так:

$$\frac{d^2T}{dx^2} = \frac{2kR_1}{\lambda(R_1^2 - R_2^2)}(T_x - T_o); \quad T_x - T_o = \frac{d\Theta}{dx^2} = \beta^2\Theta. \tag{4}$$

В табл. 1 приводятся величины коэффициента β для работы двигателей при η_i от 36,2 до 23,4% при определении квазистационарных температур боковой поверхности поршня. Мгновенные температуры, действующие на огневую поверхность днища поршня, компенсировались инерционностью тепловых потоков, проходивших через детали ЦПГ и КШМ двигателей.

Таблица 1

Значения коэффициента β (3 (1/м 10^{-3}) для различных зон поршня при разных условиях работы двигателей

Режим работы двигателя		Зона поршня		
Охлаждение	Нагрузка	Зона днища поршня	Зона колец	она юбки порш-ня
Режим работы «Б» и «Г»	100-50 50 и ниже	19,8-12,7 13,9-11,5	9,5-5,0 7,5-4,5	5,0-4.4 4,4-3,2
Режим работы «А» и «В»	100-50 50 и ниже	4,7-3,5 3,5-2,4	7,2-6,7 6,0-3,6	4,1-2,3 4,1-0.47

Примечание: «А» – низкотемпературный; «Б» и «В» – среднетемпературный; «Г» – высокотемпературный режимы работы.

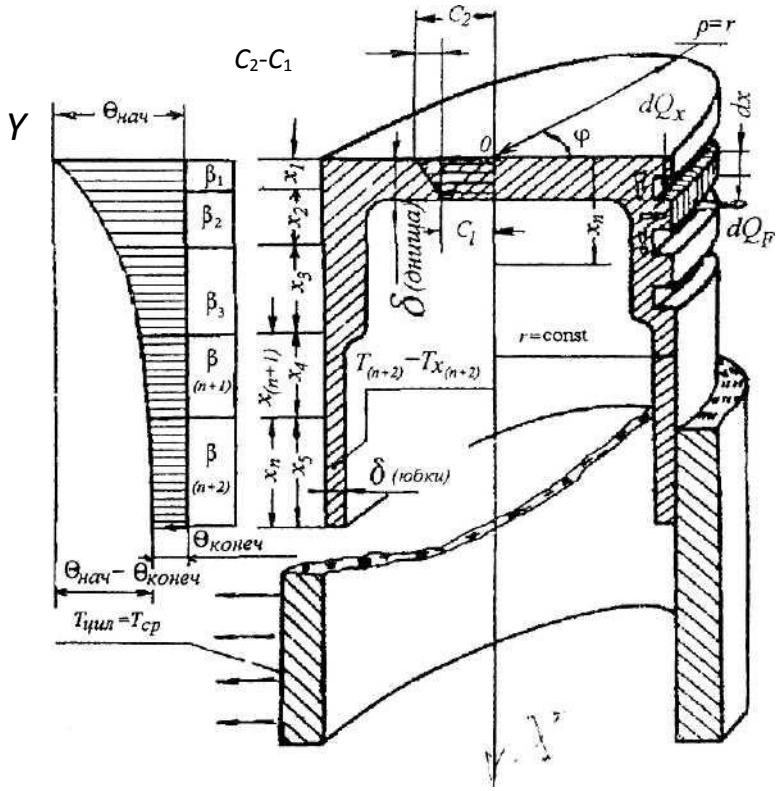


Рис. 1. Распределение температур по высоте боковой образующей поршня (по оси *X*) и по толщине стенки днища поршня (C_1, C_2):

β – коэффициент температуропроводности (1/м 10^{-3});

$\Theta = T_x - T_o$ - для элементарного участка X

Подставляя в выражение (4) различные значения β в качестве аргумента функции T_x можно рассчитать узлы разностных сеток для температурных значений при развертке боковой поверхности поршня для картины несимметричных (или осесимметричных) по оси *X* температурных полей. Подобные значения температур в узлах сеток могут быть приняты в качестве исходных значений для конечно-элементных и гранично-элементных методов расчетов.

Расчетная схема определения температур подвижных деталей (поршень-цилиндр) используется с учетом следующих упрощений:

1) рассматривается одноразмерный тепловой поток по оси;

2) поршень: бесконечно длинный стержень для любой зоны расчетных данный по *X*.

Для распределения температур в поршне используется формула

$$T = H\ EXP(-DX)^3, \qquad (5)$$

где 10^3 присутствует в формуле из соображений размерности; $T = T_x - T_o$ (T_x, T_o – абсолютные значения температур поршня и цилиндра для координаты *X*); *H* – граничная температура зон поршня; *D* – коэффициент теплопроводности для материала днища поршня; *X* – текущая координата поршня, мм; T_o – температура цилиндра (считаем заданной).

При расчетах меняется начальное значение температуры днища поршня ($X = 0$) от 120 до 350 °С. Расчеты проводятся по данным табл. 1.

В результате получаются данные для координаты *X* наружных поверхностей поршня в виде кусочно-непрерывной функции распределения температур по боковой поверхности поршня с учетом местного подогрева от трения и местного отвода тепла к цилиндру.

УДК 656.11

Е.Н. КОЧКУРОВ, М.Г. КОРЧАЖКИН, Д.С. МАРТЫНОВ

АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сильный процесс автомобилизации с каждым годом вовлекает все больше стран. Рост числа автомобилей приводит к увеличению количества автомобилей на один километр автодорог. Центрами увеличения численности автомобилей являются города. При эксплуатации автомобилей в городе часто встречаются режимы работы «старт-стоп», что приводит к повышенному износу и загрязнению окружающей среды. Чтобы снизить вероятность возникновения «пробок» в работе предлагается применить адаптивный режим работы светофора.

Первыми городами мира, столкнувшимися с проблемой «пробок» на автодорогах, были Нью-Йорк и Токио. Естественно, что на сегодняшний момент именно эти города имеют наиболее значительный опыт решения дорожно-транспортных проблем. Во всех этих городах, наряду с методами, учитывающими специфику мегаполисов, применялись общие подходы к «расчистке» улиц от «пробок». При анализе накопленного опыта следует помнить, что большинство из существующих методов борьбы с заторами опираются на некую интеллектуальную базу, которая сформировалась на протяжении почти ста лет существования данной проблемы. Речь идёт о методах математического моделирования транспортных потоков.

С другой стороны, часто прибегают к методу формирования матриц корреспонденций между районами города. Информация, получаемая из этих матриц, чаще всего, служит базой для принятия решений об организации движения общественного транспорта и не учитывает личный транспорт. Однако именно личный транспорт создаёт основные трудности на дорогах, поэтому нельзя его не учитывать.

Основная причина существования такой проблемы, как заторы в мегаполисах заключается в том, что в крупных городах существуют довольно значительные показатели плотности автотранспортных средств на единицу площади всех имеющихся дорог. Это ведёт к неизбежному возникновению больших скоплений машин на тех или иных узлах дорожно-

транспортной сети. Такие узлы, чаще всего, называют проблемными и стараются избавиться от «пробок», работая именно с этими узлами.

Для изучения таких проблемных узлов и повышения пропускной способности перекрёстка требуется построение модели конкретного участка. На первой стадии работы проводились исследования интенсивности транспортного потока в зависимости от времени суток (к рассмотрению принимались часы наибольшей интенсивности движения) и исследования режима отдельного перекрестка на пересечении проспекта Ленина и улиц Дружбы и Комарова г. Нижнего Новгорода.

Рассматривая зависимости интенсивности потока от времени, получены данные, по которым видно, что внедрение адаптивного регулирования актуально с 7 до 11 ч и с 14 до 20 ч (рис. 1 и рис. 2). введение адаптивного управления в эти часы позволит более эффективно использовать существующую дорожную систему, т.е .увеличить пропускную способность и уменьшить заторы на данном участке.



Рис. 1. Интенсивность движения на проспекте Ленина в направлении станции метро «Ленинская»

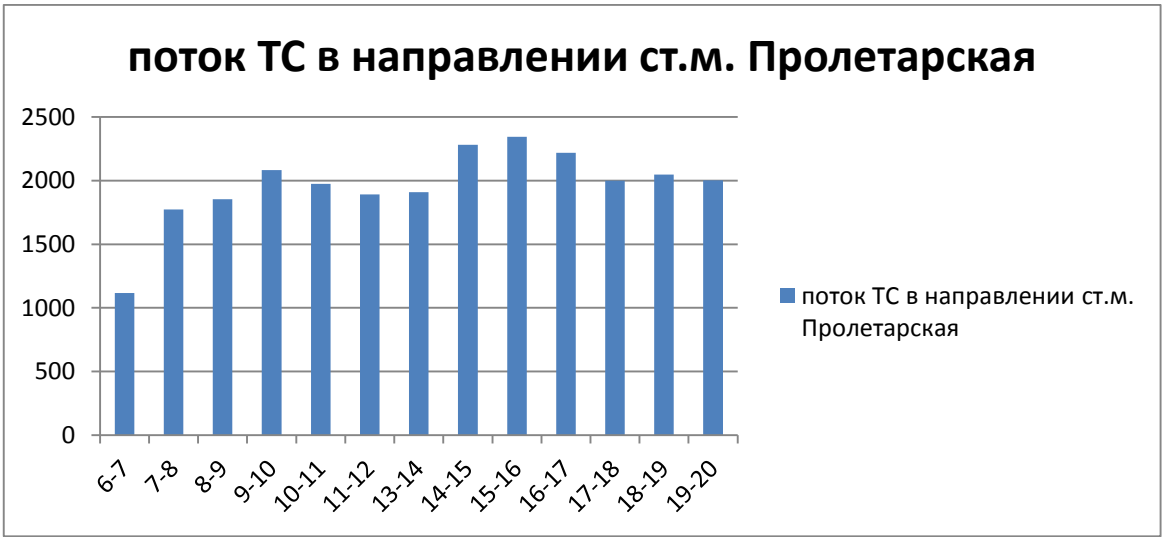


Рис. 2. Интенсивность движения на проспекте Ленина в направлении станции метро «Пролетарская»

Для рассмотрения режима перекрестка исследовалось пересечение проспекта Ленина и улицы Дружбы. Данные наблюдения позволили получить закономерности прохождения автомобилей через перекресток. В дальнейшем это поможет при создании модели перекрестка,

которая послужит для изучения и расчета прохождения автомобилей через перекресток при адаптивном регулировании.

В сети дорожного движения работа одного перекрестка не может оказать кардинального изменения, но существенно облегчит проезд данного конкретного участка дороги. Для существенного изменения ситуации на дорогах необходимо рассматривать не отдельные перекрестки, а проспекты и улицы в целом. Создание модели управления транспортными потоками для магистральных дорог г. Нижнего Новгорода является задачей проводимого исследования.

УДК 004.93’’1

М.С. КРАШЕНИННИКОВ, А.Ю. СУЧКОВ

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНЫМ СПАСАТЕЛЬНЫМ СРЕДСТВОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для минимизации неправильных решений, прокладки оптимального маршрута следования и движения по маршруту предлагается разработать интеллектуальный комплекс систем автоматического управления универсальным коллективным спасательным средством, включающий системы навигации, технического зрения и автопилотирования. Такое оснащение универсального спасательного средства позволит обеспечить:

- высокую степень надежности эвакуации;
- снижение общей нагрузки на водителя спасательного средства с возможностью выхода на беспилотный режим;
- определение оптимальных, безопасных маршрутов движения по комбинированным средам (вода, лед) в условиях плохой видимости, задымленности, низких температур и шторма.

На базе комплекса улучшенного видения возможно развитие:

- алгоритмов обнаружения и распознавания опасных или, наоборот, спасательных объектов на маршруте следования;
- алгоритмов обнаружения и распознавания береговых объектов;
- алгоритмов позиционирования транспортного средства относительно мест причаливания.

Современные навигационные автоматизированные комплексы (НАК) имеют модульное построение, при котором комплекс подразделяется на ряд подсистем. Базовыми подсистемами НАК являются: навигационные измерительные устройства; вычислительный модуль; интерфейсный блок.

Навигационные измерительные устройства (НИУ), входящие в НАК, служат для измерения величин, характеризующих процесс судовождения (навигационных параметров). В зависимости от того, к какой группе относится измеряемый параметр, навигационные измерительные устройства подразделяются на измерители собственного движения (гироскопические и магнитные компасы, гироазимуты, лаги, бесплатформенные инерциальные системы – БИНС) и позиционные измерители (угломерные, дальномерные, радиотехнические).

В вычислительный модуль поступает на обработку измерительная информация НИУ, информация от других бортовых измерителей и маршрутная информация. С выхода вычислителя информация о пилотажно-навигационных параметрах поступает в бортовую систему управления.

Интерфейсный блок обеспечивает электрический и информационный интерфейсы с бортовой системой электропитания и бортовой информационной сетью.

Принципиальная новизна предлагаемой системы управления движением спасательного средства характеризуется следующими особенностями:

- высокой степенью структурной унификации;

- реализацией на борту адаптивных законов управления движением и адаптивных законов регулирования отдельных исполнительных механизмов;
- применением каналов технического зрения различной физической природы.

УДК 629.113

А.И. КУЗИН, Л.А. БЕРДНИКОВ

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ И СНИЖЕНИЕ ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТИ.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пуск двигателя в зимнее время затрудняется вследствие падения напряжения на зажимах (клеммах) аккумуляторной батареи, снижения её ёмкости и недостаточной подзарядки в процессе эксплуатации автомобиля. Основная причина снижения ёмкости аккумуляторной батареи при низких температурах заключается в увеличении вязкости электролита, что, ухудшает его диффузию в поры пластин. Количество кислоты, диффузирующей в единицу времени в одну пору пластины, выражается формулой

$$Q = D\Delta C\frac{d}{l},$$

где D – коэффициент диффузии; ΔC – разность концентраций внутри поры и снаружи пластины, А-ч; d – площадь поперечного сечения поры, м^2; l – длина поры, м.

Коэффициент диффузии D обратно пропорционален вязкости раствора серной кислоты, которая в значительной степени зависит от температуры. Так, для 30%-ного (по весу) раствора H_2SO_4 при изменении температуры от 30 до -40°С абсолютная вязкость увеличивается от 1,55 до 12,2 (*Сп).* Если принять ёмкость аккумуляторной батареи при 30° за 100%, то при температуре минус 20°С она теряет 50-60% своей первоначальной ёмкости. Процесс подзарядки батареи зависит в основном от её установки на автомобиле и оказывает большое влияние на работоспособность.

При установке аккумуляторной батареи вне подкапотного пространства (у всех грузовых автомобилей) она, как правило, не дозаряжается. Это объясняется тем, что во время работы автомобиля реле-регулятор, расположенный под капотом, нагревается, и при существующей системе термокомпенсации снижается напряжение зарядного тока, в то время как для подзарядки холодной батареи требуется повышение напряжения. При температуре 40°С разряженная на 50% аккумуляторная батарея полностью заряжается за 6 ч; при температуре окружающего воздуха -10°С и в том же заряженном напряжении (14,5 В) аккумуляторная батарея может быть заряжена лишь до 62% своей ёмкости.

В зимних условиях аккумуляторная батарея всегда оказывается разряженной на 25-35% номинальной ёмкости. Холодная аккумуляторная батарея, разряженная на 30% (что соответствует средним эксплуатационным условиям), обеспечивает при температуре электролита -10°С вращение коленчатого вала двигателя со скоростью порядка 85 об/мин. При температуре -30°С обеспечивается вращение вала лишь со скоростью 15 об/мин, что недостаточно для пуска двигателя. Напряжение на зажимах той же батареи при снижении температуры от -10° до -27°С падает с 9,5 В до 6 В.

В условиях эксплуатации автомобилей при температурах порядка -30°С даже полностью заряженная, но холодная аккумуляторная батарея не обеспечивает необходимой для пуска холодного двигателя скорости вращения вала двигателя стартером. При таких условиях для возможности вращения вала с необходимой пусковой скоростью двигатель уже следует разогревать. Работоспособность аккумуляторной батареи обеспечивается при поддержании температуры электролита не ниже минус 10°С. Это достигается установкой батареи в утепленный (стекловолокном, войлоком) ящик, в который подаётся нагреваемый отработавшими газами воздух.

1. **Лосавито, Г.С**. Эксплуатация автомобилей при низких температурах / Лосавито, Г.С. – М.: Транспорт, 1973.

УДК 629.113

А.И. КУЗИН, Л.А. БЕРДНИКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДПУСКОВЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Известны многочисленные конструкции предпусковых подогревателей, применяемых для разогрева двигателей и монтируемых на автомобиле. Инженерами НАМИ был разработан жидкостной подогреватель для дизельных двигателей ПЖД-44. Подогреватель ПЖД состоит из котла подогревателя *1* (с внутренней *2* и наружной жидкостной рубашками *3*), горелки *4* и насосного агрегата *5* (рис. 1)

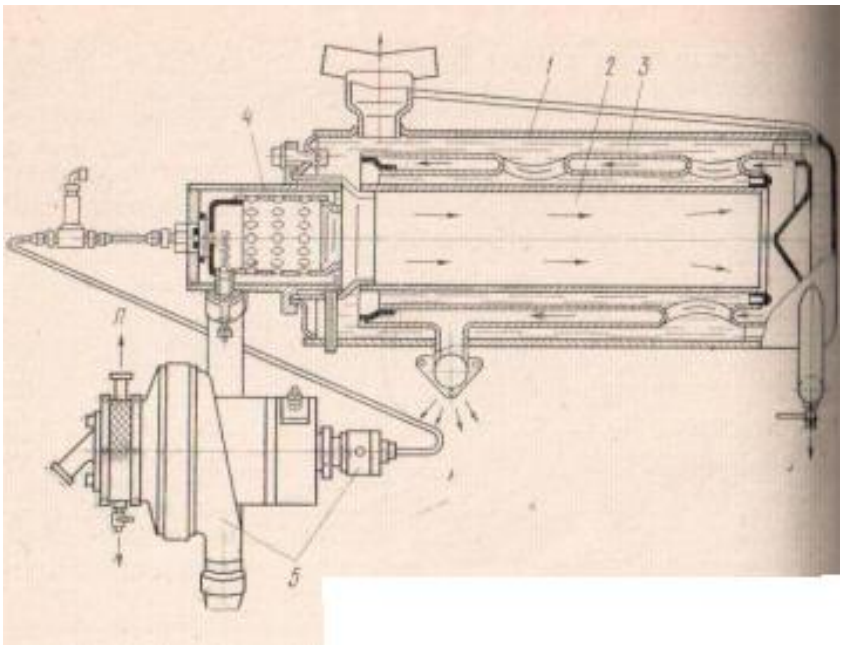


Рис. 1. Предпусковой индивидуальный подогреватель для дизельных двигателей ПЖД-44

Надежность и эффективность работы подогревателя в большой степени зависят от правильности его установки на автомобиле. При термосифонной регуляции скорость жидкости определяется гравитационным напором и гидравлическим сопротивлением труб, соединяющих котел подогревателя с рубашкой блока цилиндров. Для обеспечения необходимого гравитационного напора котел подогревателя на автомобиле должен быть установлен ниже нижней точки рубашки охлаждения блока цилиндров. Трубы, соединяющие котел подогревателя с рубашкой блока цилиндров, монтируются с постоянным наклоном (около 10°) в сторону подогревателя.

При работе подогревателя масло в картере двигателя подогревается отработавшими газами горелки подогревателя, подводимыми под масляный поддон. Величина аэродинамического сопротивления газового тракта подогревателя оказывает очень большое влияние на его работу.

Чрезмерно длинные газоподводящие трубы могут привести к неустойчивой работе подогревателя с резким снижением его теплопроизводительности и дымным выхлопом.

Для обеспечения надежной работы подогревателя труба подвода газов под поддон двигателя должна быть короткой и без резких изгибов. Проходное сечение этой трубы должно быть на 10-15% больше, чем у газоподводящего патрубка подогревателя. Трубу подвода газов под поддон двигателя устанавливают так, чтобы между ней и газоотводящим подогревателя образовалась кольцевая щель 2-3 мм. На масляном поддоне двигателя устанавливают

кожух из листового железа с зазором 15-25 мм. Газы отводятся в область расположения маслоприемника. Для безотказной работы подогревателя в схеме его питания после топливного бачка следует устанавливать бензоотстойник с фильтром.

Испытания подогревателя ПЖД-44 показали, что его тепловая производительность (38000ккал/ч) выбрана правильно: при температуре наружного воздуха -57°С двигатель нагревается до температуры 75°С за 27-30 мин работы подогревателя. При питании подогревателя дизельным зимним топливом (ДЗ) надежный его розжиг (пуск) осуществляется при температуре не ниже -20°С, на арктическом топливе (ДА) не ниже -40°С. Приведение в действие подогревателя занимает до 5 мин.

Требования эксплуатации к индивидуальным подогревателям формулируются в следующем виде: индивидуальные предпусковые подогреватели должны при температурах двигателя до -60°С и использовании холодной аккумуляторной батареи с 75% степени заряженности обеспечивать не более чем за 45 мин своей работы разогрев двигателя до температуры охлаждающей жидкости в головке блока не ниже 50°С, масла в картере не ниже 20°С, воздуха в отсеке двигателя не ниже 10°С.

Характеристика подогревателя.

Теплопроводность, кВт (ккал/ч)……..44 (38000)
Расход топлива, кг/ч……..6,4
Размеры, мм: диаметр котла……206
длина котла……..630
Масса, кг: котла с горелкой…….....13,0
подогревателя с оборудованием……..22,0
Мощность электродвигателя, Вт…….290
Рабочий объем двигателя, л……..>10,0

1. **Лосавито, Г.С.** Эксплуатация автомобиля при низких температурах / Г.С. Лосавито. – М.: Транспорт, 1973.

УДК 629.113

А.И. КУЗИН, Л.А.БЕРДНИКОВ

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР НА СОСТОЯНИЕ АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При небольших скоростях вращения коленчатого вала дизельного двигателя резко снижается давление впрыска, производимое форсунками и насосами-форсунками (рис. 1), что вместе с возросшей вязкостью топлива ухудшает его распыление и смесеобразование, нарушает нормальные условия воспламенения рабочей смеси из-за потерь тепла на нагрев стенок цилиндров и недостаточной компрессии.

Каждый пуск двигателя зимой без предварительного разогрева приводит к весьма интенсивному образованию износов основных деталей: цилиндров, поршневых колец, шеек коленчатого вала и др (рис. 2). По данным НАМИ, пуск двигателя при температуре охлаждающей жидкости +30°С увеличивает износ двигателя в 15 раз против пуска при температуре +80°С.

Считается, что за амортизационный срок службы двигателя около 70% износов его деталей вызвано пуском холодного двигателя.

В случае пуска и работы непрогретого двигателя, особенно под нагрузкой, поступающее в цилиндры холодное топливо полностью не сгорает и частично оседает на деталях. Холодный воздух, поступающий в цилиндры, переохлаждает находящиеся в них топливо и масло и тем самым увеличивает интенсивность смолообразования, что в значительной степени сокращает срок службы и часто приводит к разрушению основных деталей двигателя.

При разности температур наружного воздуха и топлива, находящегося в баке автомобиля, содержащаяся в воздухе влага оседает в виде инея на свободных от топлива стенках

бака, который, попадая в топливо, вызывает резкое увеличение содержания в нем воды. Капли воды, попадающие вместе с топливом в топливопроводы, могут замерзнуть и закупорить каналы и приборы питания ледяными пробками.



Рис. 1. Зависимость максимального давления насоса-форсунки АР-21 от скорости вращения коленчатого вала двигателя

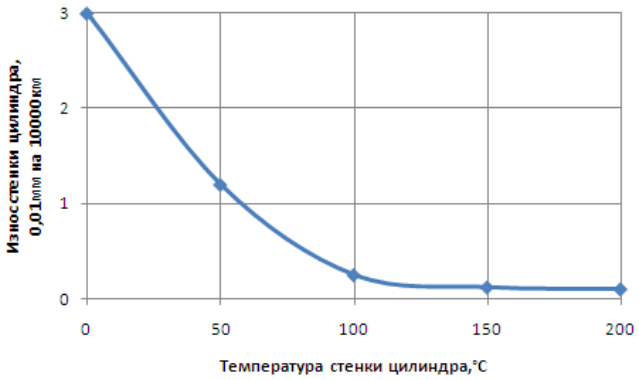


Рис. 2. Зависимость износа стенок цилиндров двигателя от их температуры

В условиях зимней эксплуатации автомобилей ухудшаются также условия работы механизмов и деталей трансмиссии и подвески.

Разогрев масла в механизмах трансмиссии при эксплуатации автомобилей зимой зачастую производится за счет тепла, выделяющегося от трения при работе под нагрузкой. При этом масло разогревается очень медленно, и до нагрева до температуры 10-15°С шестерни и подшипники работают без достаточной смазки, что повышает интенсивность их износа. Установлено, что износ зубьев шестерен и подшипников главной передачи автомобилей, работающих продолжительное время на масле, имеющем температуру минус 5°С и ниже, в 10-12 раз выше, чем износ этих деталей при работе их в масле, имеющем температуру +35°С и выше.

Понижение температуры окружающего воздуха до минус 5°С приводит к изменению теплового режима работы двигателя, вызывая падение мощности на 98% от нормальной, а до температуры минус 15°С – на 96%.

При значительном понижении температуры охлаждающей жидкости неизбежно увеличивается процент отдачи тепла в окружающую среду поверхностями блока цилиндров, в результате чего не обеспечиваются необходимые рабочие температуры, и понижается эффективность работы двигателя. Так, при понижении средней температуры охлаждающей жидкости двигателя с +75 до +35°С потери тепла возрастают на 10 %.

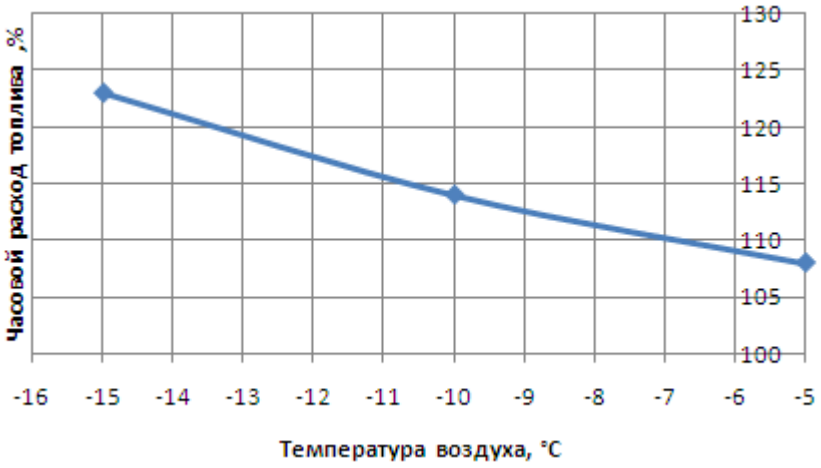


Рис. 3. Рост расхода топлива двигателя ГАЗ-51 в зависимости от температуры воздуха

В интервале температур воздуха от минус 5 до минус 15°С у двигателя ГАЗ-51, работающего на требуемом тепловом режиме, мощность снижается на 5%, а расход топлива увеличивается на 14% (рис. 3).

1. **Бакуревич, Ю.Л.** Эксплуатация автомобилей на Севере / Ю.Л. Бакуревич. – М.: Транспорт, 1973.

УДК 629.113

А.И. КУЗИН, Л.А.БЕРДНИКОВ

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПУСК ДВИГАТЕЛЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Важную роль в организации хранения подвижного состава играет комплекс мероприятий по подготовке автомобилей к их работе зимой.

Затруднения пуска двигателя возникают из-за сложности создания пусковой частоты вращения коленчатого вала, ухудшения условий смесеобразования и воспламенения смеси. Для обеспечения надежного пуска двигателя необходимо, чтобы частота вращения коленчатого вала $n_{дв}$ была равна или превышала минимальную частоту вращения n_{min}, обеспечивающую процесс подготовки рабочей смеси в карбюраторном двигателе или достаточную температуру конца сжатия в дизельном, т.е. должно быть выполнено условие $n_{дв} \geq n_{min}$. Минимальная пусковая частота вращения коленчатого вала зависит от температуры окружающего воздуха (рис. 1) и изменений в распределении положительных и отрицательных потоков энергии при пуске, связанных с температурой окружающей среды.

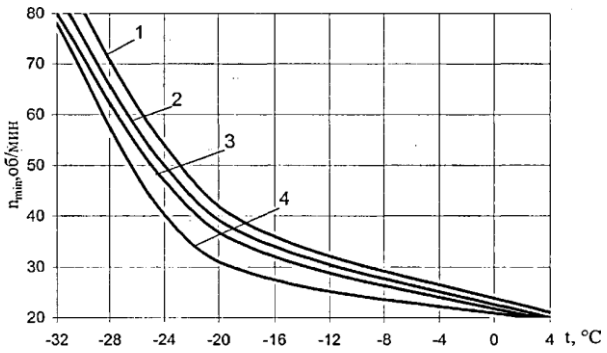


Рис. 1. Зависимость минимальной пусковой частоты вращения коленчатого вала карбюраторных двигателей от температуры воздуха:
1 – ЗИЛ – 130; *2* - ЗИЛ - 375; *3* - ЗМЗ - 53;
4 - Урал –376

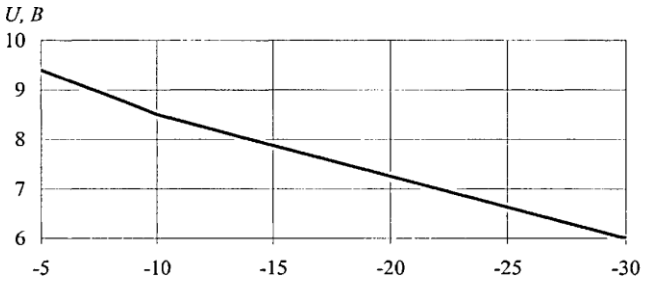


Рис. 2. Зависимость напряжения полностью заряженной аккумуляторной батареи от температуры при стартерном режиме

К положительным составляющим энергетического баланса двигателя при пуске относятся энергия аккумуляторной батареи (АБ) и химическая энергия топлива. Энергия АБ расходуется на привод стартера. В свою очередь, энергия стартера реализуется на сжатие воздуха, на преодоление сил трения и сил инерции. Отрицательную часть потока энергии АБ и стартера составляет теплота, которая уходит безвозвратно в окружающую среду. Эти потери тем больше, чем больше перепад температур между АБ и стартером, с одной стороны, и окружающей среды – с другой.

Для получения минимальной пусковой частоты вращения стартер должен развивать суммарный момент $M_c = M_к + M_i + M_r$, где $M_к$ –затрачиваемый на сжатие рабочей смеси; M_i – затрачиваемый на преодоление сил инерции; M_r – на преодоление сил трения.

Расчеты M_c для достижения минимальной пусковой частоты на примере двигателя ЯМЗ-236 дают следующие результаты:

- при 0°С: M_i =10,5 Н·м (3%); $M_к$ = 117,7 Н·м (38%); M_r = 176.6 Н·м (59%);
- при -20°С: M_i =10,5 Н·м (3,5%); $M_к$ = 117,7 Н·м (16,5%); M_r= 598,4 Н·м (80%).

Таким образом, в рассматриваемом диапазоне температур основной составляющей необходимого крутящего момента стартера является момент на преодоление сил трения (от 30 до 80%), на втором месте $M_к$ (15 – 40%). Момент же M_i на преодоление сил инерции требует лишь от 1 до 3% затрат энергии стартера. Характерно, что моменты $M_к$ и M_i практически не изменяются при изменении температуры. Момент же M_r , даже в рассматриваемом ограниченном диапазоне температур, изменяется почти в 3,5 раза, главным образом, из-за увеличения при снижении температуры вязкости масла.

Затраты на сжатие воздуха связаны с увеличением внутренней энергии рабочего тела и температурой воздуха. Полученная таким образом энергия проявляется в теплоте сгорания.

Второй положительной составляющей энергетического баланса двигателя при пуске является химическая энергия топлива. Теплота сгорания топлива, полученная в результате суммирования энергии АБ, энергии, реализуемой в работе сжатого воздуха, и химической энергии топлива в свою очередь влияет на другие составляющие энергетического баланса двигателя при пуске.

Суммарная энергия, полученная от указанных источников, несколько повышает температуру масла и расходуется на снижение потерь на трение. Однако как температура охлаждающей жидкости, так и температура масла могут быть повышены не только описанным способом (чего при низких температурах крайне недостаточно), но и применением внешних источников теплоты – подогревателей масла и охлаждающей жидкости.

На получение пусковой частоты вращения коленчатого вала двигателя в большой мере влияет снижение энергетических возможностей АБ, которое происходит из-за изменения ее внутреннего сопротивления.

УДК 629.113

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

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вакуумная инфузия заключается в процессе получения композиционного материала на основе армирующего (стекловолокно, углеродное волокно, кевлар) и органического или полимерного связующего материала за счет создания разряжения в области нахождения заготовки из вышеперечисленных компонентов. Полимерный или органический материал (эпоксидная, полиэфирная смола), поступая по дренажной системе в область расположения заготовки, пропитывает армирующий материал. Для получения композиционного материала посредством холодной вакуумной инфузии должна быть подготовлена технологическая оснастка. Особенностью технологической оснастки является жесткое требование к герметичности и дренажной системе.

Условия герметичности достигаются использованием герметизирующих жгутов, вакуумной пленки и уплотнительных элементов, обеспечивающих создание разряжения (штуцеры, тройники). Отдельным направлением является разработка расположения каналов дренажной системы для поступления связующего вещества. Правильное расположение дренажной системы влияет на управление движением связующего вещества, что позволяет произвести полную пропитку армирующего материала. Принципиальное технологическое расположение элементов процесса вакуумной инфузии представлено на рис. 1.

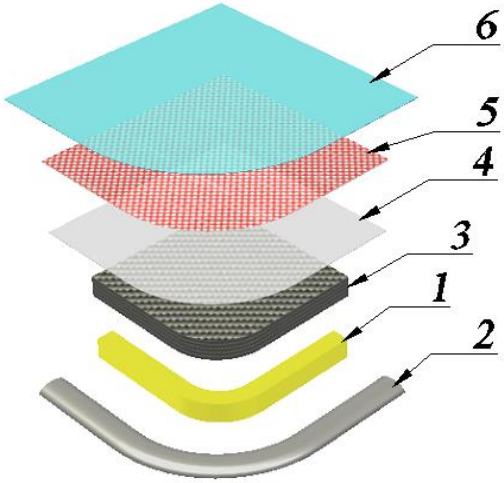


Рис. 1. Технологическое расположение элементов в процессе вакуумной инфузии:
1 - матрица; *2* - герметизирующий жгут; *3* - армирующий материал; *4* - разделительная ткань; *5* - проводящая сетка; *6* - вакуумная пленка



Рис. 2. Установка для вакуумной инфузии

Для создания условий разряжения в области расположения армирующего материала необходимо применение специализированного оборудования. Созданная участниками СКБ «Формула студент» установка для вакуумной инфузии дает возможность не только обеспечивать разряжение, но и позволяет в течение длительного времени поддерживать вакуум без постоянно работающего вакуумного насоса, что снижает нагрузку на насос и увеличивает ресурс его эксплуатации. В комплекс установки включены: элемент, обеспечивающий разряжение - вакуумный насос; воздушный фильтр; вакуумный ресивер; объем для сбора связующего материала; система заслонок для ступенчатого отключения элементов установки.

Поддержание постоянного разряжения без работы насоса является особенностью данной установки, что обеспечивается предусмотренным в конструкции вакуумным ресивером.

УДК 629.1

Д.А. КУМИН, А.В. МИХЕЕВ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Экологическая составляющая функционирования системы авторециклинга определяет не только уровень негативного воздействия на окружающую среду несанкционированного размещения автотранспортных отходов предприятий по переработке АТО, транспортирования отходов и продуктов переработки, но и оказывает существенное влияние на экономику авторециклинга через природоохранные регуляторы. Вышедшие из эксплуатации транспортные средства, другие отходы эксплуатации автотранспортных средств, попадая в окружающую среду, оказывают на нее негативное воздействие: захламления; деградацию и химическое загрязнение земель, почв, водных объектов; отвлечение земель на размещение объектов системы «Авторециклинг»; повреждение мест обитания объектов животного мира; загрязнение атмосферного воздуха, возникающими при сборе, переработки отдельных видов автотранспортных отходов.

Изношенные шины имеют крайне большую, долговечность достигающую в почве 100 лет, а в воде 2000 лет. Места скопления изношенных шин служат благоприятной средой для

питания и размножения грызунов и насекомых, которые являются разносчиками различных заболеваний. Кроме того, шины обладают высокой пожароопасностью, а продукты их неконтролируемого сжигания оказывают крайне вредное влияние как на окружающую среду, так и на ее обитателей. Однако шины – реальный источник энергоресурсов: теплота сгорания шин 35 МДж/кг, что соответствует около 80 % энергосодержания нефти.

Отработавшие свинцово-кислотные аккумуляторные батареи представляют серьезную опасность для всех сред обитания человека в силу их высокой токсичности, массового характера их рассеянности по территории. Попадание свинца, сурьмы и серной кислоты (электролита) в почву нарушает биологические, физические и химические процессы, что приводит к разрушению структуры почвы и долговременному прекращению развития флоры и биологических видов на загрязненных участках. Потребители аккумуляторного лома (перерабатывающие свинец заводы) России в основном работают по технологии, исключающей утилизацию электролита. Его утилизация – сложной дорогостоящий процесс, возможный лишь на химических предприятиях. Поэтому повсеместно распространен бесконтрольный слив отработанного электролита. При этом в почву и водоемы поступает не только серная кислота, но и шлам, содержащий свинец.

Стеклобой при захоронении негативно воздействует на окружающую среду в связи с выщелачиванием из него ряда веществ. Стеклобой оказывает высокое травматологическое воздействие на живые организмы, особенно выделяет его среди других компонентов отходов практически полная невозможность разложения в естественных условиях.

Для эффективной и безопасной утилизации ВЭТС необходимо:

1) принять меры для повторного использования компонентов и материалов, если это возможно без ущерба безопасности автомобилю и окружающей среде через повышение приспособленности конструкции автомобиля к утилизации;

2) разработать и использовать энергетически и экологически эффективные технологии утилизации автомобилей и их компонентов с получением из образующегося сырья востребованной на рынке продукции;

3) создать управляемую, экономически эффективную, экологически безопасную и динамически устойчивую систему сбора и утилизации ВЭТС и компонентов.

УДК 629.1

Д.А.КУМИН, А.В. МИХЕЕВ

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВЭТС

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Проблема переработки остовов ВЭТС, а также других элементов, непригодных к использованию, имеет важное экологическое и экономическое значение. Некоторые из компонентов ВЭТС транспортируются на полигоны отходов для захоронения, а другие утилизируются. Однако наибольший экономический и экологический эффект достигается при вторичном использовании. В этом случае ВЭТС становится ценным источником различных материалов. Рассмотрим переработку наиболее значимых элементов ВЭТС.

Остовы автомобилей: после осушения и частичного демонтажа ВЭТС остовы прессуются и измельчаются на шредерной установке. Затем производится сортировка чёрных и цветных металлов, пластиков и других материалов по видам.

Переработка изношенных шин ведется в двух основных направлениях: восстановление, для использования целых шин, и их измельчение. Измельчение резиновых отходов до состояния крошки и порошка позволяет получать регенерат, композиционные материалы, термоэластопласты для литых и прессованных изделий, а также для использования резиновой крошки в дорожном строительстве и для получения энергии (сжигание, использование в цементной промышленности).

Переработка отработанных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей имеет крайне большое значение, поскольку практически все компоненты АКБ после переработки находят новое применение. Свинец, кислота и пластик используются для производства новых аккумуляторов. На данный момент в России до 100% свинца, используемого для производства новых аккумуляторных батарей, – вторичного происхождения. Сера применяется для производства удобрений. Осветленная серная кислота используется в качестве реагента при получении антисептического и огнезащитного состава для древесины, предназначенного для повторной пропитки древесины и конструкций для неё, с целью снижения пожарной опасности, а также защиты от гниения, плесени, грибков, насекомых, грызунов. Осветленная кислота используется при обезвреживании хрома шестивалентного в хромосодержащих гальванических элементах.

Переработка автомобильных пластмасс: термопласты и термопластические эластомеры вторично гранулируют и используют, либо, смешивая с новыми материалами, либо вместо них – для изготовления неответственных деталей. Аналогично перерабатывают термопласты, армированные стекловолокном, и иногда полиуретан (новые детали из них формуют выдавливанием). Сжигание - метод утилизации пластмассовых отходов, обеспечивающий максимальное сокращение их объемов с получением энергоресурсов.

Автомобильное стекло – наиболее инертный компонент ВЭТС, а способ его переработки сильно зависит от целей последующего использования:

- в качестве подстилающей основы дорожного покрытия, декоративного элемента вместо щебня и гравия;
- в качестве абразивного элемента вместо кварцевого песка, абразивных частиц стальной дроби, чугунной дроби, гранита, стеклянной дроби; фрикционного материала для спичек и боеприпасов; фильтрационной среды вместо кварцевого песка;
- в качестве заполнителя в краске и пластмассе вместо глины и карбонатов; абсорбента и катион-обменного материала вместо природной глины, цеолита; добавки в цемент;
- в качестве связующего компонента в керамике и кирпиче, что позволяет заменить минеральные вяжущие (глина). Данная замена понижает температуру размягчения, уменьшает время обжига и потребление топлива.

При таком подходе, ВЭТС следует рассматривать ни как загрязнитель, а как ценный источник сырья и материалов, позволяющий значительно экономить новые ресурсы.

УДК 621.431.73

А.Д. КУСТИКОВ, П.С. МОШКОВ, Н.А. КУЗЬМИН

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КАРТЕРА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ АВТОБУСА ПАЗ – 32054

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Для проведения анализа отказов коробки передач выборка была обработана по системам; по полученным результатам построена гистограмма распределения отказов коробок передач автобусов ПАЗ-32054 (рис. 1).

Наибольшее количество отказов приходится на шестерни, подшипники и валы, что связано с повышенными нагрузками. Причиной повышенного износа может быть нарушение соосности валов, возникающее из-за недостаточной жесткости картера. В связи с этим было принято решение проанализировать напряженно-деформированное состояния картера коробки передач в процессе эксплуатации. При анализе были рассмотрены два основных наиболее нагруженных случая для картера коробки передач: движение на первой передаче, движение на передаче заднего хода. Реальная эксплуатация отличается наличием переходного процесса в виде броска сцепления, при этом коробка воспринимает большие нагрузки.

Следовательно, картеры должны иметь запас прочности, устанавливаемый коэффициентом запаса. Коэффициент запаса прочности: $n = \sigma_{доп} / \sigma$, где $\sigma_{доп} = 200$ МПа – допускаемое напряжение; σ – напряжение в конструкции, МПа. Конструкция картера коробки передач считается удовлетворительной, если $n > 2,5$ в условиях переходных процессов.

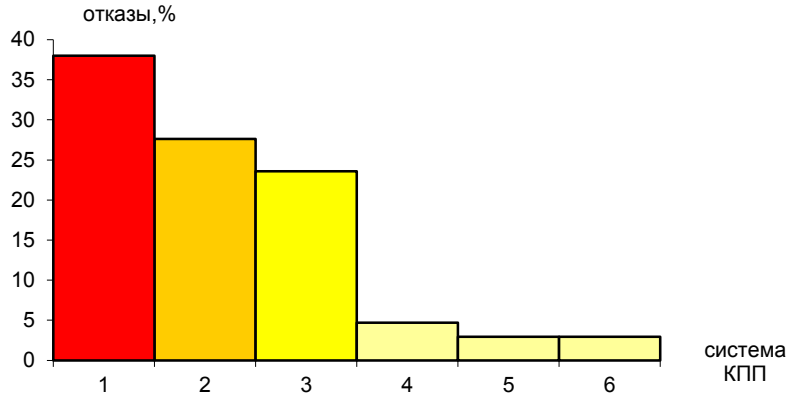


Рис. 1. Гистограмма распределения отказов коробок передач автобусов:
1 – шестерни (38%); *2* – подшипники (27,6%); *3* –валы (23,6%); *4* – сальники (4,7%); *5* – корпус (2,95%); *6* – механизм переключения (2,95%)

Допустимый расчётный уровень напряжений с учётом запаса на колебание нагрузки при переходном процессе $\sigma_{доп\ расч} = \sigma_{доп} / n = 200 / 2,5 = 80$ МПа. То есть конструкция будет считаться удовлетворительной для работы в вышеуказанных условиях, если по расчёту получатся напряжения менее 80 МПа. Расчет показал, что для обоих случаев имеются зоны превышения максимально допускаемых напряжений для исследуемой конструкции. Наиболее нагруженным является ребро жесткости, связывающее гнезда подшипников вторичного и промежуточного валов. Максимальное напряжение 87,16 МПа на передаче заднего хода, 108,99 МПа – на первой передаче, что является превышением допускаемых напряжений с учетом коэффициента запаса на 8,95 и на 36,23 % соответственно. Введение дополнительных рёбер жесткости позволит снизить напряжения в конструкции детали до допустимых значений.

УДК 621.431.73

А. Д. КУСТИКОВ, П.С. МОШКОВ

ПРОБЛЕМЫ ИЗНОСА ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА МАРШРУТАХ С ПОДЪЕМАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Зачастую причинами преждевременных отказов механических коробок передач (КП) автобусов семейства ПАЗ ГП НО «Нижегородпассажиравтотранс» являются отказы шестерен (38%), подшипников (27,6%) и валов (23,6%).

О преимущественном абразивном изнашивании трансмиссии свидетельствуют данные ранее выполненных нами исследований: массовая доля механических примесей в пробах трансмиссионного масла вдвое выше при эксплуатации на маршрутах с подъемами, в отличие от равнинных маршрутов, где все показатели в пределах нормы.

Для рассмотрения задачи механики абразивной частицы в зазоре вводится вероятностное представление ее скорости *v* как линейной комбинации скоростей поверхностей v_1 и v_2:

$$v = \alpha v_1 + \beta v_2, \quad (1)$$

где α и β – вероятности закрепления частицы на поверхностях *1* и *2* соответственно, средние

значения которых приближенно можно принять обратно пропорциональными твердостям сопряженных поверхностей, поскольку твердость является определяющим фактором глубины внедрения индентора в поверхность.

Скорость износа (мкм/ч) для поверхности *1*

$$v_1 \approx 4 \cdot 10^2 \frac{\varepsilon^{2/3}\,\sigma^{2,5}\,r^{0,5}}{\varepsilon_0^t HB_1^{1,5} HB_2}\sqrt{\rho^*}\,\frac{v_1 - v_2}{\alpha v_1 + \beta v_2} n_{\omega_1}, \qquad (2)$$

где ε – концентрация абразивных примесей; σ – условно разрушающее напряжение; *r* – средний размер частиц; ε_0 – относительное удлинение материала при разрыве; *t* – коэффициент усталости материала при пластических деформациях; HB_1, HB_2 – твердости сопряженных поверхностей по Бринеллю; ρ^* – приведенный радиус кривизны поверхностей; v_1,v_2 – скорости поверхностей *1* и *2*; α, β – вероятности закрепления частицы на поверхностях *1* и *2*; $n_{\omega 1}$ – число нагружений для поверхности *1*.

В проведенном исследовании значение износа для первой передачи рассчитывалось по формуле:

$$h_1 = 6{,}8\frac{\varepsilon^{2/3}\sigma^{2,5}r^{0,5}}{\varepsilon_0^t HB_1^{1,5} HB_2}\sqrt{\rho^*}\,\frac{v_1 - v_2}{\alpha v_1 + \beta v_2} \qquad (3)$$

Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Износ	с подъемом	равнинный
износ за одно нагружение h_1, мкм	8,278E-06	4,3E-06
скорость износа v_1, мкм/ч	0,463386	0,23939

Износ и значение скорости износа на маршрутах с подъемами практически в два раза превышают аналогичные показатели при эксплуатации на равнинных маршрутах.

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости повышения надежности механических КП при эксплуатации на маршрутах с длительными подъемами. Предложено два пути решения данной задачи: корректирование в сторону уменьшения периодичности замены трансмиссионного масла и применение для изготовления венцов шестерен стали 35ХНВ вместо 40Х. Первый способ оказался более предпочтителен для ГП НО «Нижегородпассажиравтотранс» по причине более низкой себестоимости.

УДК 621.431.73

А.Д. КУСТИКОВ

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СТАБИЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА В КАРТЕРАХ МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА МАРШРУТАХ С ПОДЪЕМАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Из всех агрегатов трансмиссии автобусов наибольшему влиянию подъемов на маршрутах по результатам исследований подвержена коробка передач (КП). Причинами преждевременных отказов механических КП автобусов являются отказы шестерен (38%), подшипников (27,6%) и валов (23,6%).

Исследования проводились на автобусах ПАЗ-32054 автопредприятий ГП НО «Нижегородпассажиравтотранс» в количестве 60 единиц, эксплуатирующихся на маршрутах г. Нижнего Новгорода (табл. 1). При этом 30 автобусов обслуживают маршрут с перепадом высот 75 м, остальные – равнинный маршрут.

Основной причиной увеличения числа отказов КП при эксплуатации автобусов на

маршрутах с подъёмами является повышенное содержание механических примесей в трансмиссионном масле на пробеге, не подходящем к интервалу проведения технического обслуживания (ТО) с последующей заменой данного масла. На это указывает наличие таких отказов, которые на равнинных маршрутах встречаются реже. Это значительное увеличение случаев механических разрушений и повреждений шестерён, разрушения и повреждения рабочих поверхностей вследствие разрыва масляной плёнки и т.д. (табл. 1).

Таблица 1

Отказы КП 60 автобусов ПАЗ-32054 за пробег 200 000 км

Наименование детали	Количество отказов на равнинном маршруте, шт.	Количество отказов на маршруте с подъемом, шт.
Шестерни 2-й передачи	31	45
Подшипник первичного вала задний	27	40
Вал первичный	21	39

Для предотвращения негативного влияния нагрузок, возникающих при эксплуатации автобусов на подобных рельефах местности, необходима разработка мероприятий по стабилизации качества трансмиссионного масла в картере КП. Основным направлениями представляются:

- разработка методики отбора проб трансмиссионных масел при определении сроков их замены;
- разработка методики отрицательной оценки состояния масла;
- введение системы оценки степени износа деталей, поступающих в ремонт для восстановления исходных свойств;
- проведение испытаний и обкатки отремонтированных КП автобусов, работающих на маршрутах с подъемами;
- использование промывочных масел для КП при проведении ТО;
- комплектование пар трения для ремонта КП автобусов.

УДК 621.431.73

А.Д. КУСТИКОВ

МЕТОДИКА ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА МЕХАНИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

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 равной 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 десятибалльной 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 $K_м$ (процентное содержание механических примесей в масле) можно зафиксировать следующую зависимость: при 10 тыс. км пробега величина $K_м \approx 2$ балла; при 20 тыс. км ≈3 балла; при 40 тыс. км ≈ 7 баллов и при 55 тыс. км ≈ 10 баллов (рис. 1).

Расчетная формула при пробеге ($x = t$) для определения концентрации примесей $K_м = J(x)$ имеет вид

$$J_{(x)} = \frac{1}{в\sqrt{2\pi}} \mathrm{e}^{\frac{(x_{n-1}-x)}{4в^2}}, \quad (1)$$

где $(x_{n+1} - x)$ – приращение пробега (t) автомобиля; $в$ – коэффициент, определяемый эмпирическим способом по статистическим данным.

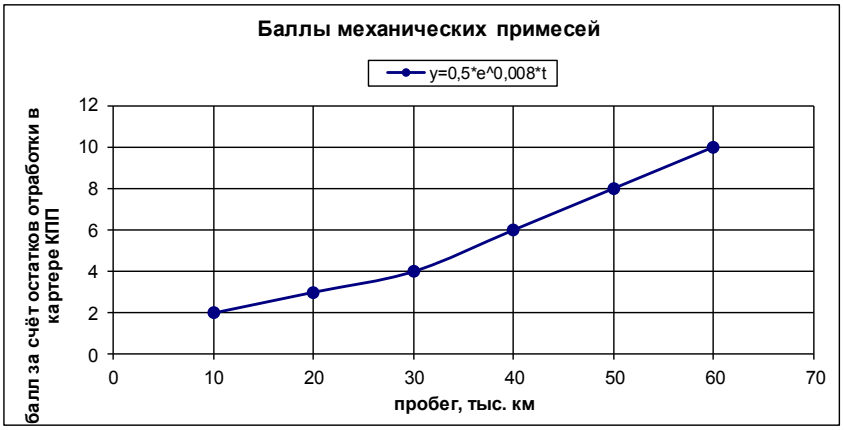


Рис. 1. Значение коэффициента $К_м$ в баллах в зависимости от пробега автобуса

Таким образом, увеличение количества примесей в трансмиссионном масле при работе автомобиля характеризуется ухудшением его свойств. Отрицательная система оценки ухудшения качества и увеличения примесей в масле может быть оценена по десятибалльной системе показателей M трансмиссии:

$$M_{\text{транс}} = (\Pi_{\max} - \Pi_0)/10, \quad (2)$$

где $\Pi_{\max}$ – максимально допустимое количество примесей в отработавшем масле (по результатам анализа) для максимального пробега; Π_0 – количество примесей в свежем масле при его замене (по результатам анализа или техническим условиям). Предложенная методика позволяет получать количественные характеристики срабатываемости масла и оптимизировать периодичность его замены для данных условий эксплуатации автомобилей.

УДК 629.3.

М.И. ЛУЧКО[1], Н.И. ЛУЧКО[2]

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТА КУРОРТНЫХ РЕГИОНОВ АР КРЫМ

Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля[1],
Луганский учебно-воспитательный комплекс специализированная школа I ступени – гимназия № 60 им. 200-летия г. Луганска[2]

«Транспорт – основной драйвер туризма». В подтверждение этого тезиса свидетельствуют этапы развития массового туризма в мире, непосредственно связанные с инновациями в транспортной отрасли.

Статистика Министерства курортов и туризма Крыма показывает, что за последние пять лет количество отдыхающих в Крыму насчитывалось порядка 5,3 млн туристов. Кроме того, по данным пресс-службы ГУС в АР Крым, численность населения АР Крым по оценке на 1 февраля 2008 г. составила 1 млн. 969,8 тыс. чел. Весь этот потенциал, порядка 7,3 млн чел., нуждается в транспортных услугах. Характерным является сезонность перевозок от 2 млн чел. вне сезона до 4 млн в разгар сезона.

Развитие транспортного потенциала Крыма имеет целью повышение его коммуникационной доступности, как со стороны регионов Украины, так и в глобальном масштабе на

основе технологической модернизации всех видов транспорта, включение в мировую транспортную сеть для реализации имеющихся преимуществ Крыма как международного центра отдыха и туризма.

Транспортный комплекс Крыма представляет собой систему коммуникаций автомобильного, железнодорожного, морского и авиационного транспорта. В структуре пассажироперевозок максимальный удельный вес принадлежит автомобильному транспорту – 55,6%. При этом одним из наиболее востребованных видов транспорта в регионе является троллейбусный, которому соответствует доля в 28,5%. Структуру автоперевозчиков составляют предприниматели и АТП (185 ед.), осуществляющие перевозки по 541 маршруту. На территории функционирует 60 автостанций с круглогодичным режимом работы и три сезонных. По данным статистики, на отдых на личном автотранспорте приезжает 35% отдыхающих, и этот поток увеличивается год от года, несмотря на растущие проблемы с парковкой. Однако иметь только одно автомобильное сообщение –недостаточно.

Важнейшие железнодорожные станции расположены в городах Симферополе, Керчи и Феодосии. Максимальная загрузка сети железнодорожных путей составляет 90 пар поездов и соответствует периоду курортного сезона. Имеется дефицит поездов.

Функционирует четыре морских торговых порта (Евпаторийский, Керченский, Феодосийский, Ялтинский) и две переправы (автомобильно-пассажирская паромная переправа Государственная судоходная компания «Керченская паромная переправа» и железнодорожная паромная переправа ДП «ТИС-КРЫМ»). Портопункты располагаются в г. Судаке, поселках Морское и Малореченское, Партенит, Профессорском уголке (Большая Алушта) и г. Алуште, поселках Никита, Ливадия, Мисхор, на Золотом Пляже и в Ласточкином Гнезде (Большая Ялта) и г. Алупке.

Авиационный транспорт представлен предприятиями: ОАО «Международный аэропорт «Симферополь», Коммунальное предприятие «Аэропорт «Керчь», Крымское государственное авиационное предприятие «Универсал-Авиа».

Неиспользование в полной мере воздушных и морских портов – огромная проблема, учитывая быстрое развитие малой авиации и флота.

Таким образом, сегодня стоит серьезная транспортная задача – расширение сети аэропортов, позволивших соединить регионы Украины и курортные города; увеличение количества и обновление железнодорожного подвижного состава; формирование постоянных морских маршрутов, соединяющих курорты между собой и с другими морскими государствами (Грузией, Турцией).

УДК 621.113

М.Д. МАРКОВ, А.А САТАЕВ, М.Г. КОРЧАЖКИН, А.Д. КУСТИКОВ

ПРОБЛЕМА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автоматическая коробка перемены передач (АКПП) - один из самых сложных и высокотехнологичных элементов автомобиля. При строгом соблюдении правил эксплуатации и сервиса срок службы современных автоматических трансмиссий сравним с ресурсом двигателя. В большинстве случаев автоматические коробки передач попадают в ремонт именно вследствие нарушения установленных правил эксплуатации. Повышение надёжности автоматических трансмиссий на сегодняшний день является открытым вопросом. Для его разрешения необходимо рассмотреть и проанализировать факторы и закономерности, влияющие на изменение эксплуатационной надёжности АКПП, а также рассмотреть возможные методы её оценки. Без информации о надёжности невозможно определить её показатели, выявить недостатки в конструкции, производстве и ремонте, установить влияние на надёжность условий эксплуата-

ции, определить эффективность внедрения мероприятий и на основании всех этих данных принять меры для дальнейшего повышения надёжности автоматической трансмиссии.

Целью проводимой работы является исследование надёжности автоматической коробки передач городских автобусов ЛиАЗ-5256 путем формирования классификатора отказов на основе анализа изменения технического состояния АКПП в процессе эксплуатации и системы диагностирования, а также исследование методов повышения надёжности и расчёта оптимальной периодичности замены трансмиссионного масла. Для анализа была собрана информация об отказах АКПП автобусов из первичной документации пассажирских автопредприятий Нижнего Новгорода. Получено распределение отказов по элементам трансмиссии (рис. 1).

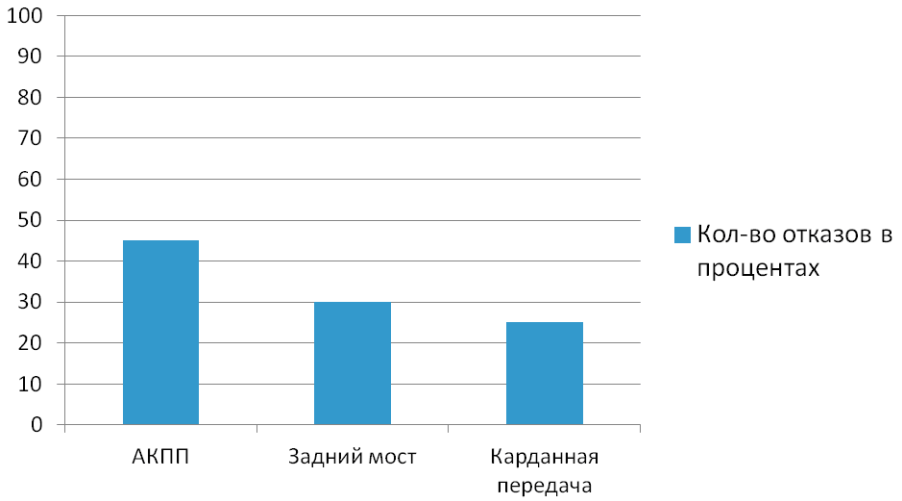


Рис. 1. Диаграмма отказов трансмиссии

Из диаграммы (рис. 1) следует, что наибольшее количество отказов приходится на АКПП и его системы. По полученным результатам можно сделать вывод, что АКПП оказывает наибольшее влияние на эксплуатационную надежность трансмиссии автобусов ЛиАЗ-5256. Для повышения показателей надежности трансмиссии необходимо исследовать коробку передач. С этой целью информация об отказах АКПП была проанализирована по ее элементам (рис. 2).

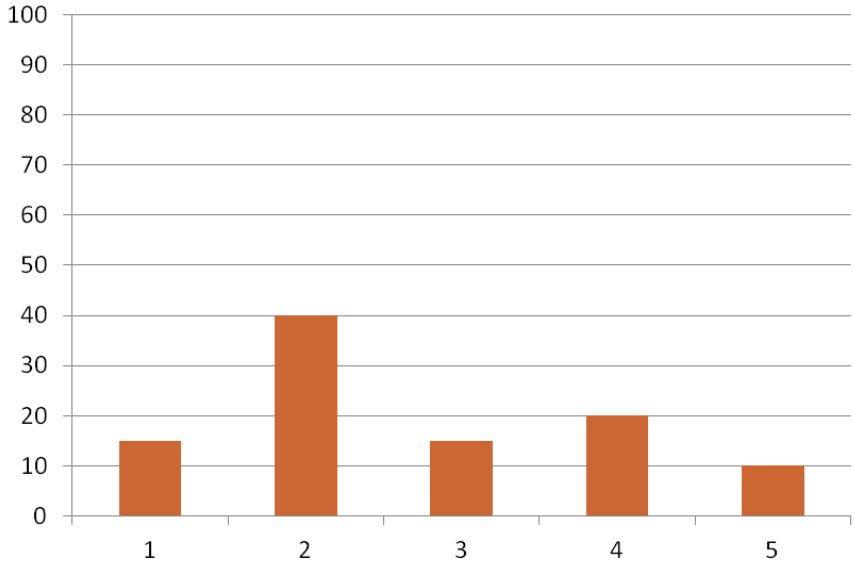


Рис. 2. Гистограмма отказов элементов АКПП

1 – гидротрансформатор; *2* – фрикционные и обгонные муфты; *3* – планетарная передача; *4* – электронный блок управления; *5* – гидравлическая составляющая управления АКПП

На основании полученных результатов можно разработать мероприятия по повышению надежности коробки передач. Это позволит снизить общее количество отказов автобусов. Кроме того, снижение числа отказов положительно скажется на всех показателях ТЭА. Так, при изменении средней наработки на отказ агрегата обязательно изменится вид зависимости плотности вероятности отказа от наработки как агрегата, так и всего автомобиля. Данный факт указывает на необходимость корректирования периодичности технических воздействий при эксплуатации автомобилей на маршрутах с подъемами.

Таким образом, построенная гистограмма (рис. 2) позволяет видеть, что наименее надёжный элемент АКПП – фрикционные и обгонные муфты. Для дальнейшего исследования эксплуатационной надежности и разработки мероприятий по ее повышению необходимо построение моделей плотности распределения отказов АКПП. На основе построенных моделей можно будет определить оптимальную периодичность обслуживания АКПП.

УДК 665.6

А.С. НЕГОДЯЕВ, Л.А. БЕРДНИКОВ, М.Е. ФЕДОСОВА, А.И. ШИШКИН

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ НАГАРООБРАЗОВАНИЯ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Исходя из необходимости увеличения межремонтных пробегов, снижения количества отказов в работе и сокращения объема техобслуживания в настоящее время постоянно повышаются требования к надежности и долговечности двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

Одним из способов повышения надежности и долговечности ДВС является снижение образования нагара и других видов отложений на поверхностях их деталей. Установлено что нагар, ухудшая теплоотвод, повышает максимальную температуру горения, тем самым приводя к повышению на 10-12 пунктов требований к октановому числу бензина. Кроме того, нагар способствует увеличению выбросов CO и NO_x, следовательно, с точки зрения требований экологичности к автомобильным ДВС подавление нагарообразования является не менее значимым.

Изучение проблемы нагарообразования насчитывает более 70 лет беспрерывных лабораторных исследований и полевых испытаний. В ходе этих работ широко применялись антипригарные присадки, представляющие собой углеводорастворимые марганцевые и медные соли карбоновых кислот, ускоряющие выжигание нагара. Интенсивное образование смол в результате катализа медью и марганцем окисления углеводородов бензина не дает возможности применения этих присадок. Поэтому актуальность данной проблемы остается высокой на данный момент.

В настоящее время активно исследуются присадки к топливу на основе никеля, которые в ходе лабораторных и полевых испытаний показали высокие результаты в борьбе с нагаром. Например, исследования влияния $Ni(OOCR)_2$ на нагарообразование в бензиновых ДВС показали, что при концентрации $9{,}25 \cdot 10^{-4}$ % (1 мг Ni на кг бензина) нагарообразование уменьшается на 90-95 % (на свечах нагарообразование устраняется полностью), снижаются выбросы газообразных токсичных веществ (CO, C_xH_y и NO_2). Еще одним достоинством присадок на основе никеля является снижение удельного расхода топлива на 4-10 %, что подтверждено дорожными испытаниями на автомобилях разных марок. Были проведены исследования влияния никелевой присадки на нагарообразование в дизельных ДВС. При стендовых испытаниях за 9 ч работы двигателя нагар устранился на 70-90 %. Введение в дизельное топливо 27,75 мг/кг присадки снижает коксуемость 10 % остатка, токсичность выбросов при всех режимах работы ДВС и удельный расход топлива [1].

Несмотря на весь массив исследований проблемы нагарообразования, относительно

небольшое внимание уделялось факторам, влияющим на возникновение рассматриваемого процесса. В связи с этим на базе кафедры «Автомобильный транспорт» НГТУ им. Р. Е. Алексеева планируется более детальное изучение влияния качества моторного масла и моторного топлива, а также режимов эксплуатации транспортных средств и тепловых режимов работы ДВС на интенсивность процессов нагарообразования.

1. **Магарил, Е. Р**. Подавление нагарообразования с помощью присадки к топливу /Е. Р. Магарил, Н. В. Корзун // Проблемы и достижения автотранспортного комплекса: тез. докл.VI Всерос. научно-техни. конф. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2008. С. 151-153.

УДК 656.13

М.С. НИКИТИН, Ю.А КОЛЕГИНА, С.А. ШИБАРИНА

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важным элементом транспортной инфраструктуры города являются остановочные пункты (ОП) городского пассажирского транспорта. Они оказывают существенное влияние на пропускную способность дорог и безопасность дорожного движения. От их расположения и состояния во многом зависит удовлетворенность населения работой общественного транспорта.

В связи с переходом страны к рыночной экономике в Нижнем Новгороде, как и в других городах, резко возросла доля коммерческого транспорта малой и особо малой вместимости. В результате ОП из-за недостаточной пропускной способности оказались перегруженными, что создает помехи движению и является одной из причин транспортных заторов.

Учитывая важность ОП как элемента системы городского пассажирского транспорта, в период с сентября 2011 года по октябрь 2012 кафедрой «Автомобильный транспорт» НГТУ было проведено комплексное исследование ОП городского пассажирского транспорта (ГПТ) в Нижнем Новгороде.

Целью исследования являлось:

- оценка состояния ОП в городе;
- сбор статистики по типам и характеристикам ОП для дальнейшего выборочного исследования отдельных из них (в основном наиболее загруженных);
- выявление новых факторов, влияющих на пропускную способность ОП;
- исследование технологии работы подвижного состава ГПТ на ОП и возможных нарушений, снижающих безопасность дорожного движения и эффективность функционирования ОП;
- разработка предложений по повышению эффективности функционирования и повышению безопасности дорожного движения на ОП Нижнего Новгорода.

На момент написания статьи в Нижнем Новгороде функционировало 1374 ОП. Из них 337 – ОП только городского электротранспорта. Всего было исследовано 789 ОП, что составляет 76% от общего количества ОП, обслуживаемых автобусами. В число неисследованных попали ОП, находящиеся в отдаленных частях города, обслуживаемые только одним маршрутом, временные, необорудованные и т.д.

Для проведения исследования был разработан соответствующий бланк, в котором фиксировалось большое количество параметров, начиная с геометрических, и заканчивая характеристикой оснащенности (наличие ливневой канализации для отвода воды, урн для мусора и т.д.). В результате исследования получена статистика по состоянию и характеристикам ОП в Нижнем Новгороде, выявлены новые факторы, влияющие на пропускную способность ОП, а также основные нарушения в работе транспорта на ОП. Как показал анализ литературы, подобные нарушения не являются особенностью Нижнего Новгорода, а присущи многим городам

России. Таким образом, можно сделать вывод о назревшей необходимости в мерах, способных повысить качество перевозок пассажиров и безопасность дорожного движения.

Авторы статьи видят необходимым разработку нормативно-правовой базы обслуживания пассажиров на ОП. Данный документ должен устанавливать правила движения, посадки-высадки, выбор места остановки, а также указания к нанесению разметки ОП, параметрам посадочной площадки, заездного кармана и т.д.

Работы по исследованию вышеописанных новых факторов, закономерностей их изменения и созданию методики расчета пропускной способности ОП, учитывающей эти факторы, уже ведутся и будут детально рассмотрены в ближайших работах авторов.

УДК 656.13

М.С. НИКИТИН, Ю.А. КОЛЕГИНА, С.А. ШИБАРИНА

АНАЛИЗ НАРУШЕНИЙ ПДД ВОДИТЕЛЯМИ МАРШРУТНОГО ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В условиях перехода к рыночным отношениям произошло изменение системы городского пассажирского транспорта (ГПТ), связанное, прежде всего, с появлением и ростом числа частных перевозчиков и одновременным упадком частных предприятий. Одновременно с увеличением количества подвижного состава ГПТ произошло и изменение его структуры. На городских маршрутах появились новые типы подвижного состава с различными характеристиками динамичности, вместимости, качества обслуживания пассажиров и т.д. и это привело к росту транспортных потоков, повышению их сложности и взаимозависимости. Из-за роста численности автобусов малой и особо малой вместимости на улицах г. Нижнего Новгорода (как и большинства других городов России) улично-дорожная сеть и остановочные пункты (ОП) оказались перегруженными и перестали обеспечивать безопасность дорожного движения.



Рис. 1. Игнорирование заездного кармана

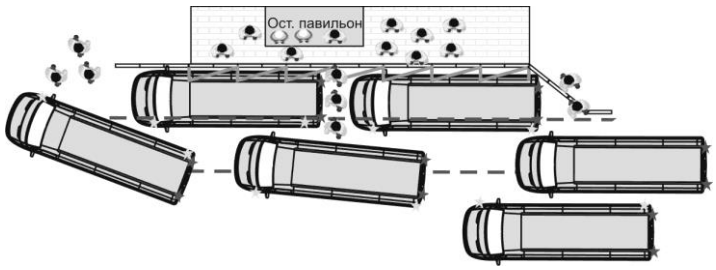


Рис. 2. Остановка МТС в 2-3-м ряду

В период с сентября 2011 года по октябрь 2012 кафедрой «Автомобильный транспорт» НГТУ было проведено комплексное исследование городского пассажирского транспорта в Нижнем Новгороде. Одной из целей данной работы явилось исследование технологий работы подвижного состава и возможных нарушений, снижающих безопасность дорожного движения и эффективность функционирования ОП.

В ходе исследования технологии работы ОП были выявлены следующие нарушения:

1) несмотря на наличие на ОП заездных карманов, водители часто останавливаются на полосе движения, создавая при этом помехи транспортному потоку (рис. 1). Причем прослеживается закономерность: чем выше интенсивность транспортного потока по соседним полосам, тем выше вероятность того, что водитель предпочтет не заезжать в карман:

2) на ОП с недостаточной пропускной способностью регулярно наблюдается остановка МТС во втором и даже третьем ряду (рис. 2). В результате повышается число дорожно-транспортных происшествий с участием как пассажиров, вынужденных выходить на полосу движения для посадки и высадки, так и МТС. Доля таких ОП по результатам исследования составила 7%.

3) как показало исследование, на 29% ОП в Нижнем Новгороде имеется как минимум один торговый киоск. Грузовые автомобили, обслуживающие их, и транспортные средства клиентов этих торговых точек становятся дополнительной помехой ГПТ. Также ОП часто используются в качестве стоянки водителями такси и владельцами личного транспорта.

Другие нарушения в работе маршрутного транспорта на остановочных пунктах, а также выводы по исследованию более подробно будут раскрыты в докладе.

УДК.629.113

Е.А. ОКУНЕВ

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Топливной экономичности автомобилей и вопросам нормирования расхода топлива при эксплуатации посвящено немало работ. Исследователями отмечается значительное влияние переменных режимов движения автомобилей и работы их силовых установок при эксплуатации в городских условиях и вне города на эксплуатационный расход топлива.

Существуют частные показатели топливной экономичности автомобиля, которые описаны в нормативной литературе: ГОСТ 4. 396-88; ГОСТ 4. 401-88; ГОСТ 20306-90; Правила ЕЭК ООН № 15 и 84.

При этом отечественной наукой практически не затронуты вопросы получения типичных ездовых циклов движения. Ездовой цикл – стандартизированный шаблон езды, который задается значениями в таблице время-скорость. Большинство развитых стран мира имеют несколько стандартных ездовых циклов, предназначенных для оценки топливной экономичности и экологичности автомобиля.

В докладе приводится анализ трех основных групп ездовых циклов: европейские, американские и японские. Самыми распространенными и используемыми являются Европейский NEDC (модальный) и Американский ездовой цикл FTP-75 (неустановившийся).

В наиболее развитых странах происходит постоянное обновление и замена устаревших циклов. Это связано с тем, что условия движения в городах и вне их изменяются с течением времени. Так, лаборатория EPA (США) впервые при разработке циклов использовала электронную базу данных эксперимента – накопление данных о реальных скоростных профилях в файлах, и использовала элементарные составляющие циклов или фазы движения автомобиля. Европейские ученые первые использовали кластерный анализ и цепи Маркова при синтезе ездового цикла.

Для оценки соответствия существующих ездовых циклов условиям эксплуатации в г. Нижнем Новгороде был проведен эксперимент. В нем участвовало шесть автомобилей четырех моделей: **ВАЗ 21124** (1.6 МТ), ***Fiat Bravo 198*** (1.4 МТ), ***Skoda Oktavia Tour*** (1.8 МТ), ***Ford Focus 2*** (2.0 АТ).

В ходе эксперимента фиксировались значения следующих параметров: скорость движения автомобиля, частота вращения коленчатого вала, положение дроссельной заслонки, температура охлаждающей жидкости, продолжительность впрыска, массовый расход воздуха.

Сбор данных осуществлялся с диагностического разъема посредством *k*- линии и CAN – шины через беспроводный адаптер стандарта OBD-2 на основе чипа ELM-327 на под-

ключенный к нему ноутбук. Кроме этого, после каждой поездки записывались показания расхода топлива штатного бортового компьютера.

Автором приводится экспериментальная выборка скоростных профилей движения автомобиля в городских условиях и на автомагистралях.

УДК 629.113

Е.А. ОКУНЕВ, В.В. ЯСЕНОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ DIESEL-RK

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Доводка рабочих процессов конкретного двигателя осуществляется, как правило, на режиме номинальной мощности. При этом отклонение частоты вращения коленчатого вала от номинальной (при прочих равных условиях) вызывает снижение индикаторного КПД.

Проведенные исследования показывают, что частота вращения коленчатого вала при эксплуатации автомобиля значительно отличается от номинальной частоты вращения. Например, для большинства современных бензиновых двигателей легковых автомобилей определяющая частота вращения коленчатого вала в зависимости от дорожных условий в 1,5–2 раза ниже, чем частота вращения коленчатого вала на режиме номинальной (максимальной) мощности.

Современная теория ДВС проводит подробный анализ индикаторной работы ДВС по его внешней скоростной характеристике. Анализ индикаторной работы ДВС в режиме частичных характеристик практически отсутствует. Между тем, ответ на вопрос о том, как повысить КПД некоторых автомобильных ДВС, дает анализ его работы именно в указанных режимах.

Проверка справедливости этих доводов была произведена в отечественном профессиональном программном комплексе Diesel-RK, разработанном в МВТУ им. Н.Э.Баумана. Комплекс предназначен для термодинамического анализа ДВС, исследования наддува, исследования влияния фаз газораспределения, топливной аппаратуры и формы камеры сгорания, а также системы рециркуляции отработавших газов.

В ходе исследования была смоделирована работа двух бензиновых двигателей: ВАЗ 2170 (1.6, 98л/с) и FPT 1.4 T-jet (1.4, 150 л/с) в различных режимах.

В докладе приводится анализ полученных результатов, выносятся на обсуждение пути повышения топливной экономичности и экологичности бензиновых двигателей легковых автомобилей.

УДК 621.113

П.Н. ПАРФЕНОВ, М.Г. КОРЧАЖКИН, А.Н. АРХИПОВ

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ИНЕРЦИОННЫХ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ЛЕГКОВЫХ АВТОПОЕЗДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение безопасности дорожного движения – одна из наиболее сложных проблем настоящего времени, и от её 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 также многое другие нормативные акты.

Использование легковых прицепов полной массой свыше 750 кг получает все большее распространение в России. Это и применение таких транспортных средств в малом бизнесе, и использование частными владельцами. Вопрос оценки состояния тормозных систем легковых прицепов при проведении инструментального контроля получил большую актуальность с принятием технического регламента «О безопасности колесных транспортных средств», вступившего в силу с сентября 2010 г.

В связи с резко возросшей интенсивностью движения автомобильного транспорта и увеличением его количества на дорогах возникла необходимость оборудовать прицепы рабочими тормозами, не зависящими от тормозной системы тягача. Во-первых, это позволит значительно сократить тормозной путь и предотвращает возможные аварии. Во-вторых, тормозная система на легковом прицепе является своеобразной защитой от складывания «автопоезда», что также весомый довод в пользу ее использования. Максимально допустимая масса буксируемого прицепа указывается в руководстве по эксплуатации автомобиля, причем эта масса зависит от того, оборудован легковой прицеп тормозами или нет. Наиболее перспективны для этих целей тормоза наката, использующие силу инерции прицепа, которая возникает при торможении автомобиля-тягача, для приведения в действие рабочих тормозов прицепа. Такие приводы тормозов могут быть либо механическими (сила наката разжимает тормозные колодки при помощи системы рычагов), либо гидравлическими (сила наката преобразуется в давление тормозной жидкости). Последние распространены наиболее широко, так как имеют меньшую металлоемкость и позволяют реализовать все требования, предъявляемые к тормозам наката нормативными документами (Приложение 12 к Правилам № 13 ЕЭК. ООН, ГОСТ 22895-81).

В настоящее время в НГТУ им. Р.Е. Алексеева, на кафедре Автомобильного транспорта ведется разработка стационарного стенда для проверки ИТС в условиях станции инструментального контроля. Устройство основано на измерении тормозного усилия, создаваемого пневмоцилиндром, при помощи тензометрического датчика (рис. 1). Данное устройство позволяет произвести проверку тормозной системы прицепа в условиях линии инструментального контроля и не прибегать к дорожным испытаниям.

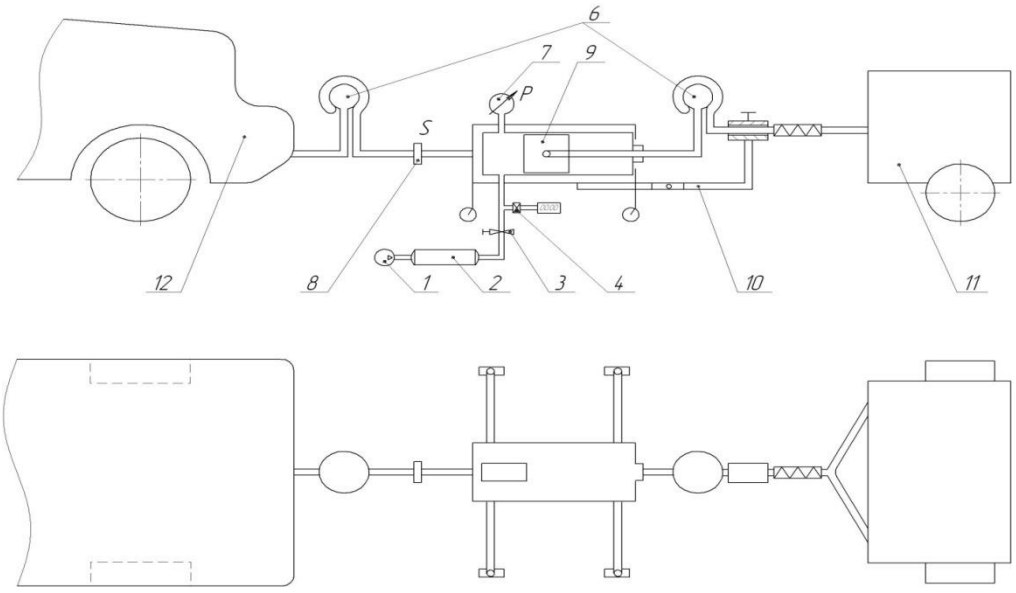


Рис. 1. Принципиальная схема стенда:
1 – компрессор; *2* – ресивер; *3* – кран; *4* – электронный манометр; *6* – шаровая головка ТСУ; *7* – манометр пневмоцилиндра; *8* – тензометрический датчик; *9* – пневмоцилиндр; *10* – сцепка; *11* – прицеп; *12* – автомобиль

Принцип работы (рис. 2) заключается в следующем: для начала автопоезд закрепляется на месте проверки тормозной системы - тягач на противооткатные упоры и ручной тор-

моз, а прицеп - для этого в конструкции нагружателя предусмотрены специальные отверстия для фиксации расстояния между прицепом и нагружателем (в проекте предусмотрено закрепление синтетическими стропами). Затем из ресивера, имеющегося на стации, подаётся сжатый воздух, поступающий в пневмоцилиндр, располагающийся на устройстве, который впоследствии и создаёт необходимое усилие, совместимое с усилием набегающего прицепа на тягово-сцепное устройство тягача. После этого создаётся имитация торможения. Колёса прицепа, которые должны находиться на барабанах тормозного стенда, начинаю тормозить, так как система инерционного тормоза разведёт колодки в тормозных механизмах. Усилие на замедления на колёсах измеряется стандартным стендом проверки тормозов на стации ГТО.

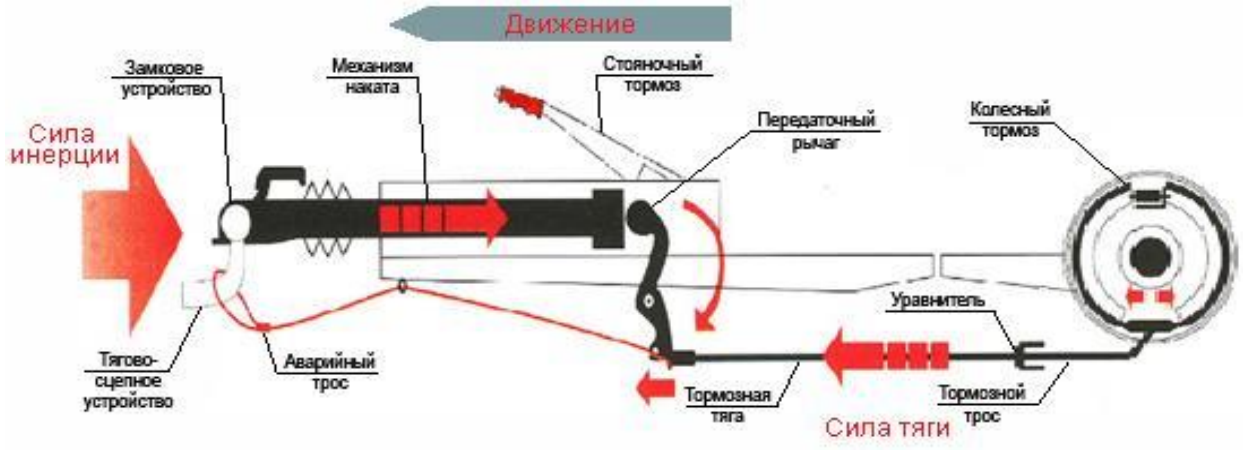


Рис. 2. Принцип работы стенда

Данная разработка призвана упростить процедуру проверки ИТС и сделать её более приближенной к реальности. Стенд дает возможность контроля технического состояния инерционных тормозных систем автомобильных прицепов как при проведении государственного технического осмотра транспортных средств, так и для выявления неисправностей и отказов в процессе эксплуатации.

На данном этапе создания стенда составлена модель и получены результаты математического моделирования работы и определены все действующие усилия. Также составлена силовая схема нагружателя и разработана конструкторская документация для производства опытной модели стенда. В настоящее время производится сборка стенда и будут проведены экспериментальные исследования тормозных сил прицепа, оборудованного инерционной тормозной системы с целью сравнения результатов моделирования и эксперимента.

УДК 656.13

М.С. ПАХТУСОВ, А.М. ПЕСТОВ, А.И. СОКОЛОВ

ИМИТАЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В СРЕДЕ PTV VISION

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный мир построен таким образом, что нельзя обойтись без автомобильного транспорта, особенно в крупных городах с развитой инфраструктурой. Из-за большого количества транспортных средств как личных, так и общественных, образуются многокилометровые дорожные пробки, в связи с различными факторами, авариями и несовершенной автоматизированной системой регулирования дорожного движения. Организованное дорожное движение представляет собой сложную систему, в которую входит: поведение транспортного потока, поведение водителей в различных условиях, поведение пешеходов в затрудненных

для перемещения ситуациях, а также прочие технические и социальные аспекты, которые требуют управления. При планировании и анализе на данный момент немыслимо обходиться без инструмента имитации, особенно если речь идет о планировании дорожного движения.

PTV Vision – это программное обеспечение для организации транспортного движения. Область применения PTV Vision обширна: начиная от подготовки проектов организации и анализа схем движения на перекрестках и развязках, вплоть до исследований комплексных транспортных систем городов и регионов, включая также создание перспективных интегрированных транспортных концепций для индивидуального и общественного транспорта. Одновременно с этим PTV Vision решает задачи оперативного и стратегического транспортного планирования. В программном пакете PTV Vision существует множество ответвлений в качестве различных программ, приспособленных под определенные действия.

Рассмотрим программу PTV Vision Vissim, с помощью которой можно анализировать пропускную способность, регулировать транспортное движение, а также имитировать взаимодействие между транспортным и пешеходным движением. В отличие от более простых моделей, в которых за основу берутся постоянные скорости и неизменное поведение следования за впереди идущим транспортными средствами, Vissim использует психофизиологическую модель восприятия Видемана.

На кафедре «Автомобильный транспорт» НГТУ им. Р.Е.Алексеева был спроектирован в среде PTV Vision Vissim один из сильно загруженных участков Нижнего Новгорода – кольцевое движение по ул. Пролетарская (рис. 1). В докладе рассматриваются пути оптимизации дорожного движения на исследуемом участке, которыми можно управлять в режиме 2D и 3D.

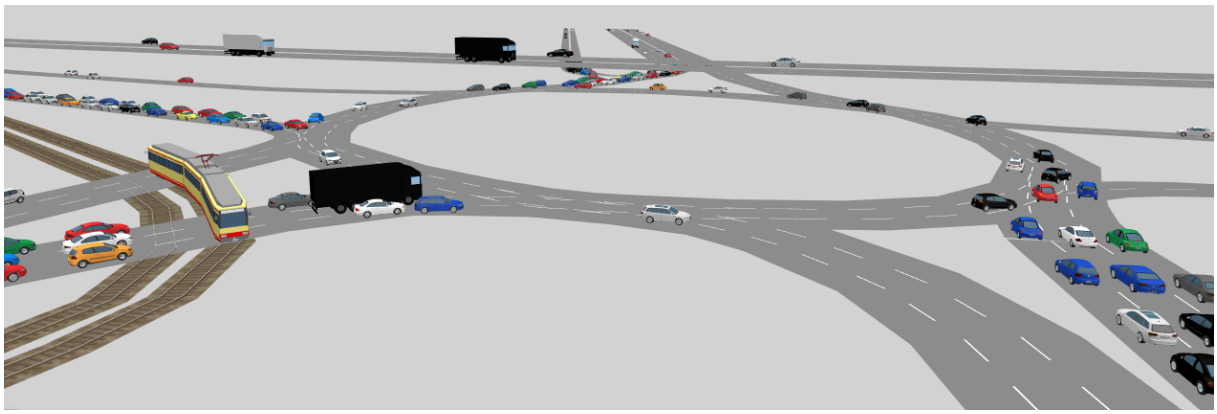


Рис. 1. Анимация модели транспортного потока на кольцевом движении ул. Пролетарская

УДК 656.13

А.М. ПЕСТОВ, М.С. ПАХТУСОВ, А.И. СОКОЛОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В СРЕДЕ PTV VISSIM

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Проблема транспорта актуальна для всех крупных городов. Нижний Новгород не является исключением [1]. Эта проблема негативно влияет на все сферы жизни людей. Наиболее характерной её стороной для Нижнего Новгорода являются транспортные заторы. Это явление влечет за собой затраты времени, нервное перенапряжение, загрязнение окружающей среды, ухудшение состояния здоровья людей, неправомерное поведение, нерациональный расход энергоресурсов и сопутствующих материалов. Основные причины возникновения пробок – огромное количество личного автотранспорта и нерациональная работа светофоров, аварии, строительные работы, погодные условия.

Наиболее рациональным решением проблемы транспортных заторов, является опти-

мизация транспортного потока на существующих дорогах путем рационализации работы светофоров либо строительства новых дорог. Дать же наиболее адекватную оценку возможных результатов внедрения подобных мер в каждом конкретном случае в полной мере позволяет использование средств имитационного моделирования, давая возможность рассмотрения и регулировки наиболее значимых параметров.

PTV VISSIM – это универсальный инструмент для имитационного моделирования дорожного движения (индивидуального и общественного транспорта), проверки инженерных гипотез по организации дорожного движения и т.д. Программный комплекс позволяет моделировать движение воздушных и морских судов, а также пешеходных потоков.

На кафедре «Автомобильный транспорт» НГТУ разработана модель (рис. 1) в среде PTV VISSIM, с помощью которой возможно в режиме 3D модели, пронаблюдать, какие зоны на выбранном участке являются наиболее проблемными, и проанализировать, какие меры по оптимизации транспортного потока (установка светофоров, расширение существующих дорог, строительство новых развязок и т.д.) окажут наиболее эффективное воздействие на сложившуюся ситуацию. В настоящий момент проводится эксперимент по замерам транспортного потока в. Нижнем Новгороде, и данные, полученные в ходе него, будут использоваться для наиболее точного и достоверного анализа.

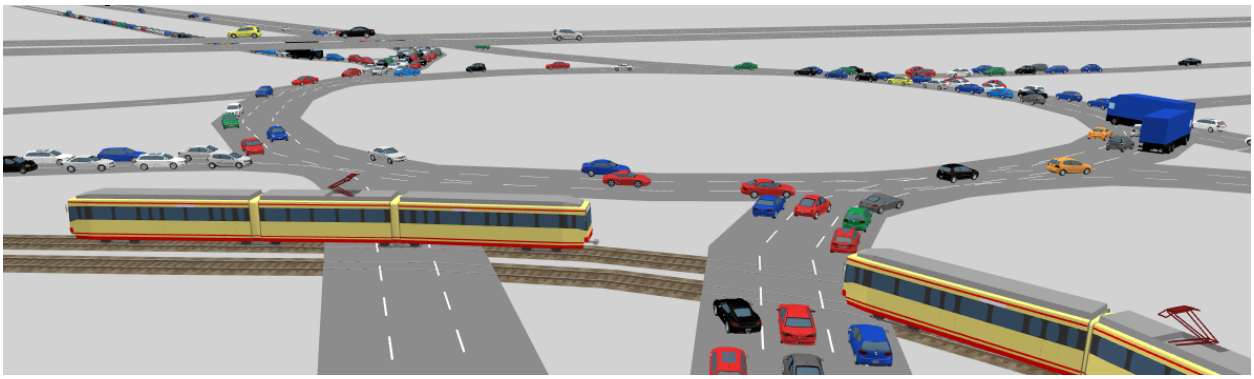


Рис. 1. Анимация модели

1. **Вавилова, М.Е**. Транспортная проблема в Нижнем Новгороде и пути её решения / М.Е. Вавилова, Е.А. Дубовицкая, Т.П. Качмашеваи // [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://www.alairnn.ru/?a=articles&articles=146. (Дата обращения: 15.03.14).

УДК 629.

А.А. ПИКУЛЬКИН, А.Н. АРХИПОВ

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ВПУСКНОГО ВОЗДУХА НА РЕСУРС АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Воздушные фильтры чрезвычайно важны для двигателей, так как потребляемый этими двигателями воздух должен иметь высокую степень очистки. Существует несколько видов воздушных фильтров для автомобилей. Коротко остановимся на этих разновидностях.

1. *Сухой инерционный фильтр.* В основе процесса очистки воздуха в нем лежит центробежная сила. В этом фильтре воздух движется по спирали, а частицы пыли по инерции откидываются к стенкам фильтрующего элемента. Затем скопившаяся пыль собирается в специальную емкость или же высасывается с последующим выбросом наружу. Этот тип фильтров обычно используется на транспортных средствах, работающих при большой степени запыленности – грузовых автомобилях и сельскохозяйственной технике. Он позволяет уловить около 70% крупнозернистой пыли.

2. *Инерционно-масляный фильтр.* Он состоит из большого цилиндрического корпуса с налитым на дне маслом, над которым располагается фильтрующий элемент. Изготавливается из металлической либо капроновой сетки. Такой фильтр дважды очищает воздух, который поступает через горловину или щели сверху корпуса, затем резко меняет свое направление над маслом. При этом по инерции частицы пыли оседают в масло. Для второй очистки воздух пропускается через сетку, пропитанную маслом, чтобы отфильтровать более мелкую пыль.

3. *Бумажный.* Применение бумажного фильтра снижает степень износа деталей силового агрегата на 15-20 %. Основой бумажного фильтра является фильтровальная шторка из специальной пористой бумаги. Она может «ловить» частицы пыли не только поверхностью, но и по всему объёму. Кроме того, волокна бумаги, переплетаясь между собой, способны задерживать пыль диаметром до 1 микрона. С целью защиты фильтрующего элемента от размокания при высокой влажности или попадании воды, бумага пропитывается специальной смолой. Бумага в корпусе фильтра сложена «в гармошку». Это дает возможность увеличить площадь фильтрования. В зависимости от формы, бумажные фильтры бывают цилиндрические, бескаркасные, панельные. В цилиндрических фильтрах иногда установлен предочиститель, изготовленный из специального поролона или синтетического вещества. Он размещается вокруг фильтровальной шторки. Предочиститель продлевает «жизнь» фильтрующего элемента за счет задержки крупнозернистой пыли и масляных испарений.

4. *Фильтры с пониженным сопротивлением.* Данный тип фильтров имеет минимальное сопротивление всасываемому воздуху (на 50-60 % меньше, чем у бумажных изделий). Они могут изготавливаться в специальном корпусе или служить сменным элементом для штатного фильтра. Производятся эти фильтры из хлопчатобумажной ткани либо поролона. Перед применением фильтрующий материал подлежит пропитке специальным маслом. В отличие от бумажных, фильтры с пониженным сопротивлением используются многократно. Но это возможно только в случае регулярной промывки специальным шампунем и пропитки специальным маслом.

Широко применявшиеся ранее воздухоочистители инерционно-масляного типа, отличающиеся простотой конструкции и большим сроком службы, обладают рядом существенных недостатков, ограничивающих возможность их рационального использования на двигателе. Эффективность очистки воздуха от пыли такими фильтрами сравнительно невысока и в значительной мере зависит от режима работы двигателя.

Воздухоочистители сухого типа в значительной мере лишены недостатков, присущих инерционно-масляным воздухоочистителям; они обладают эффективностью очистки воздуха, не зависящей от режима работы двигателя, и в 10...30 раз превышают аналогичный показатель инерционно-масляных воздухоочистителей. Кроме того, накопительный характер пылеотложения на картонных фильтрующих элементах (КФЭ) делает возможным применение приборов (индикаторов запыленности), показывающих в процессе эксплуатации рост сопротивления системы впуска автомобиля и сигнализирующих о необходимости проведения обслуживания фильтрующего элемента.

УДК 629.1

А.А. ПИКУЛЬКИН, А.Н. АРХИПОВ, Н.П. БУЗЫНИН

УВЕЛИЧЕНИЕ РЕСУРСА ТУРБОКОМПРЕССОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

На большинстве турбокомпрессоров современных высокофорсированных двигателей имеется механизм изменения геометрии турбины. Турбокомпрессор работает под воздействием потока горячих отработавших газов, вращающих его ротор с частотой 150–230 тыс. мин$^{-1}$. В этих условиях даже небольшое нарушение работы приводит к его повреждению. Устройство турбокомпрессора включает в себя три основные части — корпус турбины, кор-

пус подшипников с ротором в сборе и корпус компрессора. Турбинный корпус связан с выпускным, а компрессорный – с впускным трубопроводами. В корпусе подшипников установлен ротор в сборе, представляющий собой вал, на котором жестко закреплены турбинное и компрессорное колеса с лопастями. Ротор вращается на подшипниках скольжения. Они смазываются и охлаждаются моторным маслом, поступающим из системы смазки. Для снижения температуры корпуса в нем могут быть предусмотрены каналы подачи охлаждающей жидкости. Поворотные лопатки, установленные в корпусе турбины некоторых компрессоров, позволяют изменять ее проходное сечение и соответственно давление наддува. Дополнительное кольцо, имеющее управляемые направляющие лопатки, может поддерживать постоянный поток выхлопных газов и управлять им.

При низких оборотах уменьшается поперечное сечение турбины, увеличивая скорость газов, поступающих на колесо, повышая ее мощность. При высоких оборотах лопасти открывают вход газам, и увеличивается пропускная способность турбины. При таком гибком управлении не только расширяется диапазон эффективной работы турбонагнетателя, но и существенно снижаются вредные выбросы, а также потребление топлива.

Современные мощные дизельные двигатели с низким уровнем выбросов характеризуются повышенным сажеобразованием и работают при более высокой температуре, чем прежние безнаддувные двигатели, что значительно повышает нагрузку на турбокомпрессор и вероятность выхода узла из строя. Распространенной причиной выхода из строя турбонагнетателей с изменяемой геометрией является заклинивание поворотных лопаток из-за образования нагара внутри турбинного корпуса. Заклинивание механизма изменения геометрии турбины приводит к неоптимальному давлению наддува и значительному увеличению расхода топлива и потере мощности в большом диапазоне оборотов. Также нагар может способствовать преждевременному выходу турбины из строя вследствие нарушения теплоотвода. В таких случаях экономически оптимальным решением представляется чистка турбокомпрессора, позволяющая продлить срок его службы.

УДК 629.1

А.А. ПИКУЛЬКИН, Н.А. КУЗЬМИН

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ 236, ЯМЗ 238

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные высокофорсированные двигатели, соответствующие высоким экологическим стандартам, предъявляют все более высокие требования к регулированию температурного режима. Несмотря на это, принципиально схема охлаждения двигателя не изменилась. Вентилятор по-прежнему является неотъемлемой частью системы охлаждения любого современного двигателя. С момента появления вентиляторов было предложено несколько вариантов, как сделать его привод оптимальным. На дизельных двигателях для бесступенчатого регулирования оборотов в механике привода нередко используется гидравлическая муфта. Обороты вентилятора изменяются здесь в зависимости от заполнения полости между ведущим и ведомым колесами муфты. Количество масла, которое поступает из системы смазки двигателя, регулируется автоматически по температуре охлаждающей жидкости.

На моторах семейства ЯМЗ представляется оптимальным использование привода вентилятора с вязкостной муфтой с вентилятором диаметром 660 для 8-цилиндровых двигателей и 600 мм для 6-цилиндровых. Замена гидравлической (или жесткой) муфты привода вентилятора на вязкостную муфту приводит к улучшению прогрева холодного двигателя и поддержанию оптимального теплового режима.

Преимущества привода вентилятора с вязкостной муфтой: уменьшение расхода топлива, увеличение моторесурса двигателя, уменьшение уровня шума, создаваемого вентиля-

тором, уменьшение потери мощности, менее трудоемкая замена ремней привода генератора и компрессора, увеличение ресурса ремней привода вентилятора благодаря плавности хода.

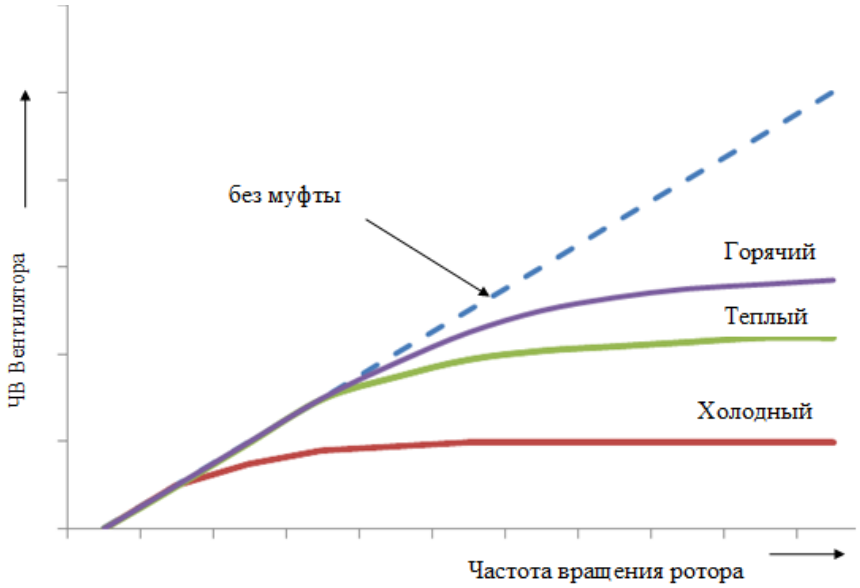


Рис. 1. График изменения частоты вращения вентилятора при установке вискомуфты

УДК 620.178.3:620.194.8

В.В. ПОВЕЛИКИН, Г. В.ПАЧУРИН

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ШТАМПОВАННЫХ И СВАРНЫХ ЛИСТОВЫХ СТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема обеспечения надежности и безопасной работы автомобилей в различных эксплуатационных условиях (воздух, коррозионная среда), наряду с совершенствованием конструкции, включает необходимость оптимизации режимов технологических процессов, которая в значительной мере определяется структурой и свойствами применяемых материалов. Наиболее распространенной причиной эксплуатационных разрушений деталей и элементов машин и механизмов является коррозионная усталость, представляющая собой одновременное воздействие агрессивной среды и циклических нагрузок, что приводит к огромным финансовым потерям, а порой, и человеческим жертвам. Процесс усталостного разрушения материалов зависит от их природы, технологической обработки и условий циклического нагружения (среды, амплитуды напряжения).

В работе изучено влияние сварки, поверхностной и объемной пластической деформации на циклическую долговечность на воздухе и в коррозионной среде некоторых широко применяемых в автомобильной промышленности листовых сталей. Эксперименты на усталость плоских цельных и Т-образных сварных образцов проводились на воздухе и в среде 3%-ного водного раствора морской соли в воде на специально спроектированной двухпозиционной установке по схеме консольного изгиба частотой 25 ГЦ и на машине ИП-2М по схеме чистого изгиба частота 0,83 Гц.

Установлено, что холоднокатаная сталь 08кп на воздухе имеет ограниченный предел выносливости на базе 10^6 циклов в 1,9 и 1,7 раза выше, чем у горячекатаных сталей 07ГСЮФТ и 08ГСЮТ соответственно. Коррозионная среда снижает ограниченный предел выносливости (база 10^5 циклов) в 1,8 и 1,6 раза у сталей 07ГСЮФТ и 08ГСЮТ соответственно против стали 08кп. Осадка до 29% снижает сопротивление усталости на воздухе до 1,3 раза у стали 08кп и повышает у сталей 08ГСЮТ (до 1,1 раза) и 07ГСЮФТ (до 1,36 раза). Од-

нако сталь 08кп показывает более стабильные и превосходящие параметры сопротивления усталостному разрушению сталей 07ГСЮФТ и 08ГСЮТ. В коррозионной среде после осадки на 29 % ограниченный предел выносливости для стали 08кп (база 10^5 циклов) выше в 1,34 и 1,11 раза, чем у сталей 07ГСЮФТ и 08ГСЮТ соответственно.

Сопротивление усталости на воздухе и в коррозионной среде листовых сталей 08кп, 20 и 08ГСЮТ в 3-6 раз выше их сварных соединений. Установлен оптимальный режим дробеструйной обработки сварных соединений сталей 20, 08кп и 08ГСЮТ (обдувка смесью из чугунной колотой крошки ∅ 0,8÷1,5 мм и стальной дроби ∅ 1÷3 мм в течение 120 с), повышающий коррозионную долговечность соответственно в 2,3, 3,3 и 3,6 раза. При этом отрицательное влияние коррозионной среды сказывается на сварных соединениях из стали 08кп меньше, чем из сталей 20 и 08ГСЮТ.

Показано, что структура, созданная в результате ППД, приводит к большему повышению сопротивления усталостному и коррозионно-усталостному разрушению металлических материалов по сравнению с объемным пластическим деформированием.

Использование в расчетах на долговечность полученных уравнений кривых усталости и вероятностных кривых распределения циклической долговечности на воздухе и в коррозионной среде исследованных металлических материалов после конкретных режимов обработки позволяет повысить точность оценки эксплуатационной надежности и обеспечить снижение (в ряде случаев) металлоемкости деталей и корпуса автомобиля.

УДК 620.178.3:620.194.8

В.В. ПОВЕЛИКИН, Г.В. ПАЧУРИН

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШТАМПОВАННЫХ И СВАРНЫХ ЛИСТОВЫХ СТАЛЕЙ ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Надежность металлоизделий, наряду с конструктивными факторами, в значительной мере определяется структурой и свойствами используемых материалов, зависящих от вида и режима их технологической обработки, а также температурными условиями эксплуатации (южные, средние и северные широты).

В автомобильной промышленности широко используются штампуемые листовые конструктивные малоуглеродистые стали. Однако сведения по влиянию видов и режимов их технологической обработки на механические свойства при различных температурах ограничены и разрозненны. Поэтому исследование влияния штамповки на изменение механических характеристик листовых сталей в области различных эксплуатационных температур является весьма актуальным.

В работе исследовались стали 08Ю, 08кп, 08пс, 08ГСЮТ, 07ГСЮФТ и сварные соединения из сталей 08пс, 08кп, 20кп, 07ГСЮФ, 08ГСЮФ. Предварительная деформация осуществлялась при комнатной температуре растяжением образцов на универсальной разрывной машине УМЭ-10ТМ со скоростью деформации $2 \cdot 10^{-3}$ $с^{-1}$. При этом осадке подвергался не весь образец, а только его участок в опасном сечении.

Испытания на статическое растяжение при пониженной (-50°С), комнатной и повышенной (+70°С) температуре образцов проводились на разрывной машине ZD 10/90 со скоростью деформации $2*10^{-3}$ $с^{-1}$. При этом записывалась диаграмма растяжения, начальные и конечные размеры образцов, определялись прочностные и пластические характеристики материалов в состоянии поставки и после технологической обработки. На каждую экспериментальную точку исследовалось по четыре образца. Микроструктура материалов образцов и фрактографический анализ их изломов проводились макро-, микро- и электронном уровне.
Установлено, что влияние степени предварительной деформации исследованных материалов на их механические характеристики зависит от температуры испытания.

С увеличением степени предварительной деформации величины условного предела текучести и предела прочности материалов возрастают, а относительных сужения и удлинения – уменьшаются. При этом кривые упрочнения располагаются выше и становятся положе. С понижением температуры испытания сталей величина показателей прочности ($\sigma_в$ и $\sigma_{0,2}$), как правило, возрастает, а показателей пластичности (δ и ψ) – уменьшается. Эта закономерность усиливается по мере увеличения степени предварительного пластического деформирования образцов.

Результаты испытания на статическое растяжение плоских образцов со сварным швом показали, что околошовная зона (зона термического влияния) образцов после различных режимов предварительной пластической обработки деформируется одинаково с обеих сторон шва с образованием подобных шеек, а кривые упрочнения для обеих околошовных зон совпадают.

Получены конкретные экспериментальные данные прочностных и механических свойств при разных эксплуатационных температурах некоторых широко применяемых в автомобильной промышленности деформированных с разной степенью цельных и сварных листовых сталей, позволяющие повысить точность оценки эксплуатационной надежности автомобильных металлоизделий при снижении в ряде случаев их металлоемкости.

УДК 656.13

Д.А. РЕЗЕПОВ, А.М. ПЕСТОВ, М.С. ПАХТУСОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В СРЕДЕ ANYLOGIC

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время остро стоит проблема управления транспортными потоками, особенно в больших городах. Увеличение количества транспортных средств (ТС) как личных, так и общественных, привело к перегруженности городских дорог, многочасовым пробкам, затруднению движения пешеходов, увеличению количества аварий и т.д.

Объектом управления в системе управления дорожным движением является транспортный поток, состоящий из технических средств (автомобилей, мотоциклов, автобусов и так далее). В то же время водители автомобилей ведут себя на дороге, реагируя на различные события по-разному, не всегда предсказуемо, что значительно усложняет анализ такой системы. Таким образом, дорожное движение представляет собой техносоциальную систему, что и определяет его специфику как объекта управления. Даже рассматривая только технические аспекты управления дорожным движением, необходимо иметь в виду, что этот объект весьма своеобразен и сложен с точки зрения управления его свойствами.

Особенности транспортных систем делают невозможным построение адекватной аналитической модели, позволяющей исследовать варианты управления в этой системе и ее характеристики в различных условиях. В то же время имитационное моделирование как метод исследования подобных объектов представляется обещающим подходом к решению этой проблемы: оно позволяет быстро и с хорошей точностью прогнозировать характеристики сложных систем подобной природы и оптимизировать существенные параметры, выбирая соответствующие параметры оптимизации.

AnyLogic – это универсальный инструмент для моделирования дискретных, непрерывных и гибридных систем. Области его применения разнообразны: здравоохранение, социальная динамика, пешеходные потоки, производство, логистика и т.д. В последних версиях продукта была добавлена специальная библиотека моделирования дорожного движения, представляющая широкие возможности для построения моделей транспортного потока.

На кафедре «Автомобильный транспорт» НГТУ разработана модель (рис. 1) в среде AnyLogic, возможности которой позволяют визуализировать и оптимизировать работу светофорных циклов, с целью повышению пропускной способности отдельных участков автомобильных дорог и перекрестков. В настоящий момент проводится эксперимент по замерам

транспортного потока в г. Нижнем Новгороде, выявлению «проблемных» участков и выработке рекомендаций и предложений, способных повысить пропускную способность дорог.

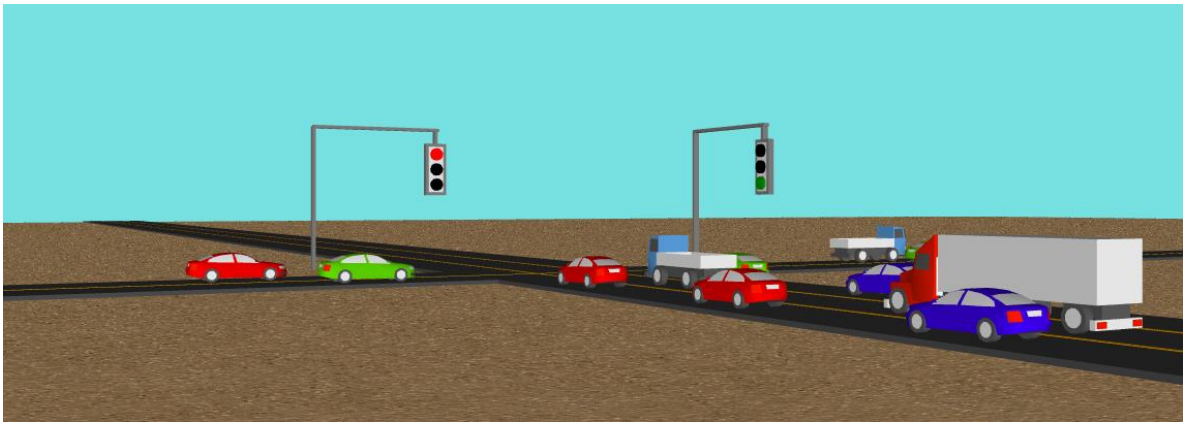


Рис. 1. Анимация модели транспортного потока на перекрестке в AnyLogic

УДК 621.431

Е.А. СБИТНЕВ, Л.А. БЕРДНИКОВ

ДЕФЕКТОВКА ТУРБОКОМПРЕССОРА ДВИГАТЕЛЯ N63 B44A АВТОМОБИЛЕЙ BMW

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Практика эксплуатации автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, оснащенными турбокомпрессорами, показала необходимость увеличения ресурса данных устройств наддува.

При вскрытии турбокомпрессора двигателях N63 B44A автомобиля BMW выяснилось, что турбина заклинила вследствие загустевшего масла. Дальнейший анализ показал, что на двигателях N63 страдают трубки масляного слива турбокомпрессоров, поскольку трубки находятся в развале двигателя. Там, где стоят две турбины и выпускной коллектор, температура очень большая, а трубки не защищены никаким термоизоляционным экраном и их диаметр не достаточно большой. Вследствие чего внутри самих трубок начинает гореть масло. Трубки забиваются, в турбокомпрессор подаётся масло, а выйти не может, и это масло начинает выходить через подшипник турбины. Обычно масло попадает во впускной коллектор, а потом и в выпускной, затем горит, попадая в цилиндр. Кроме того, когда забиваются трубки маслослива, страдают ещё успокоители и натяжители цепи, потому что как раз слив масла из турбин в этом двигателе омывает цепи газораспределительного механизма.

Непонятно, по каким причинам не предусмотрена термозащита для этих трубок. Из-за этих трубок стоимостью 2-3 тыс. руб. приходиться выкладывать 20-30 тыс. рубл. на их замену. Желательно отдать турбины на проверку, а лучше в ремонт, так как, если масло слишком сильно уходило, то турбины сохли. Масло начинает густеть в подшипнике и кипеть прямо в нем, потому что не уходит, что ведет к износу самой турбины.

В турбокомпрессоре используется подшипник скольжения, который при появлении малейших задиров теряет зазор, начинает литься масло, вал начинает ходить в подшипнике, всё больше и больше разбалтывается, потом крыльчатка начинает цепляться за корпус самого турбокомпрессора. Трубки слива масла выдерживают 40-50 тысяч километров пробега.

Можно сделать вывод, что для увеличения ресурса турбокомпрессора необходимо использовать термостойкое масло и защищать весь путь движения масла к турбокомпрессору, в нем и из турбокомпрессора от тепловых нагрузок.

УДК 621.431

А.В. СЕЛЕЗНЕВ. Л.А. БЕРДНИКОВ. А.Н. КУЗЬМИН

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ ТУРБОКОМПРЕССОРА ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ BMW X6

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Двигатели с турбонаддувом получают все большее распространение. Такая тенденция связана с тем, что при том же объеме двигателя можно увеличить его мощность практически в 1,5 раза. Однако к эксплуатации таких двигателей предъявляются более высокие требования в связи с тем, что турбонагнетатель является сложным и не менее важным узлом автомобиля. Существует такое мнение, что ресурс турбонагнетателя очень мал. Это действительно так, если правила эксплуатации автомобиля, установленные заводом-изготовителем, не соблюдаются.

Итак, можно выделить три основных проблемы выхода из строя турбонагнетателя: 1) неправильные конструкторские решения; 2) неправильное техническое обслуживание двигателя автомобиля; 3) несоблюдение правил эксплуатации. Поскольку турбонагнетатель работает при очень высоком давлении и испытывает колоссальные нагрузки от перегрева, инженеры приняли конструкторские решения по установке клапана для сброса избыточного давления и термодатчика для охлаждения турбонагнетателя и последующего выключения двигателя. Со стороны конструкторов-разработчиков все условия для сохранения рабочего состояния соблюдены, но остаются такие факторы, как человек, управляющий автомобилем, и люди, производящие техническое обслуживание автомобиля.

Для сохранения турбонагнетателя в постоянном работоспособном состоянии необходимо правильно выбрать моторное масло, так как работа этого агрегата проходит при высоких температурах, и подшипники вала турбонагенатателя должны быть постоянно смазаны при любой температуре эксплуатации автомобиля. Для правильной работы турбонагнетателя применяют наиболее жидкие моторные масла. Например, завод-изготовитель автомобиля BMW X6 рекомендует для эксплуатации своего турбодвигателя масло Castrol 0W-40 , у которого минимальная температура запуска двигателя зимой -45^{o}C. Так же немаловажно то, в какой момент после запуска двигателя водитель начинает движение, потому что давление в системе смазки двигателя и соответственно турбонагнетателя создается за несколько секунд, но, чтобы масло обеспечивало соответствующие смазывающие свойства, его нужно прогреть до определенной температуры. Остановка двигателя при нагретом турбонагнетателе приведет к отрицательным последствиям, потому, что частицы масла припекаются к высокотеплонагруженным деталям, к которым относятся вал и подшипник турбонагнетателя. Вследствие этих явлений агрегат может заклинить.

Периоды замены моторного масла могут колебаться в пределах от 8 до 15 тыс.км. Чем чаще автомобиль эксплуатируется на короткие расстояния, тем выше вероятность износа деталей турбонагнетателя, а именно подшипников вала и лабиринтового уплотнения, через которое начинает сочиться масло во впускную и выпускную системы. Это может послужить причиной попадания в турбонагнетатель мельчайших частиц грязи.

Важным фактором по сохранению работоспособного состояние турбонагнетателя является проведение квалифицированных ремонтных работ и технического обслуживания. При проведении различных видов ремонтых работ могут применяться герметики, которые при попадании в турбонагнетатель приводят к весьма плачевным последствиям. Более того, при техническом обслуживании автомобиля должны использоваться качественные фильтрующие элементы.

Таким образом, чтобы сохранить работоспособное состояние турбонагнетателя, необходимо подбирать соответствующее двигателю и месту эксплуатации автомобиля масло, качественные фильтрующие элементы. Также немаловажно увеличить степень контроля за температурой подачи масла и давлением масла (всякого рода термодатчики, подогреватели картера двигателя, датчики давления, датчики слежения за температурой турбонагнетателя перед остановкой двигателя).

УДК 656.1

П.В. СТАРКИН

О ВЫЧИСЛЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ АВАРИЙНОСТИ ДЛЯ УЧАСТКОВ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ С УЧЕТОМ ТИПОВ КОНФЛИКТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ежегодный рост количества автомобилей в крупных городах приводит к обострению проблемы безопасности на автомобильных дорогах. Строительные нормы, регламентирующие параметры дороги, устанавливают допустимые коэффициенты аварийности, которые показывают относительное число ДТП на отдельном участке дороги. Коэффициент аварийности зависит от годового количества происшествий, длины участка и интенсивности движения, но в нем никак не учитывается тип конфликта.

Вычисление коэффициента аварийности может отличаться. Во многих зарубежных странах оценка аварийности проводится по другим методикам.

Количество аварий сильно отличается для различных типов конфликтов транспортных потоков при равных их интенсивностях. Учет при проектировании дороги только пропускной способности и величин ведет к появлению крупных очагов аварийности. Для уменьшения количества ДТП необходимо на стадии проектирования дорог более точно прогнозировать число аварий. Данная проблематика рассматривается в во множестве работ, например *Aaron Roozenburg «Accident prediction models for signalized intersections»*.

Создание интерактивных ГИС-карт аварийности в ряде европейских государств рассматривается как одна из мер, направленных на повышение безопасности дорожного движения. При создании ГИС-карт аварийности реализуются два подхода: топографический анализ и ГИС-технологии (объединение пространственных и табличных данных в единое целое).

Целью настоящего исследования является классификация очагов ДТП г. Нижнего Новгорода по типам конфликтов, с целью выявления корреляционных зависимостей между типом конфликта и количеством аварий. Работа выполняется в рамках общего проекта по исследованию причин повышенной аварийности отдельных участков и создания интерактивных карт аварийности.

УДК 629.113.004

Е.И. ТОРОПОВ, Н.А. КУЗЬМИН

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СКОРРЕКТИРОВАННОГО КОЭФФИЦИЕНТА, УЧИТЫВАЮЩЕГО КАТЕГОРИЮ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент в России насчитывается порядка 1100 городов, в связи с этим возникает необходимость создания таблиц, содержащих значения $k1$ для каждого из них. Данная таблица должна постоянно обновляться и дополняться (с каждой переписью). Этот процесс весьма трудоёмкий, поэтому можно обойтись созданием программы, рассчитывающей значение $k1$ в зависимости от категории эксплуатации и численности населения. В данной статье будет представлен один из вариантов программного обеспечения, написанный в среде программирования BORLAND DELPHI 6.0. (Delphi - императивный, структурированный, объектно-ориентированный язык программирования, диалект Object Pascal – результат развития языка Турбо Паскаль.)

Интерфейс данной программы весьма прост и понятен.

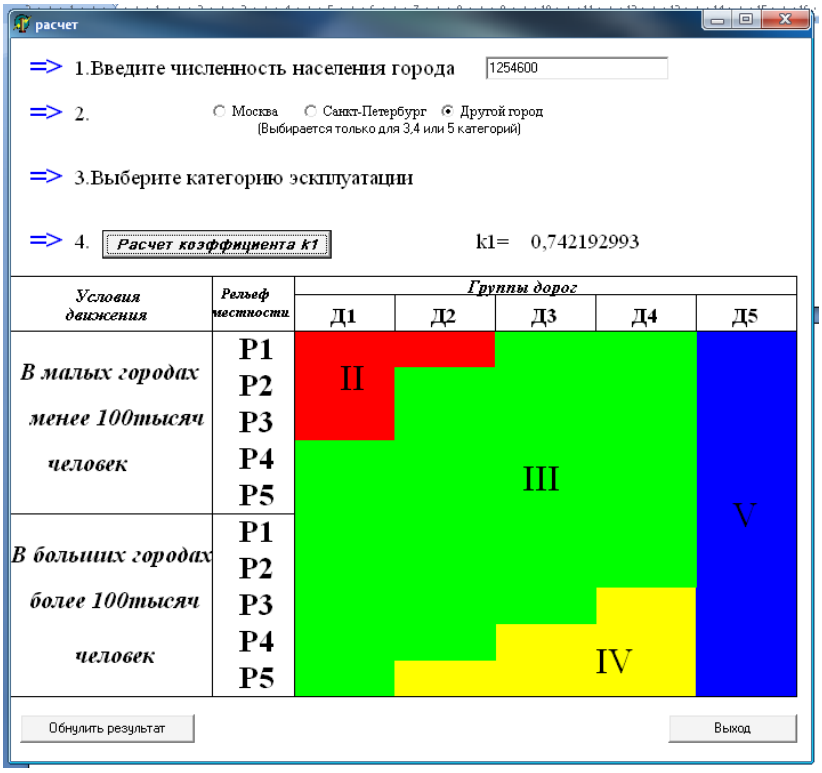


Рис. 1. Интерфейс программы вычисления k_1 в г. Нижнем Новгороде

Приведем примеры результатов расчетов коэффициента k_1 для различных городов: Нижний Новгород (население – 1 254 600 чел., III категория эксплуатации) k_1 = 0,742; Дзержинск (население 237 668 чел, III категория) $k1$ = 0,791. По действующему положению для г. Дзержинск и г. Нижний Новгород $k1$ = 0,8, но условия эксплуатации совершенно разные, поэтому значения, полученные посредством программы, более точно отображают эксплуатацию в городах с различной площадью и численностью населения.

УДК 629.113.004

Е.И. ТОРОПОВ, Н.А. КУЗЬМИН

КОРРЕКТИРОВКА КОЭФФИЦИЕНТА КАТЕГОРИИ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существующая система корректирования нормативов технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) не учитывает достаточно много технических аспектов. «Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» является главным стандартом отрасли, устаревшим в действующей редакции (стандарт утвержден Министерством автомобильного транспорта РСФСР 20 сентября 1984 г.).

По действующему положению значения коэффициента k_1: для II категории 0,9; для III категории 0,8; для IV категории 0,7; для V категории 0,6;

Действующие стандарты предписывают одинаковую методологию при корректировании нормативов ТЭА при эксплуатации автомобилей одной модели и модификации в городах численностью больше 100 тыс. Значения корректирующих коэффициентов нормативов ТЭА k_1 в этом случае принимаются равными для всех подобных городов. Однако совершенно очевидно, что ресурс и целесообразная периодичность ТО автомобилей, например, в городе Дзержинск (240 тыс. чел) Нижегородской области и в Москве (12 млн чел.) должны отличаться.

В этой связи предлагается ввести для диапазонные значения для k_1. Например, для III категории получим интервал 0,73–0,8 (рис. 1).

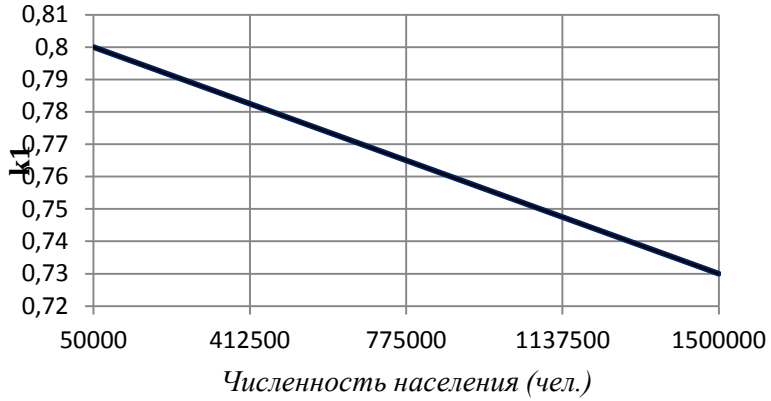


Рис. 1. Зависимости k_1 от численности населения в III категории эксплуатации

Представленная на рис. 1 зависимость аппроксимируется функцией:

$$k_1 = -0{,}000000048\,x + 0{,}802413793. \quad (1)$$

Крайнее левое значение соответствует городу с максимальной численностью в данной категории, а правое – городу с минимальной. Для остальных городов k_1 вычисляется по выведенной функциональной зависимости. Подобные зависимости получены для всех категорий условий эксплуатации автомобилей.

УДК 629.113

Е.И. ТОРОПОВ, Н.А. КУЗЬМИН

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ИЗНОСА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Между износом цилиндров и износом других деталей двигателя имеется достаточно тесная корреляционная зависимость. Так, по данным НАМИ, коэффициент корреляции между износом цилиндра и износом первого компрессионного кольца двигателя ЗИЛ-4331 составляет 0,73.

Общий (суммарный) износ цилиндров определяется выражением (мкм)

$$U_{\Sigma} = U_1 + U_2 + U_3 + U_4, \quad (1)$$

где: U_1 – износ цилиндров при работе двигателя в условиях нормального теплового состояния в установившихся и неустановившихся режимах, но без поступления пыли (абразивных частиц с воздухом, маслом и топливом); U_2 – износ цилиндров при работе двигателя в условиях пониженного теплового состояния в установившихся и неустановившихся режимах без поступления пыли; U_3 – износ цилиндров, связанный с пуском двигателя после длительной (например, межсменной) стоянки автомобиля; U_4 – износ цилиндров от попадания пыли, мкм.

Суммарный износ деталей автомобилей определяется по формуле (мкм)

$$U_{\Sigma} = L_{KP}\, i_o, \quad (2)$$

где L_{KP} – средний пробег автомобиля до капитального ремонта, тыс. км; i_0 – интенсивность изнашивания цилиндров, мкм/1000 км.

Как показали расчеты, в условиях эксплуатации автомобилей в средней полосе

России значение U_1 в общем износе цилиндров различных двигателей колеблется в пределах 15,1–32,1 %.

В пониженном тепловом режиме работы двигателя интенсивность изнашивания цилиндров обычно увеличивается. В дорожных испытаниях двигателя автомобиля ЗИЛ-4331 снижение температуры охлаждающей воды и масла с 80–85°С до 38–47°С увеличило интенсивность изнашивания в 1,9 раза. В условиях средней полосы температурный режим двигателя обычно не ниже 45 °С. Значение U_2 в общем износе цилиндров получено в пределах 5–14 %. На Крайнем Севере U_2 достигает 40–50 % от общего износа цилиндров автомобильных двигателей.

Изнашивание цилиндров автомобильных двигателей за 100 зимних пусков в два раза превышает изнашивание за 100 летних пусков. Зимой изнашивание колеблется в пределах 2–8 мкм на 100 пусков в зависимости от конструкции двигателей. Доля износа при утренних пусках в средней полосе колеблется в пределах 2,4–23,3 %.

Доля износа U_4 в общем износе цилиндра для условий средней полосы колеблется от 33,9 до 78 %.

Таким образом, составляющая U_4 в общем балансе износа является наибольшей, и в целях повышения ресурса двигателей необходимо обратить особое внимание на защиту подвижных сопряжений от абразивных частиц, попадающих в двигатель с воздухом, маслом и топливом.

УДК 378

А.Е. УХАНОВ, А.Ю. ПЕТРОВ

ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном понятии инженер – это специалист, который обеспечивает (на основе анализа, расчетов и других методов) создание, преобразование и поддержание в работоспособном состоянии технических, технологических и других систем с заданными параметрами их функционирования.

В НГТУ им. Р.Е. Алексеева подготавливаются инженеры, занимающиеся эксплуатаций изделий, сооружений и систем (технологи-эксплуатационники, инженеры-механики, электрики, гидравлики и т.д. по техническому обслуживанию и ремонту изделий и систем и др.). Эта группа специалистов с высшим образованием является наиболее многочисленной (около 60%), и ее роль в научно-техническом прогрессе особенно велика. На эксплуатацию приходится основная доля совокупных затрат. Например, по автомобилям эти затраты за срок службы распределяются следующим образом: проектирование и изготовление автомобилей – 5–10%; капитальный ремонт автомобилей и агрегатов, восстановление деталей – 8–12%; техническое обслуживание и текущий ремонт – 78–87%.

Объектом деятельности инженера-механика является автомобильный парк. Цель деятельности – обеспечение надежности работы автомобильного парка при оптимальном расходе трудовых и материальных ресурсов, а также допустимом влиянии на население, персонал и окружающую среду. Квалификационная характеристика определяет следующие виды деятельности, т.е. назначение данного специалиста:

- производственно-технологическую;
- организационно-управленческую;
- исследовательскую.

Многообразие условий работы, быстрота изменения производственных ситуаций на транспорте и их нестандартность требуют от инженеров оперативности и умения принимать управляющие решения в различных, в том числе и нестандартных, ситуациях. Таким обра-

зом, инженер-механик по технической эксплуатации является специалистом широкого профиля. Поэтому молодой специалист должен хорошо владеть технологией технического обслуживания и ремонта автомобилей – это основа его профессиональной подготовки.

Реализация решений во многом зависит от умения передавать знания и навыки подчиненным, стиля работы, такта и требовательности. Последнюю группу требований можно назвать динамичностью знаний или способностью к самосовершенствованию специалистов. Динамичность знаний обеспечивается освоением основных закономерностей и генеральных тенденций, устойчиво действующих в отрасли; знанием теоретических основ технической эксплуатации автомобилей; умением обобщать и систематизировать передовой опыт как отечественный, так и зарубежный.

УДК 629.431

М.Е. ФЕДОСОВА, А. Е. ФЕДОСОВ[1], А. И. ШИШКИН[2], А. И. ЕРОШКИН,
Л. А. БЕРДНИКОВ[3]

ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ ПРИСАДОК ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р. Е. Алексеева[1],
ОАО «АВИАБОР», г. Дзержинск[2],
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева[3]

Постоянное ужесточение требований к качеству дизельного топлива приводит к необходимости использования специальных присадок, улучшающих его экологические и эксплуатационные характеристики.

Возрастающий спрос российских потребителей на подобные присадки покрывается преимущественно иностранными поставщиками (BASF, Lubrizol, Clariant, Infineum), поскольку действующих промышленных технологий, позволяющих получать конкурентоспособный по цене продукт высокого качества, на территории Российской Федерации нет.

В последнее время на базе Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева активно проводятся совместные работы кафедр «Технология органических веществ» и «Автомобильный транспорт» в области создания пакета отечественных высококачественных присадок нового состава к дизельному топливу.

Сырьем для получения присадок нового состава служат н-алканы, выделяемые из нефти и попутных нефтяных газов, которые на данный момент не находят широкого применения в химической промышленности вследствие низкой реакционной способности. Процесс получения пакета присадок, в который входят цетаноповышающие и депрессорные присадки, характеризуется небольшим числом стадий, высокой экологичностью, низкой энергоемкостью, что выгодно отличает его от существующих технологий аналогов.

Что касается свойств получаемого продукта, на данный момент времени проведен ряд предварительных исследований, включающих в себя сравнительный анализ показателей дизельного топлива с добавлением полученных присадок и наиболее широко распространенных зарубежных аналогов.

Физико-химические свойства дизельного топлива с добавлением присадок приведены в табл. 1.

На следующем этапе были проведены испытания дизельного топлива с добавлением разрабатываемого пакета присадок на мощностном стенде. В ходе испытаний установлено, что использование пакета присадок приводит к увеличению эффективного крутящего момента двигателя (M_e, Нм), эффективной мощности двигателя (N_e, кВт). Также при добавлении пакета разрабатываемых присадок наблюдается снижение удельного эффективного (g_e, г/кВт·ч) и часового расхода топлива (G_t, кг/ч). Результаты испытаний в виде графиков представлены на рис. 1 и рис. 2.

Таблица 1

Физико-химические свойства дизельного топлива с добавлением присадок*

№	Показатель	Эталон	№1	№2	№3	Cetff**	№5	№6	№7	Depff**
1	Цетановое число	45,0	45,8	47,2	47,0	47,2	45,0	45,0	45,0	47,5
2	Фракционный состав									
	50% перегоняется при температуре, ^{0}C, не выше	274	272	273	272	270	275	274	271	269
	95% перегоняется при температуре, ^{0}C, не выше	351	350	350	350	351	352	352	350	348
3	Кинематическая вязкость при 20^{0}C, мм^2/с, не более	4,21	4,17	4,16	4,17	4,16	4,12	4,13	4,12	4,12
4	Температура застывания, ^{o}C, не выше	-18,8	-17,6	-18,1	-17,3	-18,2	-23,8	-30,8	-27,8	-30,7
5	Испытания на медной пластине	класс I	класс I	класс I	класс I	класс I	класс I	класс I	класс I	класс I
7	Кислотность, мг КОН/100 мл, не более	4,1	4,2	4,1	4,2	4,1	4,0	4,1	4,1	4,0
8	Плотность при 20^{0}C, кг/м^3, не более	826	826	826	826	826	826	826	826	826
9	Содержание фактических смол, мг/100 мл, не более	25,5	26,1	25,8	25,8	25,8	25,5	25,5	25,5	25,5
10	Коксуемость 10% остатка, %, не более	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20

* присадки № 1, 2, 3 – цетаноповышающие, широко известных в России торговых марок; присадки № 5, 6, 7 – депрессорные, широко известных в России торговых марок.

** присадка Cetff – цетаноповышающая, новый состав; Depff – депрессорная, новый состав.

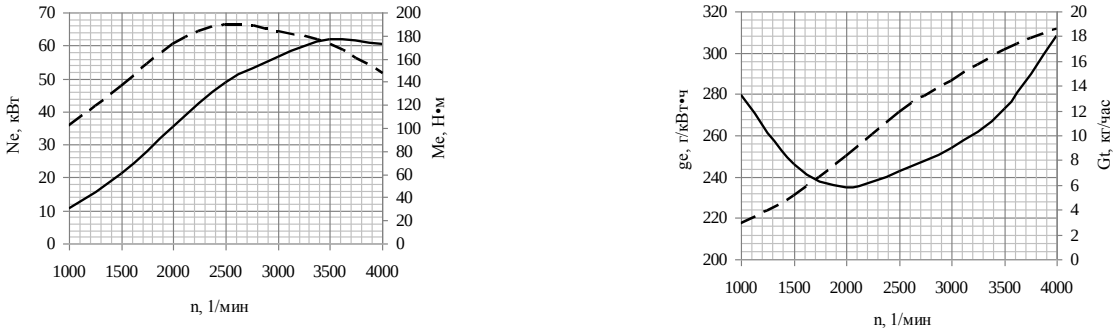


Рис. 1. Характеристики эталонного топлива:
- - - - - - - - - M_e, G_t ; ———— - N_e, g_e

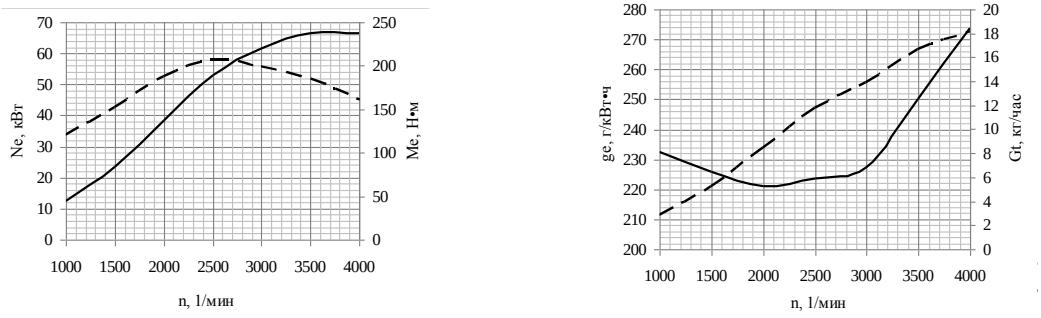


Рис. 2. Характеристики топлива с добавлением пакета присадок:
- - - - - - - - - - M_e, G_t; ———— - N_e, g_e

Таким образом, первоначальные исследования полученного пакета присадок позволяют позитивно оценивать перспективы их выхода на отечественный рынок.

Подсекция 4.3

Автотракторные двигатели внутреннего сгорания

УДК 331

Н.С. ЧЕБОТАЕВ, Е.Ф. ШЕСТАКОВА

МОДЕРНИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Двигателями внутреннего сгорания называются двигатели, процесс сгорания топлива в которых и превращения выделяемого при этом тепла в механическую работу происходит внутри рабочего цилиндра. С каждым годом двигатели внутреннего сгорания совершенствуются, развивая приличную мощность при малых расходах топлива. Несмотря на то, что они получили широкое распространение на различных носителях и, учитывая рост числа моделей и модификаций автотракторных двигателей, ситуация с экологической обстановкой оставляет желать лучшего.

Однако автотракторные двигатели можно сконструировать таким образом, чтобы в качестве обычного топлива, используемого на сегодняшний день, потребляли бы экологически чистый вид топлива. Речь идет об альтернативных видах топлива, например, метан, сжиженный газ, спирты (метанол и этанол). Загрязнение окружающей среды происходит в результате работы автомобиля, но главным образом, тремя основными источниками: системой выпуска отработанных газов (70-80 %), системой питания, системой смазки. В отработанных газах содержится более 200 различных химических соединений, из них около 150 - производные углеводородов, прямо обязанные своим появлением неполному сгоранию топлива в двигателе.

Для полного сгорания горючей смеси (эмульсии) необходимо сделать оптимальный процесс организации топливоподачи в камеру сгорания. Наиболее оптимальный вариант такого процесса выглядит так: эмульсионная смесь в районе зоны возгорания должна быть близкой к стехиометрической и не зависеть от режима работы двигателя. В остальном объеме цилиндра должна находиться гомогенная горючая смесь, качество которой зависит от режима работы двигателя и имеет возможность изменяться в широких пределах (в зависимости от максимальных нагрузок и до режима холостого хода). Распределение остаточных газов, желательно, в пристеночной зоне и в щелевых зазорах камеры сгорания, при попадании в которую, горючая смесь не сгорает при любой своей концентрации.

Подобная работа системы топливоподачи невозможна ни при карбюраторной, ни при инжекторной системе питания, вплоть до непосредственного впрыска. Сложность заключается именно в несовершенстве обеих классических процессов топливоподачи, которая ухудшается меняющимися режимами работы двигателя. Но такой вариант имеет место быть, если использовать другой принцип работы двигателя. У любого стандартного автотракторного двигателя может быть реализован такой вид топливоподачи с минимальными затратами и переделываемыми узлами. Внедрение такой технологии для крупного города при повсеместном использовании и снижении вредных выбросов на 50 % (минимальное значение) равносильно замене половины автомобилей на автомобили с нулевым выбросом. Причем, благодаря снижению расхода топлива, эти устройства могут окупиться в течение сравнительно недолгого времени.

Подсекция 4.4

Строительные и дорожные машины

УДК 621.3

П.Г. КОЗЛОВ, Р.С. ФЕДЮК, А.М. ТИМОХИН, З.А. МУТАЛИБОВ

НАДЕЖНОСТЬ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Дальневосточный федеральный университет

Основным требованием к инженерной технике является ее пригодность к использованию по назначению в заданных условиях эксплуатации.

Пригодность объектов (согласно ГОСТ 27.002-89, к объектам относятся машины, приборы, агрегаты и отдельные детали машин) характеризуется их качеством, составной частью которого является надежность.

Надежность – комплексное свойство, состоящее из безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости. Например, для неремонтируемых объектов основным свойством может являться безотказность. Для ремонтируемых объектов одним из важнейших свойств, составляющих понятие надежности, может быть ремонтопригодность.

Терминология надежности для новых и отремонтированных объектов утверждена ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения». Все понятия рассмотрены применительно к определенным режимам и конкретным условиям эксплуатации, в том числе к условиям хранения и транспортирования. Значения показателей надежности объекта могут изменяться в процессе эксплуатации. Их относительная значимость будет различной в зависимости от конкретных условий. Количественно надежность объекта оценивается с помощью показателей, выбираемых с учетом конструктивных особенностей объекта, режимов использования, условий эксплуатации и последствий возникающих отказов.

Показатели надежности – количественная характеристика одного или нескольких свойств, определяющих надежность объекта. Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. В зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации надежность может включать безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость в отдельности или сочетание этих свойств как для объекта, так и для его частей.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

УДК 4.4

А.А. ЛИПИН, В.А. ШАПКИН

БРИКЕТИРОВАНИЕ СНЕГА НА МАЛЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Уборка дворовых территорий города является важной задачей для городских служб. Вывоз снега желателен, но большие затраты на уборку снега из дворов усложняют это. Затраты на вывоз снега с дорог общего пользования в пропорциональном отношении гораздо ниже, чем из дворов. Это объясняется тем, что узкие дороги, арки, парковки усложняют ма-

неврирование техники, используемой для уборки дворов. Это увеличивает простой машины, возможно, нескольких машин. Следствие простоя снеговоза – это увеличение затрат на уборку и увеличение общих затрат бюджетных средств.

Учитывая все изложенные факторы и остроту проблемы, хотелось бы разработать машину для брикетирования снега, которая могла бы работать во дворах. Для выполнения своих целей разрабатываемая машина должна обладать следующими качествами:

1) малые габариты – для маневрирования среди улиц и автомобилей;
2) большой вес – для обеспечения большого толкающего усилия;
3) возможность смены навесного оборудования – для универсальности машины.

В качестве базовой машины нами выбран Bobcat (рис. 1), он обладает всеми необходимыми характеристиками.

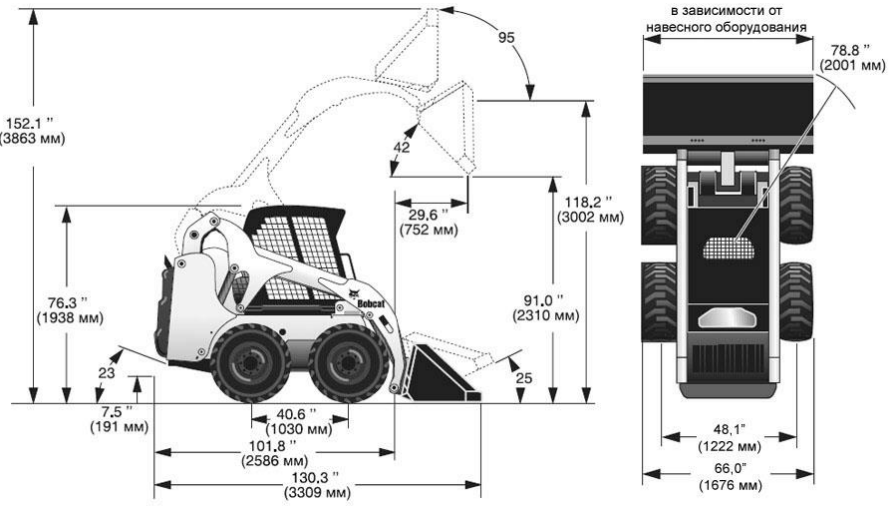


Рис. 1

Существует множество модификаций данной техники. Выбор подходящей модели будет проводиться после исследования свойств снега, расчета потребной мощности и тяговых характеристик машины и испытаний рабочего прессующего оборудования. Проведение необходимых для создания машин исследований деформации снега в замкнутом объеме будут основаны на многолетних исследованиях кафедры СДМ НГТУ.

На первом этапе разработки машины для уплотнения снега на малых территориях требуется проведение исследований снега на сжатие в замкнутом объёме. Будет создана установка, моделирующая сжатие снега, данные с которой будут обрабатываться в вычислительных программах. После обработки данных, постараемся найти зависимости, необходимые для создания снегоуплотняющего устройства.

Однако для проведения точных и актуальных расчётов требуется наличие современного оборудования и вычислительных программ.

УДК 627.777.2

В.Е. ОБРЕЗКОВА, Е.С. КУЗИНА

АНАЛИЗ И ПОДБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время идет активное освоение нефтегазовых месторождений арктического шельфа. Реализация проектов по разработке месторождений, предусмотренных стратегией развития арктического региона, приводит к увеличению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на добывающих платформах.

Спасение персонала нефтегазовых платформ на арктическом шельфе в случае аварии невозможно с помощью традиционных спасательных средств. Их применение ограниченно наличием ледяного покрова, сложной ледово-навигационной обстановкой, суровыми природно-климатическими условиями, коротким сезоном открытой воды.

При проектировании универсального спасательного средства нового поколения должны быть использованы передовые достижения науки и техники. Его технические характеристики должны не только соответствовать действующим нормативным документам, но также и опережать их из-за суровых природно-климатических условий эксплуатации.

Основными нормативными документами для коллективных спасательных средств, эксплуатируемых на акватории, являются: Правила Морского Регистра, ГОСТ Р 52638-2006 «Средства спасения экипажей инженерных сооружений, эксплуатируемых на акваториях. Общие технические требования» и Конвенция СОЛАС-74.

Материалы корпуса спасательного средства должны соответствовать следующим требованиям:

1. Способность выдерживать пребывание в зоне непрерывно горящей нефти (1200°С) продолжительностью не менее 8 мин;

2. При нахождении в пятне горящей нефти, температура внутри спасательного средства на уровне головы сидящего человека не должна превышать 60°С. Желаемое значение температуры от +22 до +30°С.

3. Материалы должны быть стойкими к гниению и коррозии, не подвергаться химическому воздействию соленой морской воды, нефти и нефтепродуктов или грибков.

4. Корпус должен быть жестким, состоящим из негорючего или не поддерживающего горения материала, который при тепловом воздействии не выделяет вредных отравляющих веществ.

5. Материалы должны обладать хорошими теплоизоляционными свойствами для снижения тепловых потерь при обогреве салона спасательного средства. Температуру воздуха за бортом следует принять равной минус 60°С.

6. Наружный слой корпуса должен обладать водоотталкивающими свойствами, не накапливать в себе воду, чтобы при покидании пятна горящей нефти и охлаждении корпуса поверхностный слой не разрушился.

7. Материалы должны обладать повышенной стойкостью к ударам, вибрации, истиранию, а также устойчивыми к короблению (одновременный нагрев до 1200°С и охлаждение корпуса холодной забортной водой 0-4°С).

8. Материалы корпуса должны снижать шумовую нагрузку на человека.

9. Материалы корпуса должны выдерживать длительное хранение при температуре воздуха от -60 до +65°С, а также не терять своих качеств при воздействии солнечных лучей.

10. Цвет наружного покрытия должен быть ярким и хорошо различимым и способствовать обнаружению спасательного средства на расстоянии (цвет – от оранжевого до красного).

Обеспечить выполнение приведенных требований возможно при использовании многослойной конструкции корпуса, в которую должны входить:

- материалы для обеспечения прочности корпуса: титановые сплавы; слоистые металлополимерные композиционные материалы, углепластики, стеклопластики;
- материалы, защищающие от окисления и газонасыщения титановых сплавов: ЭВТ-24; ЭВТ-88.
- огнезащитные материалы: В 30-9; В 30-9Х.
- антикоррозионные смазочные составы (пасты): ПСП; КСП.
- вибропоглощающие материалы: ВТП-1В; ВТП-2В.
- пожаропрочные материалы: ВИН 2 МОНО; ВКНА-1В МОНО.
- теплозащитные покрытия с керамическим слоем низкой проводимостью.

Выбранные материалы соответствуют высоким требованиям и могут быть использованы в конструкции универсального спасательного средства с Арктическим районом применения.

УДК 629

Р.В. ПЬЯНОВ, И.А. ДУРНЕВ, И.Г. КУКЛИНА

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕМЕНТОВ РОТОРНО-ВИНТОВОЙ МАШИНЫ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Моделирование служит отправной точкой для создания объектов сложной динамической структуры, что связано с использованием примитивов элементов машин в сочетании друг с другом как элементарных частей составных объектов.

Визуализация является заключительным этапом работы над моделируемой сценой. Только после визуализации становятся видны все свойства материалов объектов и проявляются эффекты внешней среды, применённые в составе сцены. Для вывода конечного изображения на экран выбирают необходимый модуль визуализации. Большинство модулей визуализации являются отдельными программами, встраиваемыми как дополнение в 3ds Max. 3ds Max обладает довольно обширной базой стандартных средств, облегчающих моделирование всевозможных спецэффектов.

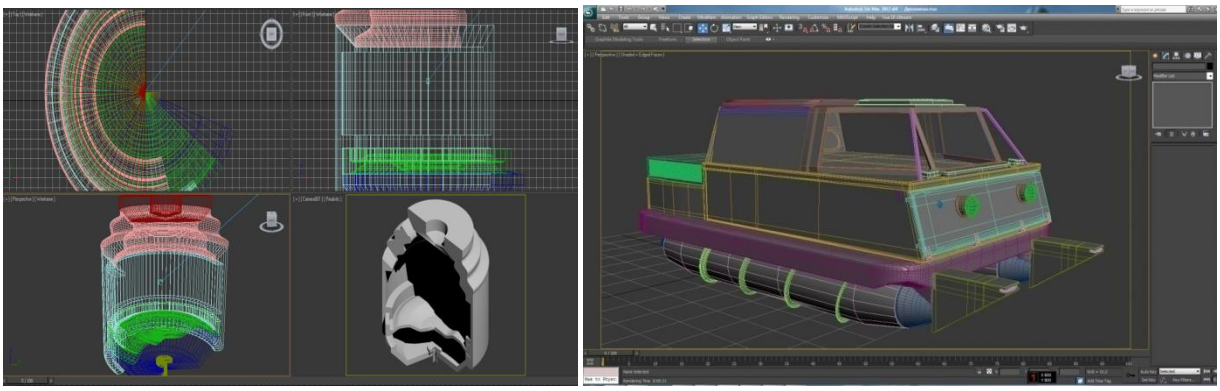


Рис. 3D модель роторно-винтовой машины и ее упруго-вязкой опоры

Трёхмерное изображение роторно-винтовой машины на плоскости – это создание геометрической проекции трёхмерной модели транспортного средства на экран компьютера с помощью трёхмерной графики. Задача данного проекта – разработать визуальный объемный образ желательной динамической картины передвижения машины по пресеченной местности.

Машина представляется из совокупности двух основных подгрупп: верхняя часть (кузов и его элементы) и несущая часть (шнеки, полозья и пр.). Отдельным планом планируется создание эффекта контакта движителей машины с опорной поверхностью.

Библиографический список

1. **Мэрдок, К.** 3ds Max 2012. Библия пользователя = 3ds Max 2012 Bible/ К. Мэрдок. – М.: Диалектика, 2012. – 1312 с.
2. **Куклина, И.Г**. Методология расчета колебаний роторно-винтовой машины с упруго-вязкой подвеской // Грузовик: Строительно-дорожные машины, автобус, троллейбус, трамвай. 2011. № 9.

Подсекция 4.5

Системы трубопроводного транспорта

УДК 620.171.33:620.194.23

И.Ю. БЫКОВ, Е.С. ЮШИН

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД НА ВЫНОСЛИВОСТЬ СТАЛЕЙ ДЛЯ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ

Ухтинский государственный технический университет

Высокоминерализованные пластовые воды нефтегазовых месторождений, содержащие такие агрессивные компоненты, как H_2S и CO_2, способствуют не только активному развитию коррозионных процессов, но и влияют на прочностные характеристики колонн насосно-компрессорных труб (НКТ), подвергающихся в процессе эксплуатации знакопеременным циклическим нагрузкам. По этой причине при прогнозировании ресурса труб следует учитывать снижение прочности и несущей способности вследствие ускорения развития разрушения при работе в агрессивных коррозионных средах.

Коррозионно-усталостные испытания сталей марок 45, 40Х и 30ХМА, подобных по механическим характеристикам сталям групп прочности «Д», «Е» и «Л» НКТ соответственно, проводились на машине МУИ–6000 при симметричном цикле нагружения гладких образцов на пяти уровнях напряжений, рассчитанных исходя из значения предела кратковременной прочности σ_B каждой марки стали, определенного по результатам твердометрии и пересчета по ГОСТ 22761–77. За основной критерий при определении предела выносливости и предела ограниченной выносливости на базе 10^7 циклов было принято полное разрушение испытательных образцов.

Коэффициент влияния пластовых вод нефтяных месторождений $K_{кор}$ на предел выносливости сталей для насосно-компрессорных труб (табл. 1) по результатам механических испытаний рассчитывался по зависимости

$$K_{кор.} = \frac{\sigma_{-1кор.}}{\sigma_{-1}},$$

где $\sigma_{-1кор}$ – ограниченный предел выносливости в пластовой воде, МПа; σ_{-1} – предел выносливости стали в сухом воздухе, МПа.

Таблица 1

Расчетные коэффициенты влияния пластовых вод нефтяных месторождений на предел выносливости сталей для насосно-компрессорных труб

Марка стали	Коэффициент влияния среды $K_{кор}$	
	Усинское месторождение	Западно-Тэбукское месторождение
45	0,284	0,227
40Х	0,302	0,259
30ХМА	0,332	0,298

Для составов пластовых вод Усинского и Западно-Тэбукского нефтяных месторождений получены расчетные коэффициенты влияния среды $K_{кор.}$ на выносливость сталей для НКТ. Результаты усталостных испытаний гладких образцов в сухом воздухе показывают

преимущество легированных сталей 40Х и 30ХМА, предел выносливости которых на 55–60 МПа выше, чем углеродистой стали 45. Коррозионно-усталостная прочность при циклическом нагружении углеродистой стали 45 имеет большее снижение своего значения, чем легированных сталей 40Х и 30ХМА. Экспериментально установлено, что пластовая вода нефтяных месторождений снижает предел выносливости исследованных сталей для НКТ в 3,5–4 раза, а повышение минерализации среды с 80 до 130 мг/л ведет к снижению условного предела выносливости на 10–20 МПа.

УДК 622.692.4

Г.С. МИННЕГУЛОВА, Е.И. КРАПИВСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ РАВНОВЕСИЙ СМЕСИ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

В настоящее время возникли трудности с освоением газоконденсатных месторождений Севера, что связано с исключительно суровыми климатическими условиями, экологическими проблемами, рисками продажи газа и отказом США от экспорта природного газа в связи с разработкой сланцевых месторождений. Для снижения рисков транспортировки сжиженного природного газа (СПГ) по Северному морскому пути в зимний период, вовлечения в переработку газового конденсата нами предлагается альтернативный вариант транспортировки сжиженной однофазной смеси природного газа и газового конденсата по подземному магистральному трубопроводу Тамбей-Бованенково (200 км) диаметром 720 мм.

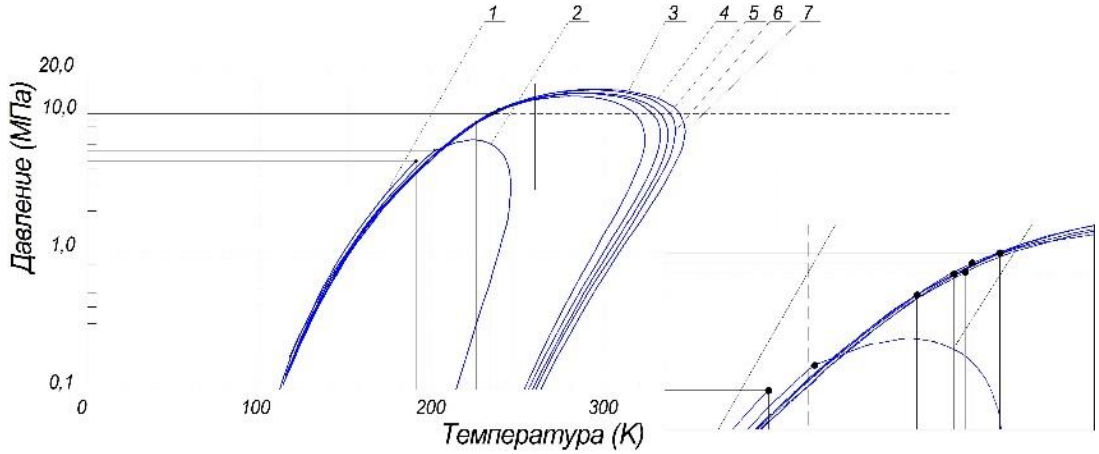


Рис. 1. P-T диаграмма (давление – температура) различных индивидуальных веществ и смесей (в массовых процентах):

1 –метан	Ткр= - 82,4° С,Ркр= 4,6 МПа
2 –типичный природный газ	Ткр= - 73° С, Ркр=5,4 МПа
3 –пластовый газ	Ткр= - 49,4° С, Ркр=8,7 МПа
4 – смесь газа и газового конденсата в соотношении 97:3	Ткр= - 39,6° С, Ркр=10,03 МПа
5 - смесь газа и газового конденсата в соотношении 95:5	Ткр= - 37,1° С, Ркр=10,45 МПа
6 - смесь газа и газового конденсата в соотношении 93:7	Ткр= - 34,96° С, Ркр=10,81МПа
7 - смесь газа и газового конденсата в соотношении 90:10	Ткр= - 28,9° С, Ркр=11,72 МПа

Целью настоящей статьи является исследование фазовых равновесий смеси сжиженных углеводородов при низких температурах. Проектная температура сжижения принята равной минус 40 ^{0}С (с начальной минус 50 ^{0}С), а давление 12 МПа (с учетом его снижения до 10 МПа). Исследованием фазовых равновесий газоконденсатных систем применительно к газоконденсатным месторождениям занимались целая группа ВНИИгаза. Разработана аппа-

ратура для исследования фазовых равновесий углеводородных систем при низких температурах [2]. В статье Степановой Г.С. [1] собраны данные по расчетным и экспериментальным критическим температурам и давлениям 34 многокомпонентных углеводородных смесей, среди которых отдельно выделены смеси природных газов с низкими критическими температурами.

Фазовые диаграммы Р-Т (давление – температура) и критические параметры смеси при различном содержании газового конденсата представлены на рис. 1. Добавление в природный газ газового конденсата позволит транспортировать эту смесь в жидком однофазном состоянии при температуре минус 40 ^{0}С – минус 50 ^{0}С и давлении 10–12 МПа.

Библиографический список

1. **Степанова, Г.С.** Метод определения критической температуры и критического давления многокомпонентных углеводородных смесей // Труды ВНИИгаза, 1962. Вып. 17/25. С. 215–231.
2. **Табунщикова, О.К**. Аппаратура для исследования фазовых равновесий углеводородных систем при низких температурах / О.К. Табунщикова, К.С. Коненков // Труды ВНИИгаза, 1962. Вып. 17/25. С. 265 –269.

УДК 621.643.03-034.14

А.Ю. МИХАЛЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТРЕСС-КОРРОЗИОННЫХ ДЕФЕКТОВ ПО ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ

ОАО «Гипрогазцентр»

По данным Ростехнадзора предприятия ОАО «Газпром» ежегодно устраняют аварийные разрушения трубопроводов по причине КРН, выявляют и ремонтируют сотни критических стресс-коррозионных дефектов, что приводит к срыву поставок газа потребителям, экологическому ущербу и необходимости расходования значительных трудовых и финансовых ресурсов. За последние три года (2011–2013 гг.) на объектах линейной части магистральных трубопроводов по результатам проведения диагностических мероприятий на 152 участках, эксплуатируемых 14 дочерними обществами ОАО «Газпром», было выявлено более 3000 стресс-коррозионных дефектов.

В работах современных исследователей имеются указания на неслучайный характер расположения стресс-коррозионных трещин по поверхности труб магистральных газонефтепроводов: ряд авторов связывает это со специфическими повреждениями ленточных полимерных покрытий, возникающих в процессе эксплуатации (образование гофр), другие авторы выдвигают предположения о влиянии неоднородности физических свойств металла труб по поверхности.

С целью определения мест локализации стресс-коррозионных дефектов по поверхности труб были проанализированы результаты внутритрубных обследований участков магистральных газопроводов, относящихся к потенциально опасным по признаку предрасположенности к стресс-коррозии. Для анализа принимались результаты внутритрубной диагностики (ВТД) участков, находящихся в зоне ответственности ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», ООО «Газпром трансгаз Ухта», ООО «Газпром трансгаз Чайковский» и ООО «Газпром трансгаз Югорск» за 2000 – 2003 годы. Выбор временного отрезка обусловлен началом проведения ВТД на Российских газотранспортных системах. По результатам обследований тех лет выявлено большое количество дефектов. Кроме того, на участках, обследованных в тот период не реализовывалось никаких мероприятий по предотвращению стресс-коррозионных проявлений.

По результатам анализа установлено, что для прямошовных труб имеется характерное распределение стресс-коррозионных дефектов. Установлено, что вероятность возникновения стресс-коррозионных трещин на отрезках в 1 ч (в часовой ориентации) от продольного сварного шва максимальная достигает 0,7.

УДК 621.643.03-034.14

А.Ю. МИХАЛЕВ, Э.В. НИКОЛАЕВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЬНОГО СВАРНОГО ШВА ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

ОАО «Гипрогазцентр»

Результаты анализа отчетов о проведенных внутритрубных обследованиях магистральных газопроводов большого диаметра показывают, что участки окружности трубы протяженностью 1 ч (в часовой ориентации), примыкающие к продольному сварному шву, характеризуются повышенной концентрацией продольно ориентированных дефектов (канавок и трещин). Значительная часть дефектов приурочена к зоне термического влияния сварного шва (до 15 см от линии шва в обе стороны).

Предрасположенность металла зоны термического влияния сварного шва (ЗТВ) к возникновению продольных дефектов объясняется изменениями структуры, происходящими в процессе сварки (повышение неоднородности химического состава, изменение размера структурных элементов). Доказанными являются факты ухудшения механических свойств металла в ЗТВ, исследователями отмечаются снижение ударной вязкости, формирование участков с пониженной пластичностью и повышенной твердостью.

Разработка мероприятий по снижению негативного влияния высоких температур, сопровождающих сварочные процессы, на надежность трубных элементов является одной из важнейших задач и ведется учеными и специалистами непрерывно. Вместе с тем, локализация ЗТВ и исследование свойств металла наиболее характерных участков ЗТВ производится преимущественно с применением разрушающих методов (статические и динамические механические испытания, металлографический анализ структуры), что не позволяет производить работы на действующих объектах газотранспортных систем.

В докладе освещены результаты экспериментальных исследований неоднородности структуры металла ЗТВ труб большого диаметра, проведенных на полноразмерном стенде, изготовленном из прямошовной трубы диаметром 1420 мм. По результатам исследований установлено, что метод измерения твердости с малой нагрузкой (ТМН) с последующей статистической обработкой результатов позволяет проводить локализацию ЗТВ, а также выявлено, что по значению дисперсии ТМН возможна идентификация наиболее характерных участков ЗТВ.

УДК 62-50

С.А. НИКУЛИН

ПРИНЦИПЫ РЕШЕНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ОАО «Гипрогазцентр»

Для защиты магистральных трубопроводов от коррозии наряду с изоляционными покрытиями применяется электрохимическая защита (катодная поляризация), основным принципом работы которой является смещение естественного потенциала защищаемого объекта в отрицательную сторону. Катодная поляризация обеспечивается станциями катодной защиты (СКЗ), имеющими четыре режима работы: поддержание выходного тока,

напряжения, заданного поляризационного и защитного потенциалов с возможностью дистанционного регулирования. При этом регулирование происходит по значениям параметров, измеренных в точке дренажа.

До настоящего времени отсутствует инструмент, позволяющий по определенным правилам управлять системой ЭХЗ в целом, давать предложения по оптимизации работы средств ЭХЗ и производить аналитическую зависимость совокупного влияния факторов на состояние защищенности. Учитывая, что с внедрением подсистем дистанционного коррозионного мониторинга, существует возможность контролировать большой объем параметров, влияющих на коррозионное состояние, в точках, расположенных по трассе магистральных трубопроводов, задача управления средствами ЭХЗ как единой системой упрощается.

Основным критерием защищенности магистральных трубопроводов является величина потенциала без омической составляющей (поляризационного) в пределах требований ГОСТ Р 51164-98 в зависимости от влияющих на его величину факторов, таких как температура транспортируемого продукта, удельное электрическое сопротивление грунтов, наличие солей, опасное влияние блуждающих токов промышленной частоты и постоянных токов, материала трубопровода и наличие участков высокой коррозионной опасности. Следовательно, регулирование системой ЭХЗ заключается в изменении выходного параметра станций, обеспечивающее значение поляризационного потенциала в границах коридора, определяемого требованиями ГОСТ. Для нахождения оптимального решения недостаточно установить поляризационный потенциал в пределах нормы, кроме этого, необходимо решить многокритериальную задачу, включающую в себя:

- суммарный защитный потенциал;
- плотность тока в измеряемых точках;
- мощность потребления каждой станции;
- коэффициент полезного действия (КПД) каждой станции;
- скорость коррозии на защищаемом участке.

Задача осложняется тем, что магистральный трубопровод представляет собой протяженный объект с изменяющимися факторами коррозии и критериями регулирования как по протяженности трубопровода, так и во времени. Таким образом, мы получаем задачу с различной совокупностью факторов и критериев, таких как:

- изменение нагрузки для СКЗ в зависимости от меняющихся во времени сопротивления грунта, изоляции и анодного заземления и др.;
- влияние источников блуждающих токов (электрифицированный транспорт, смежные системы ЭХЗ);
- влияние переменного тока промышленной частоты (блуждающего и индуцированного);
- отношение плотностей катодного и переменного тока на сооружении;
- необходимость оптимизации по поляризационному потенциалу и потребляемой мощности СКЗ одновременно.

Решение задачи оптимизации включает в себя построение матриц зависимостей поляризационного, защитного потенциалов и плотностей тока в точках измерения для нахождения величин выходного тока, обеспечивающего их величины в рамках критериев. Для нахождения решения применяются принципы структурной оптимизации. На первоначальном этапе необходимо выделить критерии, которые необходимо минимизировать или максимизировать. В данной задаче показатели потребляемой станциями катодной защиты мощности и коэффициент полезного действия станций рассматриваются как критерии. Минимизации подвергается суммарная потребляемая мощность, а максимизации коэффициент полезного действия станций катодной защиты. Остальные параметры переводятся в разряд ограничений.

УДК 622.692.4.076:620.193

Е.И. КРАПИВСКИЙ, П.А. ЯБЛУЧАНСКИЙ

ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОЙ ГЛУБИНЫ КОРРОЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ДЕФЕКТЕ В ЗАЩИТНОМ ПОКРЫТИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

В последнее время эксплуатирующие и научные организации стали обращать все большее внимание на вопросы коррозионного влияния переменного тока на трубопровод. В нормативной документации России критерием опасного влияния переменного тока промышленной частоты на стальные сооружения установлена плотность тока утечки на дефекте в защитном покрытии, превышающая 10 А/м^2.

Как правило, скорость коррозии под воздействием переменного тока как в лабораторных, так и полевых условиях, определяется на контрольных пластинах до их перфорации или по весовым потерям контрольных образцов. Глубина коррозионных повреждений, наблюдаемая в дефектах защитного покрытия реальных объектов, не всегда подтверждается скоростями коррозии, полученными указанными методами, особенно при длительном воздействии переменного тока.

Процесс коррозии неизбежно приводит к увеличению площади оголенного металла в дефекте защитного покрытия. В то время как площадь оголенного металла увеличивается, диаметр дефекта в защитном покрытии остается практически неизменным. При неизменном диаметре дефекта в защитном покрытии ток, стекающий с дефекта, остается постоянным, а плотность тока уменьшается с увеличением глубины коррозии. Коррозионный процесс прекращается при достижении плотности тока ниже опасного критерия, что определяет глубину коррозионного повреждения.

Выполненные расчеты по определению максимально возможной глубины коррозии $h_к$ для различных значений наведенного на трубопроводе напряжения переменного тока U_{ac} и сопротивления грунта ρ были оформлены в виде функциональных зависимостей $h_к=f(U_{ac}/\rho)$ для различных диаметров дефекта в защитном покрытии. С помощью полученных зависимостей при известных ρ и U_{ac} можно определить ожидаемую максимально возможную глубину коррозии, оценить степень опасности для конкретного трубопровода с известной толщиной стенки трубы и при необходимости принять решение о своевременном обследовании трубопровода.

УДК 622.691.4

Н.М. ЯКИМИВ

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЛОЖНЫХ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

ООО «ДИПРОГАЗ», г. Киев (Украина)

В предлагаемой статье приведены результаты аналитических исследований гидравлической эффективности сложных газотранспортных систем, показано влияние внутренней энергии газового потока на гидравлическую эффективность, предложен алгоритм расчета коэффициента гидравлической эффективности для участков сложных газотранспортных систем на основании анализа нестационарных процессов.

Гидравлическая эффективность предусматривает потери энергии потока газа. Современные методики демонстрируют потери потенциальной и кинетической энергии, но при этом не принимаются во внимание и расчеты потери внутренней энергии потока газа, что

отображено в данной статье. Обоснована необходимость проведения более глубоких исследований влияния внутренней энергии потока газа на гидравлическую эффективность при его транспортировке.

Проведен анализ публикаций, связанных с затронутой тематикой, и выявлены новые пути уточненного расчета потери внутренней энергии.

На КС газовый поток получает порцию потенциальной энергии, которая во время движения по линейному участку преобразуется в кинетическую (линейная скорость газа увеличивается по длине участка) и за счет работы сил трения переходит во внутреннюю, внешней мерой которой является температура газа. Соответственно температура газа должна бы расти по длине линейного участка, однако за счет расширения газа (эффект Джоуля-Томпсона) и теплообмена с внешней средой происходит рассеивание энергии, которое приводит к необратимым ее потерям. Поэтому исследование температурного режима сложных газотранспортных систем имеет большое значение в плане эффективности использования энергии в трубопроводном транспорте газа.

Для выполнения поставленных целей в статье представлена обоснованная математическая модель, которая учитывает преобразование механической энергии газового потока во внутреннюю энергию газа, при этом учитывается в последствие рассеивание внутренней энергии за счет теплообмена с окружающей средой. Данный процесс можно рассматривать как основную характеристику термогазодинамического процесса и считать критерием сходства процессов диссипации энергии.

Таким образом, в данной статье отображен уточненный расчет гидравлической эффективности, принимая во внимания методику расчетов потерь внутренней энергии газа при его транспортировке сложными многониточными магистральными газотранспортными системами.

СЕКЦИЯ 5

МОРСКАЯ, АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Подсекция 5.1

Кораблестроение и авиационная техника

УДК 629.124

И.В. АНФИМОВА

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛЕДОКОЛОВ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Расчеты проводились полуэмпирическими методами, которые связывают ледовое сопротивление с толщиной льда, его физико-механическими характеристиками, скоростью движения и одной из главных характеристик – шириной корпуса, для морских ледоколов типа «Москва», «Добрыня Никитич», «Ермак» и речного ледокола «Капитан Чечкин».

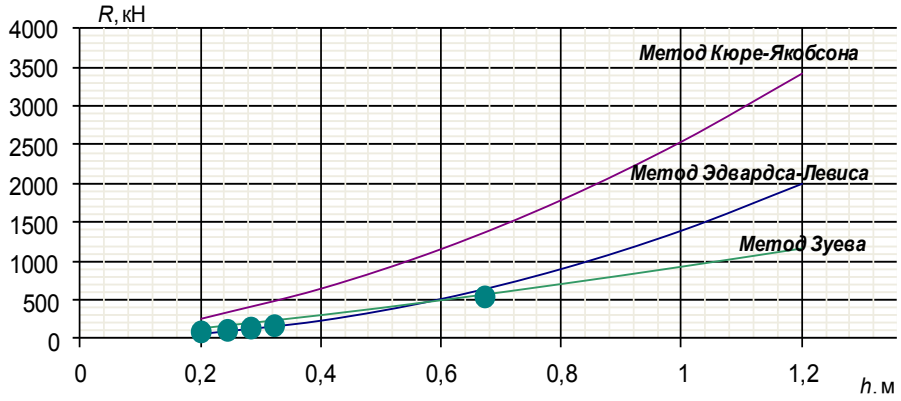


Рис. 1. Кривые зависимости ледового сопротивления ледокола «Добрыня Никитич» от толщины льда при *v*=1 м/с:
○ – эксперимент; — – расчет

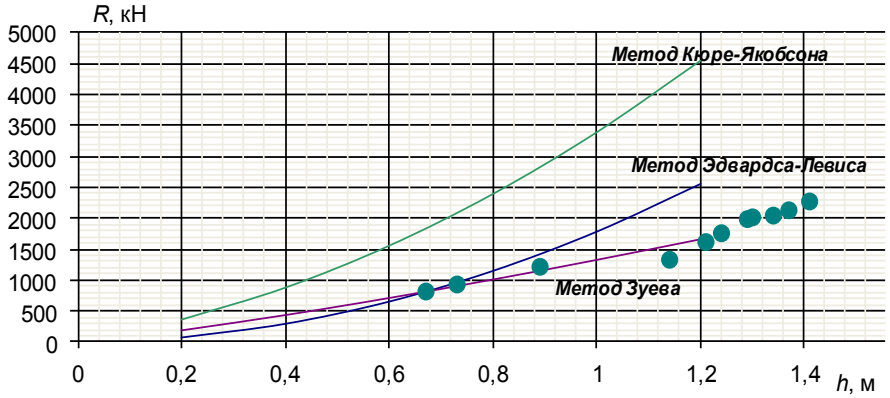


Рис. 2. Кривые зависимости ледового сопротивления ледокола «Москва» от толщины льда при *v*=1 м/с:
○ – эксперимент; — – расчет

Расчеты проводились методами Кюре-Якобсона, Эдвардса-Левиса и Зуева В.А. Результаты расчетов представлены на рис. 1, 2.

Наиболее точным расчетным методом является метод В.А. Зуева. Результаты расчетов наиболее близки к экспериментальным данным. Остальные методы показывают удовлетворительную сходимость.

УДК 533.682

К.В. БУКАНОВ, В.В. ЖЕРЕХОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКРАНА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЫЛА С ДВУХЗВЕННЫМ ЗАКРЫЛКОМ

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

В настоящей работе представлены результаты исследований крыльев различного удлинения, с двухзвенным закрылком, установленным по всему размаху. Геометрическое удлинение крыльев соответствовало λ = 2, λ = 4, λ = 6. Эксперименты проводились при относительных высотах $\bar{h}$ =0,53; $\bar{h}$ =0,66; $\bar{h}$ =1. $\bar{h} = \frac{b}{H}$ – относительная высота, где b – хорда крыла; H – расстояние до экрана.

Экспериментальные исследования характеристик указанных крыльев с двухзвенным закрылком проводились в аэродинамической трубе малых скоростей Т-1К КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. Учитывая сложность многопараметрической задачи, когда аэродинамические характеристики зависят от удлинения модели крыла, расстояния от экрана и параметров двухзвенного закрылка (углов отклонения элементов), при обработке экспериментальных данных использовались обобщенные параметры: аэродинамический угол атаки и аэродинамический угол отклонения закрылка. Эти обобщенные параметры были получены на базе анализа аэродинамических систем с большой подъемной силой при отсутствии экрана. С помощью этих параметров были представлены характеристики для каждой из высот. По характеристикам, представленным в обобщенном виде, было определено эффективное удлинение для различных высот над экраном. Было установлено, что при обработке экспериментальных данных целесообразнее использовать не относительную высоту $\bar{h}_1 = b/H$, а относительную высоту $\bar{h}_1 = l/H$, где l – размах модели.

Зависимость между приращением эффективного удлинения и относительной высотой $\bar{h}_1$ приведена на рис. 1. Эта функция справедлива не только для крыла с двухзвенным закрылком, но и с однозвенным. Это позволяет проводить оценку влияния близости земли на несущие системы в широком диапазоне изменения коэффициентов подъемной силы.

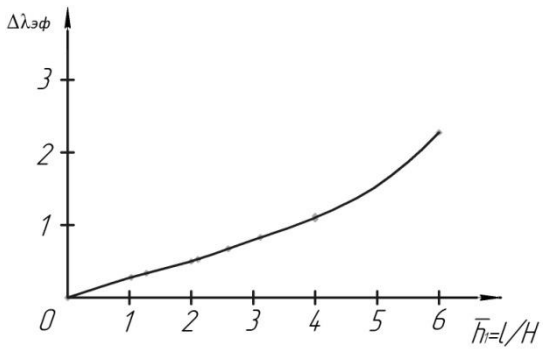


Рис. 1. Зависимость приращения эффективного удлинения от относительной высоты $\bar{h}_1 = l/H$

УДК 534-143

И.А. ВЬЮШКИНА, А.С. СУВОРОВ

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Институт прикладной физики РАН, г. Н. Новгород

Выполнено численное моделирование распространения акустического излучения во внешнюю жидкую среду от силовых источников, действующих на движительный комплекс (ДК) изделия морской техники. Исследования производились на основе суперэлементной технологии численного моделирования с применением метода взаимности и использованием для верификации расчетов экспериментальных данных по акустическим испытаниям масштабных физических моделей.

Исследованы основные причины образования погрешности численного моделирования. Представлены результаты анализа причин образования повышенного шумоизлучения в различных частотных диапазонах. Проведен количественный сравнительный анализ процессов распространения звуковых и вибрационных волн, распространяющихся от ДК на различных режимах амортизации.

УДК 658.512

А.С. ГОВОРКОВ, А.С. ЖИЛЯЕВ., С.О. ПЯТЫХ, И.В. ФОКИН

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ «СИСТЕМА АНАЛИЗА ТКИ»

Иркутский государственный технический университет

В данной работе описывается возможность разработки системы анализа технологичности изделий авиационной техники, предназначенной для использования ведущими предприятиями авиапромышленной отрасли.

В традиционной конструкторской практике анализ и отработка изделия на технологичность ведется ведущими квалифицированными специалистами-конструкторами на основе большого опыта, с привлечением большого количества информации из различных нормативных документов, справочников, рекомендаций и других источников. Такая практика использования субъективных знаний высококвалифицированных специалистов имеет свои недостатки: носителями знаний являются индивидуальные субъекты, что не позволяет тиражировать такие знания на широкий круг специалистов; за предыдущие десятилетия наметился «разрыв поколений», который во многом нарушил преемственность передачи опыта и знаний от старших поколений младшим; при усложнении объектов проектирования необходима интеграция знаний многих специалистов для комплексного анализа и решения сложных проблем, что затрудненно при разрозненности многих специалистов.

Такие затруднения определяют необходимость обращения все большего внимания к развитию новых технологий принятия решений, а именно технологий основанных на знаниях. Практическими приложениями таких технологий является внедрение экспертных систем в процедуры принятия решений. Однако для создания и внедрения экспертных систем в конструкторскую практику необходимо выполнить большой объем работ по систематизации и формализации существующих знаний в области выполнения проектно-конструкторских работ при создании нового самолета.

Существующее программное обеспечение не позволяет решать задачи вычисления технологичности по причине уникальности цикла производства на каждом предприятии. Как следствие, в конструкторской практике данная задача практически не решается при помощи средств автоматизации.

Программа обеспечивает возможность выполнения следующих функций:

- ввод, хранение, редактирование и передача данных об объектах производственной среды;
- формализация технологических методов изготовления изделия;
- сравнение различных технологических методов изготовления с точки зрения уровня заданной технологичности конструкции изделия.

Исходные данные для формализации знаний в СППР «Система анализа ТКИ»:

- справочник типовых конструктивных элементов, существующие классификаторы типовых деталей планера самолета;
- данные о технологическом оборудовании, классификатор технологических операций, перечень используемых средств технологического оснащения и др.

Таким образом, разрабатываемая система позволит автоматизировать процесс оценки технологичности при проектировании изделий авиационной техники, уменьшив, тем самым, время конструкторской и технологической подготовки производства, что соответственно отразится на себестоимости изготовления выпускаемой продукции.

УДК: 629.124

Е.Е. ГУЛЯЕВА

ПУТИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ШЕЛЬФА АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

ОАО «ЦКБ «Лазурит»

Безальтернативной для России компенсацией падающей добычи газа на месторождениях севера Тюменской области (Уренгой, Надым, Медвежье, Ямбург и др.), где в начале 21-го века добывалось около 90% всего российского газа, может быть только освоение месторождений п-ва Ямал и прилегающих к нему акваторий шельфа Карского моря**.** В последнее время уделяется значительное внимание подводной добыче углеводородов на шельфе Арктических морей.

Согласно оценкам Геологической службы США, в 25 районах Арктики имеются запасы нефти, равные в совокупности 90 млрд баррелей, что может составлять до 13 % общемирового объема неразведанных запасов. Кроме того, там имеется 1 669 000 млрд кубометров природного газа, или 30 % неразведанных мировых запасов [1].

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. Одним из возможных вариантов является создание сооружений, которые при появлении льдов и айсбергов могли бы уклониться от столкновения с ними, не прерывая при этом технологического процесса.

Это может быть достигнуто следующими путями:

1. Установкой сооружений «ныряющего» типа на гибких якорных связях на глубине около 50 м. При этом связь с поверхностью осуществляется с помощью вертикальной герметичной прочной конструкции (шахты), заканчивающейся вертолетной площадкой. При появлении айсбергов или паковых льдов заполняется группа маневровых балластных цистерн и с помощью специальных якорных лебедок, закрепленных на маневровые якоря, сооружение погружается на безопасную глубину, пропуская над собой айсберг.

2. Установкой сооружений на донном основании на глубине, исключающей воздействие тяжелых льдов и айсбергов. Начиная с глубин моря 60 м, появляется достаточный по величине зазор между дном и нижней кромкой льда, в котором весьма заманчиво разместить инженерные сооружения, не испытывающие ледовых и волновых нагрузок [2]. Подводные сооружения могут быть применены как для районов с кратковременным ледовым покровом, так и для районов с длительным ледоставом.

Создание новой топливно-сырьевой базы на Севере, очевидно, следует проводить сбалансировано, сочетая освоения морских и наземных месторождений Ямальского региона, переводя при этом давно эксплуатирующиеся месторождения севера Тюменской области в щадящий режим эксплуатации [3].

Библиографическийсписок

1. **McNulty, S.** Ледовые просторы манят к себе испытывающий энергетический голод // The Financial Times. 2008.
2. **Вайнерман, М. И**. Подводный комплекс технических сооружений для обустройства арктических газоконденсатных месторождений / М. И. Вайнерман, О. К. Эделев, А. А. Постнов. – М., 2008.
3. **Мошкин, К** Арктике нельзя относиться холодно // Время новостей. 2008.

УДК 629.124

М.О. ЗЕМЛЯНИГИН, В.Н. САВИНОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСТОЙЧИВОСТИ ТРАНСПОРТНО-СПУСКОВОЙ БАРЖИ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ СБРОСЕ ОПОРНОГО БЛОКА БУРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для бурения скважин и добычи углеводородов на континентальном шельфе широкое применение нашли стационарные буровые платформы (СБП) с опорным блоком (ОБ) сквозной конструкции на свайном основании. Такие платформы могут быть установлены на акваториях с глубиной 100 – 400 и более метров. Вопросы, связанные с транспортировкой, сбросом и постановкой на дно опорных блоков глубоководных СБП, актуальны и требуют тщательного планирования. Если ОБ транспортируется на специальной барже, то процессы транспортировки и сброса происходят при высоко расположенном центре масс воза «баржа-блок». Это представляет опасность для плавания и сброса блока при неблагоприятных метеорологических условиях. Отсутствие экспериментальных данных о мореходных качествах комплекса «баржа-блок», в частности, плавучести и остойчивости побудило авторов к постановке модельных испытаний. Открытым остается также вопрос о сбросе ОБ глубоководной платформы, происходящем при больших углах дифферента.

При моделировании транспортной баржи за основу были взяты технические характеристики натурной транспортно-спусковой баржи СТБ-1, имеющейся в распоряжении нефтяников Каспия. Характеристики баржи:

длина по палубе, м	153,0
ширина, м	45,0
высота борта до главной палубы, м	12,0
осадка, летний надводный борт, м	7,26
вес баржи порожнем,т	10650,0
центр тяжести над базисной линией, м	7,7

Модель баржи изготовлена в масштабе 1:100. Опорный блок имитировался симметричным грузом, имеющим массу, соответствующую массе опорного блока глубоководной платформы, равной 18 000 т. Экспериментальные исследования проводились в опытовом бассейне НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Программа исследований предусматривала:

- построение графиков гидростатических кривых;
- определение метацентрических высот для посадки прямо и на ровный киль;
- определение изменения метацентрических высот баржи при горизонтально-продольном переносе груза;
- построение диаграмм плеч статической остойчивости.

Испытания проводились на тихой воде в условиях глубокой воды. В докладе приво-

дятся результаты исследований. Они показывают, что при продольном сбросе ОБ глубоководной платформы, имеющей большие габариты и вес, имеют место большие углы дифферента баржи. Для выполнения требований безопасности и безаварийности проведения операции сброса ОБ на стадиях проектирования необходимо опираться на надежные методы расчета остойчивости комплекса «баржа-блок», сопровождаемые подтверждением результатами модельных испытаний.

1. **Савинов, В.Н.** Численный расчет остойчивости при продольном сбросе опорного блока СБП с транспортного плавучего средства // Современные технологии в кораблестроительном и энергетическом образовании, науке и производстве: материалы Всероссийской научно-технич. конф. – Н.Новгород, 2006. С. 66–72.

УДК 629.561.5; 629.564.7; 550.34.06.013.3

П.И. КОРОТИН, С.М. ШАМАНИН, К.А.КОСТЫЛЕВ

СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДВОДНО-ПОДЛЕДНОЙ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕДОКОЛЬНОГО СУДНА И КОМПЛЕКС ДЛЯ ЕЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ.

Институт прикладной физики РАН, г. Н. Новгород

В докладе автор останавливается на следующих вопросах:

1. Проблема исследования шельфа арктических морей в мире в целом и в российских территориальных водах, в частности.

2. Мировой уровень техники, предназначенной для сейсмопрофилирования донных структур. Освещение наиболее часто применяемых (классических) физических принципов сейсмопрофилирования донных структур, оценка их применимости в условиях Арктики.

3. Специализированная техника (в том числе проекты технических решений), предназначенная для работы в арктическом регионе.

4. Метод когерентного сейсмозондирования, его основные физические принципы и формулировка требований, предъявляемых к аппаратуре комплекса когерентного сейсмопрофилирования в случае работы в условиях Арктики.

5. Проблемы, возникающие при попытке удовлетворения сформулированных в предыдущем тезисе требований.

6. Комплекс средств для осуществления подводно-подледной сейсмоакустической разведки с использованием ледокольного судна.

Выводы: анализ предложенных технических решений, их реализуемость, общая перспектива проекта.

УДК 629.124

Е.Ю. КУРНИКОВА

ЛИНЕЙНЫЙ РЕЧНОЙ ЛЕДОКОЛ С НАВЕСНЫМ УСТРОЙСТВОМ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В 2008-2009 гг. впервые за последние 34 года были сданы в эксплуатацию ледокольные суда проекта 21900 – «Москва» и «Санкт-Петербург», построенные на Балтийском заводе. Россия начала возрождать ледоколостроение. Предпосылками для этого явилось: следующее

1) в последние годы резко возросли грузопотоки на Северном морском пути, а также число транзитных плаваний иностранных судов;

2) значительный возраст отечественных ледоколов;

3) освоение месторождений углеводородов на арктическом шельфе.

Для преодоления льда большой толщины требуются большие мощности силовых установок ледоколов. Однако увеличение мощности СЭУ ведет, во-первых, к увеличению осадки судна, что для речных ледоколов невозможно; во-вторых, к увеличению потребляемого топлива, а соответственно увеличению эксплуатационных затрат, так как основную их часть составляют расходы на топливо.

Рассмотрим речной ледокол пр.1054. Его основные характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики ледокола

Класс судна	✠ М 3.0 (ледокол)
Длина расчетная, м	62
Ширина расчетная, м	16
Осадка расчетная, м	3,5
Коэффициент общей полноты	0,486
Мощность СЭУ, кВт	2х1690
Скорость хода в чистой воде, км/ч	25,5
Предельная толщина преодолеваемого льда, см	55

По результатам расчета ледопроходимости было получено, что ледокол при движении в сплошном льду толщиной 30 см имеет скорость хода около 3,89 м/с, при предельной толщине льда 55 см – около 0,28 м/с.

Для того чтобы увеличить ледопроходимость ледокола при той же мощности мною был рассмотрен случай работы ледокола с навесной приставкой на воздушной подушке. Общий вид состава представлен на рис. 1.

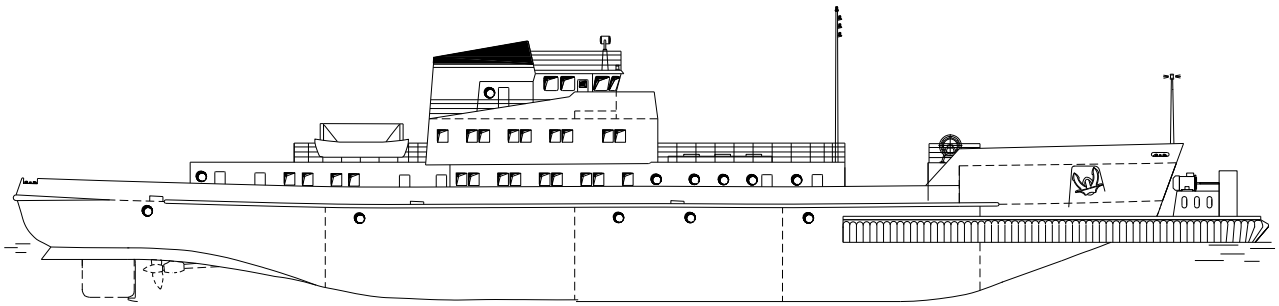


Рис. 1. Общий вид состава

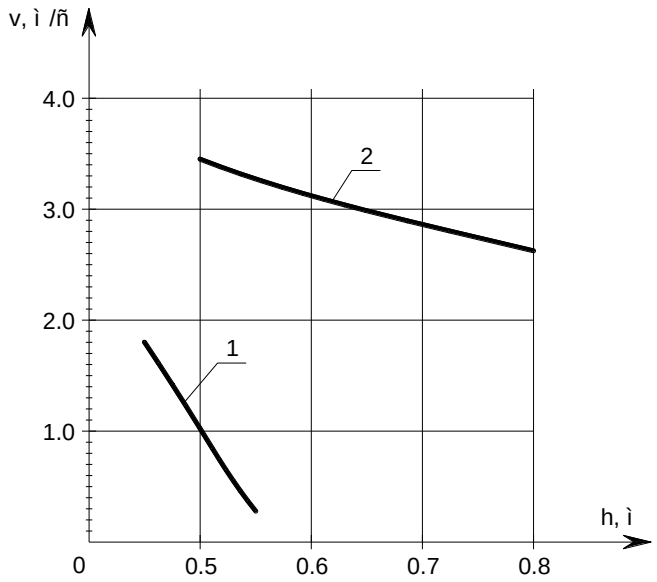


Рис. 2. Диаграмма ледопроходимости:

1 – для ледокола; *2* – для ледокола в составе с приставкой на воздушной подушке

Расчет показал, что ледопроходимость ледокола с приставкой значительно больше. Так, при толщине льда 55 см состав имеет скорость 3,27 м/с. Предельная толщина преодолеваемого льда увеличилась до 80см и скорость хода ледокола с приставкой составляет 2,63 м/с.

Наглядное представление о скоростях, достижимых судном в различных ледовых условиях, дает диаграмма ледопроходимости при заданной мощности энергетической установке. Исходными данными для построения диаграммы ледопроходимости являются результаты расчета ледовой ходкости. Диаграмма ледопроходимости представлена на рис. 2.

УДК 629.124

А.Ю. МАЛЫШЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ СУДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рефрижераторные суда – суда для перевозки скоропортящихся грузов в охлажденном или замороженном виде. Это специализированный класс судов и к ним предъявляются особые требования: повышенная скорость хода и необходимость уменьшения времени погрузочно-разгрузочных работ. Основными особенностями рефрижераторных судов является наличие изоляции грузовых трюмов, уменьшенные размеры грузовых люков, увеличенная мощность энергетической установки.

В качестве объекта исследования было выбрано речное рефрижераторное судно пр.19620, которое представляет собой двухвинтовой теплоход с размещением машинного отделения в корме, надстройки и рулевой рубки в носовой части судна, одним трюмом между надстройкой и МО, двумя палубами, двойным дном и двойными бортами в районе грузового трюма, внутренние борта которого продолжены до верхней палубы.

В процессе исследования было принято решения об изменении архитектурно-конструктивного типа судна, в частности, переноса жилой надстройки из носовой оконечности в кормовую. Благодаря этому удалось добиться увеличения грузового трюма, а, следовательно, увеличение грузовместимости на 795 м^3 и грузоподъемности на 237 т.

Общий вид рефрижераторного судна пр.19620 представлен на рис. 1.

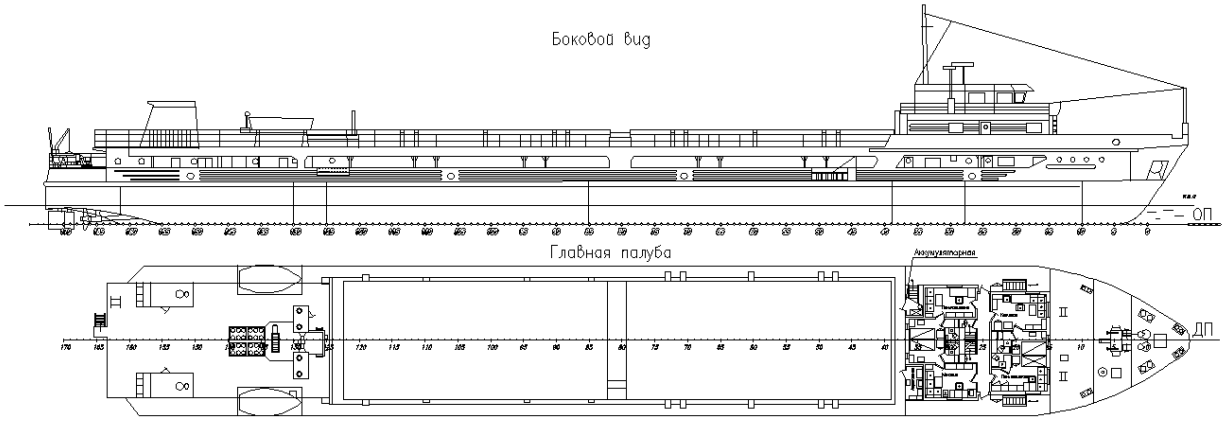


Рис. 1. Общий вид рефрижератора пр.19620

Основные характеристики судна: класс судна КМ✪ О-ПР (лед), L=83,6м, $L_{тр}$=42,5 м (с надстройкой в носу), $L_{тр}$=53,5 м(с надстройкой в корме) B=12,0 м, H=3,5 м, $T_{КВЛ}$=1,97 м, г/п – 600 т.

Предварительный экономический эффект от переноса жилой надстройки в кормовую оконечность судна составит 42,9 млн руб./г.

УДК 629.124

Е.С. МАТЮНИН

ИСПЫТАНИЕ ЛЕДОКОЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ВО ЛЬДАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В январе-феврале 2014 г. на реке Волга были проведены испытания макета действующего образца ледокольной платформы на воздушной подушке (ВП) при температуре окружающей среды в интервале от -15 до -10°С.Испытания проводились в битом и сплошном пресном льду толщиной до 0,5 м.

Основные характеристики макета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики макета ледокольной платформы

Наименование	Значение
Длина габаритная (без гибкого ограждения), м	9,55
Ширина габаритная (без гибкого ограждения), м	8,9
Высота борта, м	1,2
Водоизмещение судна на испытаниях, т: вариант 1 (без жидкого балласта) вариант 2 (8,3 т жидкого балласта) вариант 3 (14,4 т жидкого балласта)	 20,1 28,4 34,6
Давление в ВП, кПа	5,2-5,3
Расход воздуха из ВП, $м^3/с$	24-26
Продолжительность работы без пополнения запаса топлива, ч	8
Мощность энергетической установки, кВт	2х190

Макет двигался в счале с буксиром мощностью 447кВт пр.10А. Движение начиналось из майны, заполненной битым льдом.

В процессе проведения испытаний измерялись следующие величины: скорость движения, параметры воздушной подушки, углы крена и дифферента, буксировочное усилие и толщина льда.

УДК 629.124

Е.С. МАТЮНИН

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЛЕДОКОЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследовательская ледокольная платформа на воздушной подушке предусмотрена для разрушения ледяного покрова толщиной до 0,5 м с шириной канала 10 м и анализа полученных данных. Разрушение происходит способом давления.

В плане корпус исследовательской ледокольной платформы на воздушной подушке имеет форму квадрата со скругленными углами. Материалом корпуса судна является сталь марки D ГОСТ 5521-93 толщиной 4 мм. Надстройка изготавливается из гофрированных листов толщиной 3 мм из алюминиевого сплава. Размеры воздушной подушки $L_{вп}=B_{вп}=9,6$ м. Платформа проектируется двухпалубной для возможности работы экипажа (3 чел.) и исследовательской группы (3 чел.).

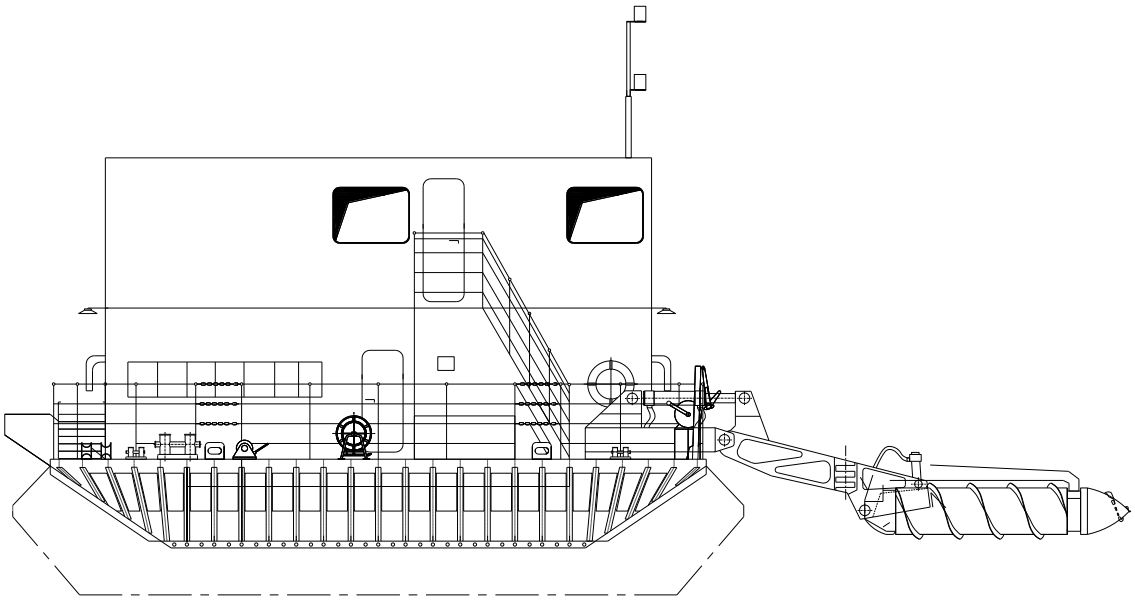


Рис. 1. Боковой вид судна

На судне в качестве нагнетательной комплекса используется автономная дизельная вентиляторная установка. Выбран центробежный вентилятор ВИР-600-14 фирмы «ВЕЗА», создаваемый требуемое давление для разрушения льда с учетом потерь в воздуховоде 5,15 кПа и расходом 21 м^3/с. Двигатель используется марки ВДМ-В-TD226B-6C1,мощностью 105 кВт, На судне в качестве нагнетательной комплекса используется автономная дизель-поставляемый фирмой «Волжский Дизель им. Маминых».

Платформа приходит в движение при помощи двух роторно-винтовых (шнековых) движителей (РВД), расположенных в носу судна, также может буксироваться судном-толкачем, для этого в корме платформы предусмотрено счальное устройство.

К настоящему времени из общей протяженности внутренних водных путей России, превышающих 2,5 млн км, для регулярного судоходства используется только 140 тыс. км. из-за тяжелых ледовых условий. Суда данного типа внесут огромный вклад в экономику страны.

УДК 629.124

С.С. МЕТЕЛИЦА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИССИРУЮЩИХ КАТАМАРАНОВ, ОБОРУДОВАННЫХ ВОЗДУШНОЙ КАВЕРНОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В центре внимания представленного исследования – экспериментальное исследование ходкости глиссирующих катамаранов на воздушной каверне. Катамаран, оборудованный воздушной каверной на днище, представляет собой гибрид глиссирующего катамарана и СВК, предназначенный в основном для быстроходных перевозок. Это катамараны переходного ($2<Fr_D<3$) и глиссирующего ($Fr_D>3$) режимов движения. Мировой опыт в области гидродинамики катамаранов, оборудованных воздушной каверной, на сегодняшний день ограничен немногочисленными исследованиями. Это отчасти обусловлено сложной постановкой задачи при исследовании таких катамаранов в широком диапазоне скоростей, и отчасти тем, что основное внимание судостроителей вплоть до 1970-ых годов было обращено на традиционные водоизмещающие катамараны.

Следует заметить, что использование катамаранной схемы является предпочтительным в указанном диапазоне скоростей, так как масса судна распределяется между двумя не-

сущими поверхностями, удлинение каждой из которых существенно больше удлинения однокорпусных глиссеров. Имея на больших скоростях углы дифферента, близкие к оптимальным, корпуса глиссирующих катамаранов могут обладать гидродинамическим качеством, превышающим качество однокорпусных судов с аналогичными характеристиками. С целью изучения ходкости глиссирующих катамаранов, оборудованных воздушной каверной, в опытовом бассейне ОАО «ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева» был проведен ряд испытаний.

Одной из задач, поставленных перед началом испытаний, было исследование величины остаточного сопротивления в зависимости от горизонтального клиренса. Влияние клиренса в форме отношения суммарной ширины корпусов $2B_1$ к полной ширине катамарана B_m исследовалось при трех водоизмещениях, соответствовавших значениям коэффициента статической нагрузки $C = V/(2B_1)^3$, равным 0,393, 0,585, 0,948, и одном положении ЦТ по длине $Fr_V = v/\sqrt{gV^{1/3}}$. Значения горизонтального клиренса были следующими:0,3, 0,4, 0,6, 0,7, 0,8.

Второй задачей, поставленной при исследовании ходкости глиссирующих катамаранов, послужило влияние удлинения корпусов катамарана на гидродинамическое качество. Испытывались три модели различного удлинения в диапазоне L/B_1=7,5-22,5.

В результате проведенных испытаний получили следующие графики:

- зависимость сопротивления катамарана от горизонтального клиренса;
- влияние расстояния между корпусами на гидродинамическое качество глиссирующего катамарана;
- зависимость гидродинамического качества глиссирующего катамарана от величины расхода воздуха на создание воздушной каверны.

Полученные зависимости позволяют не только производить оценку буксировочного сопротивления глиссирующего катамарана с заданными главными размерениями и водоизмещением, но и решать в первом приближении обратную задачу, т.е. по заданным водоизмещению, скорости и мощности выбирать главные размерения катамарана – удлинение корпусов и горизонтальный клиренс.

УДК 623.827

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

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДВОДНЫХ СРЕДСТВ ДВИЖЕНИЯ СИЛ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время вероятность «большой войны» значительно снижена. Однако не проходит ни одного дня, чтобы в одной или нескольких точках земного шара не велись боевые действия. Сейчас такие войны политкорректно называют «конфликтами низкой интенсивности», «борьбой с терроризмом», «миротворческой деятельностью», «принуждением к миру» и др. Причем боестолкновения ведутся как на суше, так и на море. Во флотах крупных стран еще со времен первой мировой войны находятся специальные подводные аппараты для действий подразделений разведчиков-диверсантов. Во время второй мировой войны эти подразделения в различных вариантах применялись практически всеми странами. В настоящее время наиболее развитие подводные силы специальных операций получили в США, Великобритании, Франции, Италии, Германии и России. В последние годы подобные формирования активно создаются в ряде стран Азии, Среднего Востока, Африки и Латинской Америки. В целом все подводные аппараты можно разделить на следующие основные группы: а) индивидуальные буксировщики; б) групповые буксировщики; в) «погружающиеся катера»; г) сверхмалые подводные лодки; д) подводные лодки специального назначения

Одними из первых *индивидуальных буксировщиков* стали «подводные скутеры» Torpille и Pegasus. В настоящее время буксировщики боевых пловцов, состоящие на вооружении раз-

ных стран, достаточно разнотипны по конструкции, большинство буксировщиков имеют габаритные размеры, позволяющие применять их через торпедные аппараты. Наибольшее распространение получили аппараты «буксировщики», однако, существует нагрудные, заспинные, толкающие конструкции.

Практически все *групповые буксировщики* имеют уравнительную систему для компенсации влияния переменных грузов и изменения плотности воды по глубине и в зависимости от района применения аппарата, они имеют большую дальность хода, могут быть оснащены системой группового дыхания из баллонов внутри аппарата. Для снижения воздействия на экипаж набегающего потока воды часто имеют выдвижные щиты либо полностью закрытую конструкцию.

Погружающиеся катера имели прототипы в различных странах, производимые на базе надувных лодок (RIB). Перед погружением лодка сдувалась, глушился подвесной мотор, движение под водой осуществлялось под электромотором. Также рядом стран и другими вооруженными формированиями применяются «низкопрофильные суда», предназначенных для движения по поверхности, однако некоторые из них имеют возможность полного погружения в течение небольшого времени.

Сверхмалыми подводными лодками (или малыми) считаются ПЛ с водоизмещением не более 150 т, но есть и исключения, например S300CC (Fincantieri) и TR300 (HDW и TSNW) с водоизмещением более 300 т.

Подводные лодки специального назначения Основное их предназначение – доставка в районы выполнения специальных задач пловцов со средствами движения. Ряд серийных ПЛ могут быть дооборудованы док-камерой.

УДК 534

А.В. СТУЛЕНКОВ, А.С. СУВОРОВ, П.В. АРТЕЛЬНЫЙ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕЙ ПЕРЕДАЧИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ОТ РАБОТАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА НА КОРПУС КОРАБЛЯ

Институт прикладной физики РАН, г. Н. Новгород

Работа посвящена экспериментальному определению вклада отдельного механизма в суммарное виброакустическое поле корабля, а также определению путей передачи акустической энергии от заданного механизма на корпусные конструкции.

Эксперимент проводился на физической масштабной акустической модели. В качестве исследуемого механизма выступал макет энергетической установки с двухкаскадной системой амортизации. Макет представлял собой два массивных груза, связанных между собой и с корпусом амортизаторами типа СТВР. Для имитации работы механизма использовался широкополосный электродинамический вибровозбудитель типа B&K 4810, закрепленный на одном из грузов.

Вклад от источника в контрольную точку на корпусе определялся на основе измерения вибрации по обе стороны первого каскада амортизации с помощью метода взаимности, для чего было выполнено два различных измерения. Первое (прямое) измерение проводилось при работе механизма в заданном режиме, второе (взаимное) – с помощью вибратора, установленного в контрольной точке.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что для низких частот вклад работающего механизма в вибрационное поле в контрольной точке на корпусе масштабной модели определяется вибрацией, прошедшей через два каскада амортизации. Для уточнения путей распространения акустической энергии в средне- и высокочастотном диапазонах были проведены дополнительные измерения, в которых вибратор был заменен на эквивалентный источник воздушного шума - динамик, подвешенный над исследуемым макетом. По результатам измерений установлено, что в области высоких частот вклад в вибрационное поле в

контрольной точке определяется воздушным шумом, который создается колебаниями макета, а в области средних частот вклад определяется как воздушным шумом, так и вибрацией.

Вклад от источника в контрольную точку на корпусе определялся на основе измерения вибрации по обе стороны первого каскада амортизации с помощью метода взаимности, для чего было выполнено два различных измерения. Первое (прямое) измерение проводилось при работе механизма в заданном режиме, второе (взаимное) измерение проводилось с помощью вибратора, установленного в контрольной точке.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что для низких частот вклад работающего механизма в вибрационное поле в контрольной точке на корпусе масштабной модели определяется вибрацией, прошедшей через два каскада амортизации. Для уточнения путей распространения акустической энергии в средне- и высокочастотном диапазонах были проведены дополнительные измерения, в которых вибратор был заменен на эквивалентный источник воздушного шума - динамик, подвешенный над исследуемым макетом. По результатам измерений установлено, что в области высоких частот вклад в вибрационное поле в контрольной точке определяется воздушным шумом, который создается колебаниями макета, а в области средних частот – как воздушным шумом, так и вибрацией.

УДК 629.124.791

О.С. ТЕСТОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЛКОВОДЬЯ НА ДВИЖЕНИЕ ЛЕДОКОЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Плавание на мелководье является одним из наиболее сложных условий, в которых оказывается судно в процессе эксплуатации. И сложность ситуации заключается не только в том, что малый запас воды под килем в данных условиях представляет собой реальную навигационную опасность, но и в том, что поведение судна на мелководье существенно отличается от поведения на глубокой воде. Еще сложнее процесс движения судов в ледовых условиях на мелководье. Движение судов в ледовых условиях на мелководье до сих пор является одним из наименее изученных разделов теории ледокольного корабля.

Разрозненные экспериментальные данные показывают, что мелководье оказывает влияние на показатели ледовой ходкости и управляемости ледокола, а также на его ледовую прочность. Особый интерес представляет рассмотрение движения ледокола на предельном мелководье, когда зазор между осадкой ледокола и глубиной водоема сопоставим с толщиной преодолеваемого им льда. Именно в этой ситуации влияние мелководья в наибольшей степени сказывается на ледовых качествах ледокола. Поэтому изучение влияния мелководья на ледовые качества ледоколов – актуальная задача.

В работе рассматриваются способы определения ледового сопротивления в условиях мелководья. Произведены расчеты чистого ледового сопротивления при движении ледокола в сплошном и битом льду на глубокой воде. Выбран способ [1] для оценки сопротивления ледоколов с учетом мелководья.

По предложенному алгоритму произведены расчеты чистого ледового сопротивления спроектированного ледокола и существующих ледоколов на разных глубинах эксплуатации. Выполнено сравнение расчетных значений сопротивления в условиях мелководья с экспериментальными данными [2] и с ледовым сопротивлением на глубокой воде.

Выявлено, что чистое ледовое сопротивление в условиях мелководья увеличивается. Это обусловлено, во-первых, попаданием льдин в зазор между днищем ледокола и дном. Их трение о корпус не только приводит к увеличению ледового сопротивления, но и могут вызывать локальные повреждения корпуса. Во-вторых, дополнительным трением, вызванным формированием подводных нагромождений у бортов ледокола и влиянием указанного

нагромождения на процессы разрушения и притапливания обломков льда корпусом ледокола.

Кроме этого, при движении на мелководье в ледовых условиях происходит снижение тяговых характеристик движительного комплекса, поэтому ледопроходимость ледоколов на мелководье всегда ниже, чем на глубокой воде.

Результаты проведенных исследований показали, что выбранной полуэмпирической моделью расчета сопротивления можно пользоваться для экспресс-оценки ледопроходимости судов ледового плавания в условиях мелководья.

Библиографический список

1. **Зуев, В.А.** Особенности плавания ледоколов в условиях мелководья / В.А. Зуев, В.К. Рыбаков // Проектирование, теория и прочность судов, плавающих во льдах: межвуз. сб. науч. тр. / НПИ. – Н.Новгород, 1992. С. 34–39.
2. **Шканов, И.Н.** Модельные испытания ледоколов на мелководье/ И.Н. Шканов // Проектирование, теория и прочность судов, плавающих во льдах: межвуз. сб. / НГТУ. – Н.Новгород, 1995. С. 75–77.

УДК 629.124

А.Р. ХАБИБУЛЛИНА

ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ И ПЕРЕКЛАССИФИКАЦИЯ МОРСКОГО ТРАНСПОРТНОГО ПОНТОНА ПР. 03060 ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ БЛОК-МОДУЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время освоение ресурсов нефтегазоносных районов шельфа морей и океанов становится одним из главных источником развития топливно-энергетической базы России. 70% площади российского шельфа перспективны на добычу нефти и газа, однако подавляющая его часть расположена в замерзающих морях с тяжелым ледовым режимом и суровыми климатическими условиями, что создает серьезные трудности при создании технических средств освоения шельфа. По заказу судоходной компании был выполнен проект модернизации морского транспортного понтона пр. 03060, предназначенного для перевозки тяжелых крупногабаритных блоков из Черного моря в Каспийское.

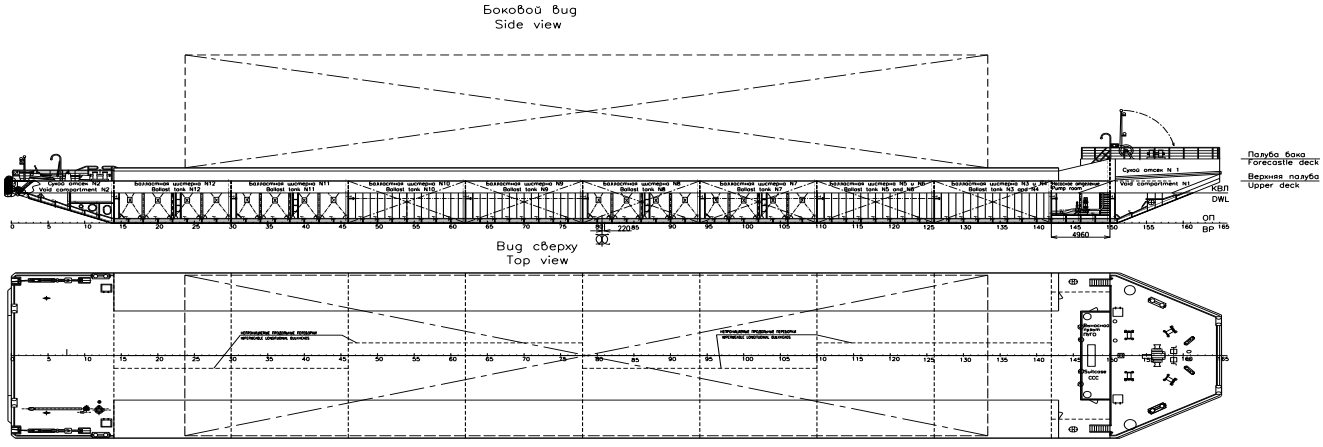


Рис. 1. Общий вид баржи

Модернизация транспортного понтона для перевозки крупногабаритных блоков буровых установок массой 2000 т (размеры блока l=68,0 м, *b*=16,0 м, *h*=11,25 м) подразумевает следующие изменения, внесенные по сравнению с базовым проектом: на палубе установлены

рецессы длиной 68,0 м, высотой 1,3 м; в трюмном помещении предусмотрено насосное отделение, включающее в себя два насоса НЦ-В производительностью 250 м^3/ч; все сухие отсеки (кроме носового и кормового) используются как балластные при погрузо-разгрузочных операциях. В корме с правого борта в районе 11-12 шпангоутов установлен двухпалубный шпиль типа АК-III мощностью 6 кВт. Там же предусмотрены кормовой якорь Холла массой 1250 кг, якорная цепь второй категории прочности калибром 32 мм, длиной 125 м и цепной ящик. На кормовом транце предусмотрено кормовое счальное устройство, состоящее из горизонтальной балки и системы натяжения тросов. В корме на горизонтальной балке счального устройства предусмотрено рецесс-углубление в палубе для размещения береговой аппарели. Общий вид транспортного понтона представлен на рис. 1.

Основные характеристики судна: класс судна К ✪ [1] R2-RSN, $L_{тр}$=102,3 м, B=16,5 м, H=4,2 м, $T_{КВЛ}$=2,8 м, г/п – 3000 т. Предварительная стоимость переоборудования составила 1,2 млн долл. США.

Концепция модернизации транспортного понтона получила поддержку Российского Речного Регистра и Российского Морского Регистра Судоходства.

УДК 629.124.791

Д.А. ХЛЕБОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПНЕВМО-ОМЫВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА РАБОТУ ЛЕДОКОЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Не секрет, что большинство портов России отличаются характерной особенностью – замерзанием акватории в зимний период времени, что значительно осложняет движение судов и отрицательно влияет на объемы грузоперевалки в портах. Ледокольный флот на сегодняшний день является наиболее эффективным и фактически безальтернативным средством, обеспечивающим доступ судов в замерзающие порты. Орудия, основанные на новых принципах разрушения льда, не могут полностью заменить ледокол.Поддержание ледокольного флота в рабочем состоянии, его модернизация и развитие – одна из наиболее актуальных задач в сфере развития и поддержания бесперебойной работы морских портов России.

Несмотря на некоторые изменения климатических факторов за последние годы, ледовые условия в период зимней навигации не становятся легче. В отдельных районах нередко возникают крайне сложные ситуации из-за дефицита ледоколов для обеспечения проводки судов. Анализ складывающейся ситуации со всей очевидностью свидетельствует о необходимости проектирования и строительства новых ледоколов.

Совершенствование ледокола будет связано в основном с оборудованием его современными средствами борьбы со льдом (например, такими, как судовые устройства и системы, предназначенные для повышения ледопроходимости, использование ПОУ, ГОУ, применяющие новые способы разрушения льда, очистки канала от битого льда, защиты винтов от ледовых повреждений и т. д.). Иными словами, ледокол будущего должен быть снабжен совершенными техническими средствами, необходимыми для наилучшего выполнения основных функций.

Одним из технических средств повышения ледопроходимости считается ПОУ.

В работе показана целесообразность использования ПОУ на ледоколах и судах ледового плавания. Для этого была спроектирована система пневмоомывающего устройства на ледоколе. Оценено влияние ПОУ на сопротивление движению и ледопроходимость.

На основе исследований сделаны выводы. При использовании ПОУ снижается ледовое сопротивление при движении в сплошном и мелкобитом льду. Эффект применения ПОУ до-

стигается за счет уменьшения коэффициента трения корпуса судна о лед (снег) от восходящего потока воды, увлекаемого воздушными пузырями за счет архимедовых сил [1]. При работе ПОУ возникают горизонтальные течения воды, которые перпендикулярны направлению движения ледокола. Именно эти течения отклоняют отдельно плавающие льдины в стороны, образуя свободный от плавучего льда проход.

Применение ПОУ эффективно в разреженных битых льдах, сплоченность которых не превышает 3-4 баллов.

Практически все специалисты, изучавшие работу ПОУ на судах[2], признают целесообразность его применения, однако считают необходимым в каждом конкретном случае оценивать эффективность этого мероприятия.

Библиографический список

1. **Зуев, В.А**. Средства продления навигации на внутренних водных путях / В.А. Зуев. – Л.: Судостроение, 1986. – 207 с.
2. **Каштелян, В.И**. Об эффективности пневмоомывающего устройства и области его применения на судах, плавающих во льдах/ В.И. Каштелян, Ю.Н. Попов, Л.Г. Цой // Труды ААНИИ.– СПб., 1981. Т. 376.

Подсекция 5.2

Энергетические установки

УДК 629.12

И.В. БОГАТОВ, С.Н. ЗЕЛЕНОВ

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СУДОВЫХ ВАЛОПРОВОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Среди многочисленных конструкций уплотнений вращающихся валов торцовые уплотнения считаются специалистами наиболее современными и перспективными. В последние годы в нашей стране и за рубежом они стали использоваться и в судостроении.

Торцовым уплотнением называют герметизирующее устройство между неподвижным корпусом и вращающимся валом, служащее для разделения полостей высокого и низкого давлений и выполненное в виде пары трения торцовых поверхностей двух деталей, одна из которых закреплена на валу, а вторая – в корпусе. Рассматриваемое уплотнение относятся к контактным типам уплотнений. Характер трения в нем может находиться в диапазоне от контактного трения, связанного с непосредственным взаимодействием поверхностей уплотняющей пары колец, до трения гидродинамического, связанного с течением уплотняемой среды в узкой щели между торцовыми поверхностями. Наименее напряженным для торцовых уплотнений является период работы, при котором контакт торцовых уплотняющих поверхностей пары колец осуществляется в условиях невращающегося вала, а также на начальном этапе его вращения. При выходе на режимную работу и работе на штатном режиме процессы трения между уплотняющими поверхностями колец сопровождаются значительными тепловыделениями и нагрузками от давления уплотняемой среды.

При выборе конструкции торцовых уплотнений необходимо учитывать следующие факторы для узла уплотнения:

- характеристики герметичности;
- ресурс надежной работы;
- габаритные размеры;
- стоимость изготовления;
- расходы на эксплуатацию и обслуживание.

Конструктивная детализация этих факторов и их связь с протечками через уплотнение, потерями на трение, надежностью и долговечностью узла зависит от следующих параметров:

- нагружающего перепада давления;
- коэффициента нагрузки;
- окружной скорости вращения;
- изменения в процессе работы нагрузки узла по давлению и температуре уплотняемой среды;
- наличия в среде абразивных включений;
- коррозионной стойкости материалов узла и др.

УДК 629.12

М.Б. БОМБЕЛЮК, С.Н. ЗЕЛЕНОВ

ИСПЫТАНИЕ ОБРАЗЦОВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «ИНТИЗОЛ» С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы произошло значительное расширение номенклатуры теплоизоляционных материалов, применяемых в судостроительной промышленности и одобренных различными классификационными обществами. Сертификата типового одобрения, как правило, достаточно для их использования в различных конструкциях судов. В то же время в отдельных случаях требуются дополнительные подтверждения и согласования на возможность использования материалов других надзорных органов.

Целью работы являлось определение коэффициента теплопроводности твердого теплоизоляционного стеклопористого материала на основе пеностекла «ИНТИЗОЛ» и установление его зависимости от температуры. В основу выполняемых измерений был положен «метод пластины» – метод сравнения теплопроводности испытуемого материала с теплопроводностью эталонного материала.

Исследования проводились на образцах, изготовленных в лабораторных условиях из плиты стандартного размера, которая предназначалась для тепловой изоляции судовых конструкций. В процессе выполнения работы экспериментально замерялись необходимые термодинамические параметры, по ним вычислялся коэффициент теплопроводности и оценивалась погрешность измерений.

После статистической обработки результатов измерений были получены следующие значения коэффициента теплопроводности для двух образцов толщиной δ = 5,5 мм (образец 1) и 12,7 мм (образец 2): образец 1 λ_1 = 0,112 $\mp$ 0,044 Вт/м·К и образец 2 λ_2 = 0,167$\mp$0,0,045 Вт/м·К; установлены аналитические зависимости в диапазоне значений температур t от 20 до 47 °С: $\lambda_1 = 0{,}146 + 0{,}746\cdot10^{-3}t_{ср}$ (Вт/м·К); $\lambda_2 = 0{,}095 + 0{,}532\cdot10^{-3}t_{ср}$ (Вт/м·К). Коэффициент теплопроводности имеет линейную зависимость от температуры.

Материал из-за мелкопористой структуры (мелкие твердые спекшиеся частицы с большой долей воздушной прослойки) обладает относительно низкой теплопроводностью и может быть отнесен к теплоизоляционным материалам. Установлено, что уменьшение толщины образца приводит к существенному уменьшению коэффициента теплопроводности за счет увеличения воздушного пространства в слое материала.

Наличие шероховатости поверхности плит способствует снижению тепловых потерь из-за дополнительной воздушной прослойки. Материал хрупок, при монтаже на судовые конструкции его наружную поверхность желательно покрыть алюминиевой фольгой.

УДК 621.43

Д.А. ГОРДЕЕВ[1], А.Ю. СУББОТИН[1], А.Н. ТАРАСОВ[2],Л.А. ЗАХАРОВ[1], А.В. ДЕГТЯРЕВ[2], И.Л. ЗАХАРОВ[2]

СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПДВС Р-4, V_h=2,7 дм^3 ЗА СЧЁТ ОБРАБОТКИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2]

Анализ и синтез закономерностей образования токсичных веществ в ПДВС позволяет наметить основные направления и определить конкретные способы обеспечения их экологической безопасности. Такими направлениями в современном машиностроении являются:

- подавление эмиссии токсичных веществ в процессе сгорания топлива;

- снижение содержания токсичных веществ в отработавших газах вне рабочей камеры (нейтрализация отработавших газов):
- использования топлив, не содержащих токсичных веществ и не образующих таковых при сгорании.

Наиболее рациональным является второе направление может быть распределено на три: 1) сжигание продуктов неполного сгорания в каталитических нейтрализаторах; 2) восстановление NO_x в трех компонентных каталитических нейтрализаторах; 3) восстановление NO_x введением дополнительных компонентов и др.

Перечисленные способы позволяют уменьшить образование токсичных отходов, удовлетворяющих жёстким нормативам Евро 5. Поэтому приходится использовать способ снижения содержания токсичных веществ в отработавших газах уже после их выхода из цилиндра. С этой целью бензиновые ПДВС, которые могут получить европейский сертификат на право эксплуатации, оснащаются нейтрализаторами отработавших газов. В нейтрализаторах основные токсичные вещества, содержащиеся в отработавших газах(NO_x,CO,CH), в результате химических реакций с кислородом или между собой образуется нетоксичные газы, улучшающие работу нейтрализатора на скоростных и нагрузочных режимах. Поэтому современные бензиновые ПДВС оснащаются окислительными нейтрализаторами тройного действия. Трёхкомпонентные нейтрализаторы способны одновременно доокислить оксиды углерода и углеводороды в CO_2 и пары воды H_2O. В таких нейтрализаторах восстанавливаемая NO_x степень нейтрализации CO,CH,NO_x зависит от состава горючей смеси.

Рассмотренные способ нейтрализации ОГ позволяет обеспечить экологическую безопасность бензинового ПДВС в соответствии с нормами, действующими в промышленно развитых странах мира, а также создаёт определённый резерв для удовлетворения более жестким перспективным нормативам.

В докладе приведены: цель работы, решаемая проблема, техническое состояние ПДВС при пробеге транспортного средства Евро-5, энергетическая-экономическая-экологическая безопасность за счёт инженерных решений.

УДК 621.43

А.В. ДЕГТЯРЕВ[2], Н.А. АДЯСОВА[1], Л.А. ЗАХАРОВ[2], М.Н. РЁБРУШКИН[2]

ВЫБОР СПОСОБА УВЕЛИЧЕНИЯ ЭНЕРГОПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ПОРШНЕВОМ ДВС Р-4 ОБЪЕМОМ 2,445 ДМ^3 ЗА СЧЕТ УМЕНЬШЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНО УСТРАНИМЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ

Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2]

Одной из основных проблем поршневого ДВС является повышение энергопреобразования внутренней энергии рабочего тела в механическую работу.

Качество энергопреобразования в термодинамическом цикле оценивается термодинамическим КПД:

$$\eta_t = \frac{L_t}{Q_1} = \frac{Q_{1v} - Q_{2v}}{Q_1} = 1 - \frac{Q_{2v}}{Q_1} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} = 1 - \frac{1}{\delta^{k-1}}.$$

Степень приближения индикаторного КПД к термодинамическому КПД оценивается относительным КПД, характеризуемым принципиально устранимыми тепловыми потерями

$$\eta_g = \frac{\eta_i}{\eta_t}$$

Степень приближения эффективного КПД к индикаторному КПД оценивается механическим КПД, характеризуемым механическими потерями в поршневом ДВС,

$$\eta_{\text{м}} = \frac{\eta_e}{\eta_i}.$$

Эффективный КПД

$$\eta_e = \eta_t \eta_g \eta_{\text{м}}.$$

Для расчетов был выбран рядный четырехцилиндровый бензиновый двигатель рабочим объемом 2,4 л, мощностью 116,6 кВт при частоте оборотов коленчатого вала 4000–4250 мин$^{-1}$.

Таблица 1

Параметры	Величины			
Частота коленчатого вала, n мин$^{-1}$	4000	4100	4200	4250
Степень сжатия, ε	6,7	7,0	7,5	8,0
Термодинамический КПД, η_t	0,435	0,442	0,454	0,464
Относительный КПД, η_g	0,89	0,9	0,91	0,92
Механический КПД, $\eta_{\text{м}}$	0,9	0,88	0,86	0,84
Эффективный КПД, η_e	0,348	0,350	0,355	0,359

Из анализа табл. 1 видим, что при увеличении частоты вращения коленчатого вала уменьшается величина принципиально неустранимых тепловых потерь (увеличивается относительный КПД) за счет уменьшения времени отдачи теплоты в стенки цилиндра.

УДК 621.43

А.А ДУГИН[1], Е.П. МУХИН[1], А.Н. ТАРАСОВ[2], Л.А ЗАХАРОВ[1]

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕНЗИНОВОГО ДВС Р-4, V_H=2,7 ДМ ^{3} ЕВРО-5 ЗА СЧЕТ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ВПРЫСКА БЕНЗИНА

Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2]

Анализ и синтез получения высоких термодинамических показателей бензинового ПДВС позволяет наметить основные направления и определить конкретные способы обеспечения его энергетической безопасности. Такими направлениями в соответствии с развернутым уравнением эффективной мощности

$$N_e = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \eta_H \cdot \rho_в \cdot \frac{1}{\alpha \cdot l_0} \cdot Q_H \cdot \eta_e \cdot i \cdot \frac{1}{m} \cdot n \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{1000}, кВт$$

являются:

1. Инженерное решение обеспечения энергетической безопасности путем совершенствования главного механизма, называемого кривошипно-шатунным механизмом, на который работают еще два механизма и все подсистемы ПДВС. Способы совершенствования КШМ:
   - выбор рационального отношения хода поршня к диаметру цилиндра $\lambda_к$=0,98, 1, 1,03;
   - выбор рационального отношения радиуса кривошипа к длине шатуна $\lambda_ш$=0,274; 0,280; 0,289;
   - выбор способа уплотнения расходом воздуха, поступающего в рабочую камеру цилиндра и её температурным режимом;
   - выбор наивыгоднейшей кинематической схемы работы КШМ.
2. Инженерное решение обеспечения энергетической безопасности путем совершенствования регулируемых органов выпуска и впуска с наивыгоднейшеми коэффициентами наполнения и плотности воздуха.

3. Непосредственный впрыск бензина в рабочую камеру цилиндра под высоким давлением 140 МПа.

4. Быстрое и полное сгорание паров топлива на пределе детонации с минимальными токсичными компонентами.

В докладе сообщается: цель работы; актуальность и решаемые проблемы; инженерные решения для получения высоких энергетических показателей в комплектации настроенных и регулируемых органов выпуска и впуска подсистемы газообмена транспортного средства. Эти инженерные решения позволяют на скоростных и нагрузочных режимах работы ПДВС обеспечить рациональные и наивыгоднейшие значения энергетической, экономической и экологической безопасностей и сохранение технического состояния в соответствии с государственными, отраслевыми, заводскими и европейскими стандартами.

УДК 681.5

В.В. КАРГАПОЛЬЦЕВ, А.А. МИЦКЕВИЧ

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ КРАСИТЕЛЯ ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ ВОДЫ

Вятский государственный университет, г. Киров

Снижение утечек теплоносителя через неплотные соединения и аварийные прорывы, а также сокращение его несанкционированного водоразбора потребителями является одним из простых и эффективных способов энергосбережения. Согласно п. 4.12.30 РД 34.20.501-95, «… утечка теплоносителя из водяных тепловых сетей должна быть не более 0,25 % … объема воды в тепловой сети … в час».

На практике величина утечки теплоносителя существенно превышает нормативное значение, при этом необходимый объём подпиточной воды возрастает и котельные несут необоснованные дополнительные затраты на водоподготовку. Согласно п. 6.134 МДК 4-02.2001; «для контроля за герметичностью систем теплопотребления и несанкционированным разбором горячей воды из систем отопления … допускается использование флуоресцеина динатриевой соли (уранин А)».

Подкрашивание теплоносителя нашло свое применение в разных регионах России. При этом Уранин А добавляется в систему теплоснабжения раз в год в течение всего нескольких дней. Дефекты теплотрассы выявляются визуально протечками изумрудно-зеленого цвета, проводится ремонт трубопроводов. Недобросовестные потребители на время ввода в сетевую воду красителя прекращают её несанкционированный разбор. В течение следующих нескольких недель оставшийся краситель постепенно удаляется из сети через неустраненные неплотности трубопроводов, а потребители снова начинают в прежнем объёме несанкционированно сливать сетевую воду для собственных нужд. Кроме того, появляются новые течи в теплотрассах, и объем подпиточной воды (т.е. утечек и несанкционированного водоразбора) возвращается к величинам, существовавшим до применения красителя.

Для уменьшения объёма подпиточной воды, а значит, и затрат, связанных с водоподготовкой в котельных, необходимо организовать непрерывное дозирование красителя с помощью стандартного дозирующего насоса. В настоящее время многие поставщики предлагают устройства, в которых дозирование заданного количества красителя в трубопровод происходит пропорционально объёму воды, прошедшему через расходомер-счетчик, установленный на трубопроводе. Главным недостатком существующих устройств является отсутствие контроля за давлением в трубопроводе, в который производится дозирование. Суточный график давления в трубопроводе имеет переменный характер. Производительность же дозирующего насоса, используемого в такой системе дозирования, существенно зависит от давления в системе. Такой принцип работы существующих устройств дозирования приво-

дит к неоправданному перерасходу красителя (до 50 %), при этом возможно превышение регламентированного нормативными документами содержания красителя в воде.

Для устранения указанного недостатка существующих инжекционных систем дозирования красителя разработано устройство дозирования реагентов «Дозафон®». В принцип действия заложены постоянный контроль за давлением в трубопроводе в точке ввода красителя и ограничение времени между вводом очередных доз реагента. Контроль за текущей величиной давления в трубопроводе позволяет резко увеличить точность дозирования и предотвратить перерасход красителя. При этом, в отличие от уже существующих устройств дозирования, «Дозафон®» не требует регулирования и постоянной подстройки в процессе эксплуатации.

УДК 621.43

А.С. КАРГАПОЛЬЦЕВ, Л. А. ЗАХАРОВ, А. Н. ТАРАСОВ, И. Л. ЗАХАРОВ, А.В. ДЕГТЯРЁВ

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПСОД И ППОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рассмотрим некоторые вопросы повышения технического уровня ПСОД И ППОД с учётом сравнения подходов к их конструированию ведущих отечественных и зарубежных фирм. Анализ особенностей инженерных решений отечественных и зарубежных ПСОД и ППОД подтверждает постепенное сближение концепции ведущих фирм разработчиков при модернизации выпускаемых ПСОД И ППОД, что не исключает особое мнение ряда фирм на те или иные технические проблемы: длинноходные ПС и ППОД. Одна из наиболее заметных тенденций решения ПСОД и ППОД в последние годы – увеличение длинноходности. Разрабатываются модификации с удлинённым ходом поршня на базе серийных ПСОД и ППОД отечественных и зарубежных фирм, одновременно создаются совершенно новые конструкции. Величины S/Dпорядка 1,4 сочетаются в современных ПСОД и ППОД со степенью сжатия 13–15 и максимальными давлениями сгорания 16–20 МПа.

В модернизируемых и новых конструкциях особое внимание обращено на повышение жёсткости и прочности деталей остова, оптимизацию аэродинамических, термодинамических и трибологических процессов, улучшение экологических показателей: повышение надёжности в целом, а также снижение эксплуатационных затрат, если при увеличении хода поршня степень сжатия остаётся постоянной, то возрастает высота объёма камеры сжатия. При этом уменьшается полностью глубина фрезерования в головке поршня под тарелки клапанов, поверхность вытеснителей резко увеличивается, а смесеобразование вдоль продольной оси цилиндра значительно улучшается. В итоге сгорание паров топлива происходит быстрее и полнее. В результате увеличения хода поршня к диаметру цилиндра до 1,5–2,1 КПД термодинамический и индикаторный возрастают. Практика показала, что при увеличении длинноходности поршня потери на трение уменьшаются, а механический КПД возрастает на 3%. При этом ведущие фирмы считают, что оптимальное значение длинноходности поршня, средство повышения топливной экономичности.

С ростом средних эффективных давлений в ПСОД и ППОД прослеживается тенденция использования импульсных систем наддува с различными преобразователями импульсов, обеспечивающее повышение топливной экономичности на скоростных и нагрузочных режимах работы в составе транспортного средства.

Для обеспечения низкого удельного расхода топлива необходима минимизация продолжительности его впрыска, снижающая эффективный удельный расход топлива до 4%.

Термодинамический подход реализуется интенсивным впрыском топлива со следующими особенностями: высокое давление впрыска топлива; кратковременный впрыск; большое число отверстий малого диаметра; форсунки высокого давления со специальной обработкой; короткие трубопроводы высокого давления.

При этом получается рабочий процесс с низким расходом топлива за счет: высокой степени сжатия; просторного пространства объема камеры сгорания; оптимального процесса впрыска с низкой эмиссией оксида азота; плавного увеличения давления газов с небольшими механическими нагрузками; высокого КПД компрессора и турбины при высокой степени сжатия при достаточном избытке воздуха.

УДК.621.43

М.А. ЛЕСИН, Е.В. КАБАНОВ, С.Н. ХРУНКОВ

МЕТОДЫ ВЫБОРА ОРГАНОВ ВПУСКА ПОДСИСТЕМЫ ГАЗООБМЕНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПОРШНЕВОМ ДВС РАБОЧИМ ОБЪЁМОМ 1,5 ЛИТРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[1],
Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева[2]

Современный транспорт предъявляет все более жесткие требования к энергетическим, экономическим и экологическим показателям ПДВС, но их улучшение встречает трудности.

Задачи повышения удельной мощности, снижения расхода топлива современных ДВС, является актуальными проблемами в области энергетического машиностроения.

1. Получение большой внутренней энергии в зависимости от массы окислителя и энергоносителя.

2. Энергопреобразование. Влияние степени предварительного сжатия окислителя и степени расширения на КПД двигателя.

3. Результаты увеличения внутренней энергии в работе полученные за счет:

- разработки расчетно-экспериментальных методов выбора органов впуска подсистемы газообмена;
- исследовании возможности улучшения энергетических, экономических и экологических показателей ПДВС Р-4, рабочим объёмом 1,5 л в составе транспортного средства.

Поставленные задачи составляют научно-техническую проблему, имеющую важное промышленное и экономическое значение, поскольку её решение позволяет повысить научно-технический уровень ПДВС и построить его конкурентно-способным среди современных двигателей.

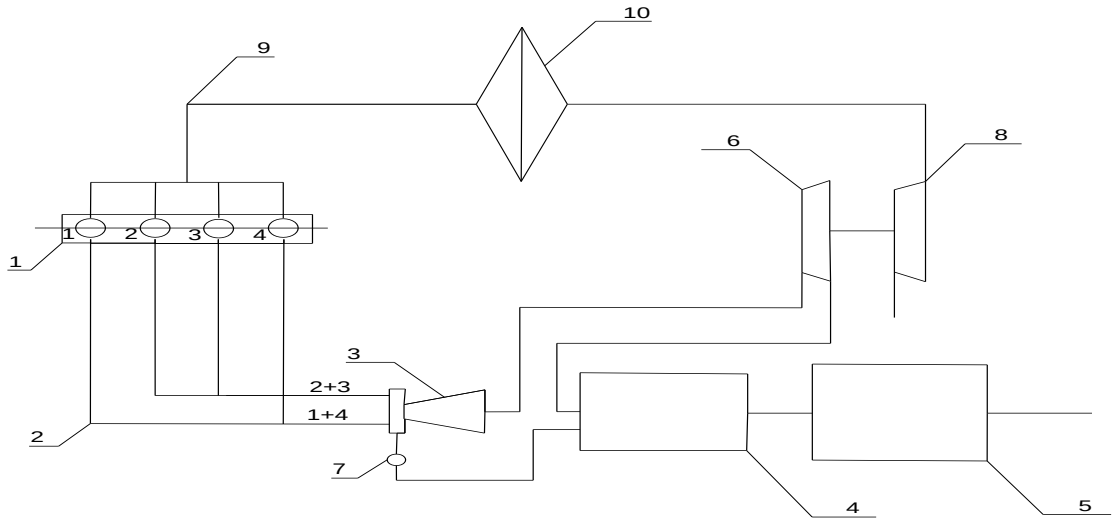


Рис. 1. Схема ПДВС с регулируемой системой органов выпуска:
1 – ПДВС; *2* – регулируемые органы выпуска; *3* – конус; *4* – резонатор; *5* – глушитель выпуска; *6* – выпускная труба; *7* – перепускной клапан; *8* – охладитель рабочего тела

Выбор методов инженерного решения органов впуска подсистемы газообмена, обеспечивающих максимальное заполнение окислителем и энергоносителем рабочей камеры КШМ ПДВС в составе транспортного средства.

Методы предусматривают выбор их геометрической, физической, термодинамической моделей для исследований в САПР ДВС:

$$N_e = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \eta_H \cdot \rho_в \cdot \frac{1}{\alpha \cdot l_0} \cdot Q_H \cdot \eta_e \cdot i \cdot \frac{1}{m} \cdot n \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{1000}, кВт.$$

УДК 621. 43

Н.Е. МОЗОЛИН, С.Н. ХРУНКОВ

ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ПОРШНЕВОГО ДВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Одним из критериев оценки энергоносителя может послужить низшая теплота сгорания энергоносителя Q_H, – количество внутренней энергии (Дж), выделяемое при полных химических реакциях сгорания единицы (объемной или массовой) энергоносителя и определяемое калориметром Юнкерса или бомбой Крекера, т.е. при постоянном давлении или постоянном объеме.

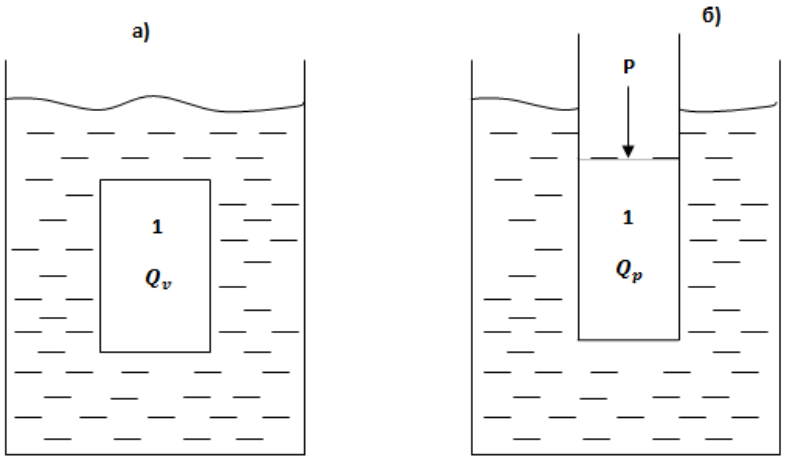


Рис. 1. Схема устройств и методы определения низшей теплоты сгорания энергоносителя:
а – при постоянном объеме; *б* – при постоянном давлении

Если производить сжигание $1m^3$ CO в сосуде 1 (рис. 1, *а*) так, чтобы объем сгорания оставался без изменения, а в сосуде - 2 так, чтобы поршень свободно перемещался под влиянием меняющегося объема рабочего тела сгоревшего энергоносителя с сохранением одинакового давления, в том и другом случае, приводя температуру продуктов сгорания к первоначальной и заменяя количество теплоты, переданной через стенки воде, то во второмслучае к теплоте, выделенной из энергоносителя, прибавится теплота от механической работы расширения объема рабочего тела при p=const перемещающего поршень.

Ввиду того, что при сгорании оксида углерода *CO* получается сокращение объема, изменение объема рабочего тела при преодолении сопротивления силы p (рис. 1, *б*), даст добавочное количество теплоты и $Q_p > Q_v$.

При сгорании газов, дающих увеличение объема, $Q_p > Q_v$; для газов же, не изменяющих своего объема (например, метаны CH_4), $Q_p = Q_v$.

Разницу в определяемых низшей теплоты сгорания энергоносителя при постоянном объеме и постоянном давлении можно учесть первым законом термодинамики.

Имеем $dQ = dU + dh$...(*Q*- сообщенная теплота; *U*-внутренняя энергия; *h*-внешняя работа).

При постоянном объеме вся теплота идет на повышение внутренней энергии, т.е. интегрирования $Q_v = U'' - U' + h = Q_v + h$. Величину h подсчитываем, предполагая p=100000 Па, для нашего случая $h = p * \Delta V = 100000 * \Delta V$ Дж.

УДК 621.43

Н.В. НИЗОВЦЕВ[1], Е.П. МУХИН[1], А.Н. ТАРАСОВ[2], И.Л. ЗАХАРОВ[2],
Л.А. ЗАХАРОВ[1], А.В. ДЕГТЯРЕВ[2], В.М. ЛЫКОВ[3]

НАИВЫГОДНЕЙШИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ КПДВС Р-4, $V_h = 2,692$ дм^3 С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСОВ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2],
ОАО «ЗМЗ» [3] (г. Заволжье)

Повышение индикаторных показателей атмосферного ПДВС Р-4, $V_h = 2{,}692$ дм^3, оборудованного органами выпуска и впуска подсистемы газообмена транспортного средства (комплектация Нетто) до уровня показателей без органов выпуска и впуска подсистемы газообмена транспортного средства (комплектация Брутто) на сегодняшний день остаётся одним из основных направление улучшения индикаторных показателей двигателей с посторонним зажиганием. Научные исследования, посвященные данной проблеме, многочисленны и разнообразны. В то же время малоисследованным остаётся влияние режима работы турбонаддува с преобразованием импульсов во время свободного настроенного выпуска отработавших газов на настройку гидравлических характеристик органов выпуска подсистемы газообмена процесса выпуска. Научные публикации по этой теме в основном ограничиваются констатацией факта перепуска 45–55% массы рабочего тела, минуя турбину в резонатор органов выпуска подсистемы газообмена КПДВС. При этом задача достижения необходимых гидравлических характеристик органов выпуска подсистемы газообмена с помощью рационального инженерного решения поднимается реже, но в то же время имеет практически важное значение.

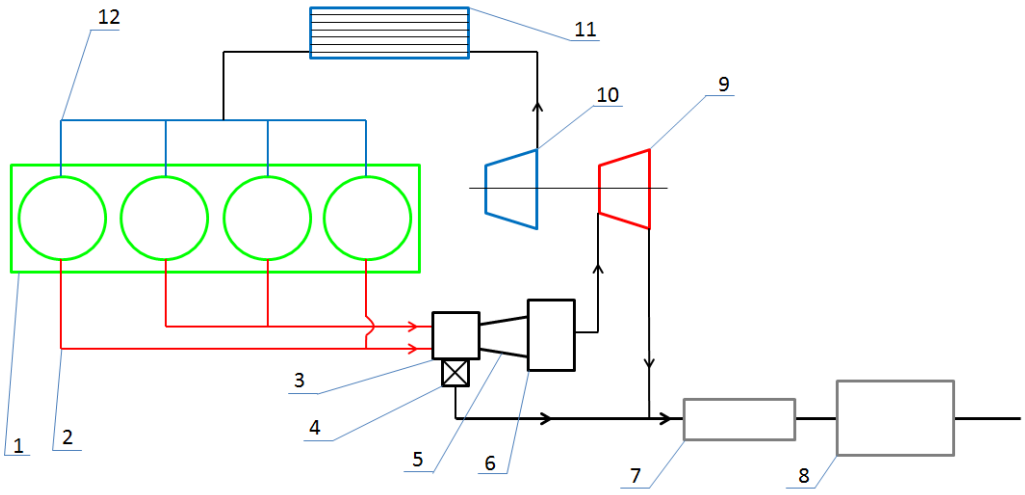


Рис. 1. Рациональная схема настройки органов выпуска и впуска КПДВС с преобразователем импульсов:
1 – КПДВС; *2* – настроенный выпускной коллектор; *3* – смесительная камера; *4* – клапан перепускной, *5* – конус, *6* – ресивер; *7* – резонатор; *8* – глушитель; *9* – турбина; *10* – компрессор; *11* – охладитель наддувочного воздуха; *12* – впускной трубопровод

Основная *задача* данной работы – создание руководящей методики достижения необходимой «картины» преобразования импульсов, соответствующей рациональным показателям гидравлической характеристики процесса выпуска. Этапы решения данной задачи можно обозначить следующим образом: 1) выбор критерия оценки наивыгоднейшего режима работы КПДВС с преобразователем импульсов; 2) определение связи свободного выпуска отработавших газов с гидравлической характеристикой турбонаддува с преобразователем импульсов; 3) разработка методики достижения наилучших индикаторных показателей КПДВС путём рационального инженерного решения органов выпуска подсистемы газообмена на скоростных и нагрузочных режимах работы.

В работе было предложено два основных критерия оценки турбонаддува с преобразованием импульсов: 1) степень настройки органов выпуска на режиме работы максимального крутящего момента; 2) наивыгоднейшие гидравлические характеристики органов выпуска подсистемы газообмена с преобразованием импульсов на режиме максимальной мощности (рис. 1).

Предложенная методика оценки работы рационального инженерного решения органов выпуска и впуска подсистемы газообмена КПДВС позволяет создать подсистему ориентиров при решении задачи по достижению оптимальных индикаторных показателей, используя эффект предварительного свободного выпуска отработавших газов.

УДК 621.43

Е.А. НИКОЛИН[1], А.В. МИХЕЕВ[1], А.Н. ТАРАСОВ[2], Л.А. ЗАХАРОВ[1],
А.В. ДЕГТЯРЕВ[1], И.Л. ЗАХАРОВ[1]

СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЕВРО 5 ПДВС Р-4, V_h = 2,692 дм^3 ЗА СЧЁТ РЕГУЛИРОВАНИЯ МАССОВОГО РАСХОДА ОКИСЛИТЕЛЯ И ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ

Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2]

Анализ и синтез экономической безопасности бензинового ПДВС позволяет наметить основные направления энергопреобразования и определить конкретные способы обеспечения их экономической безопасностью. Такими направлениями в современном двигателестроении являются: уменьшение термодинамических потерь за счёт повышения степени сжатия; совершенствование характеристик тепловыделения путём повышения теплоты сгорания и оптимального фазового положения процесса сгорания; повышение эффективности энергопреобразования во всем поле реальных эксплуатационных режимов путём оптимального управления ПДВС.

Реализация этих общих направлений осуществляется использованием определенных физических эффектов и условий, к которым относятся: улучшение снабжением окислителя; вращение заряда вокруг и вдоль продольной оси цилиндра; оптимизация состава горючей смеси на скоростных и нагрузочных режимах работы ПДВС; оптимизация временных и энергетических характеристик зажигания

Использование и повышение результативности отмеченных эффектов осуществляется в результате определенных инженерных решений, из числа которых можно выделить следующие: инженерное решение впускных и выпускных отверстий и регулирование длины впускных и выпускных трубопроводов; число, расположение и регулирование перемещения клапанов и продолжительность газообмена; инженерное решение по геометрической форме и размеру пространства камеры сжатия; инженерное решение современных органов топливоподачи с наивыгоднейшими характеристиками; электронное микропроцессорное управление рациональными рабочими процессами эффективного цикла ПДВС.

В докладе рассмотрены: цель работы, актуальность работы и проблемы при её решении, инженерные решения по обеспечению экономической безопасности Евро 5. Подробно приводится: влияние регулирования длины впускного и выпускного трубопроводов на наивыгоднейший коэффициент наполнения; инженерные решения по регулированию рациональных фаз газообмена; инженерные решения по вращению рабочего тела вокруг и вдоль продольной оси цилиндра и получение оптимального состава горючей смеси; программа оптимального управления углом опережения зажигания.

Проведенные исследования фирмами Reno, Volkswagen подтвердили научными публикациями достижения эффективности газораспределительного механизма при работе ПДВС на скоростных и нагрузочных режимах работы в составе транспортного средства, которые по сходимости исследований близки к полученным данным.

УДК 621.43

К.П. РОМАНОВА, Д.А. ПОЗДЕЕВ, А.Н. ТАРАСОВ, Ю.П. КУЗНЕЦОВ, Л.А. ЗАХАРОВ

ВЫБОР СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОРШНЕВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Повышение качества смесеобразования и сгорания энергоносителя на сегодняшний день остаётся одним из основных направлений улучшения термодинамических показателей ПДВС с воспламенением от сжатия. Анализ и синтез научных исследований, посвященных данной проблеме, многочисленны и разнообразны. Малоисследованным остается вопрос влияния рационального режима работы (кинематической схемы) КШМ ПДВС на характеристики энергетической безопасности. Научные публикации по этой теме в основном ограничиваются констатацией факта увеличения отношения хода поршня $\lambda_к = \frac{S}{D}$ при недостаточной экономичности. При этом задача достижения необходимых термодинамических показателей с помощью подбора $\lambda_к$ поднимается реже, но имеет важное значение.

Основная задача данной работы – создание способа достижения необходимой «картины» кинематики КШМ, соответствующей оптимальной экономической безопасности. Этапы решения данной задачи можно обозначить следующим образом:

1) выбор критерия оценки экономической работы, выраженного в количественных показателях;

2) определение связи критериев экономичности и наивыгоднейших термодинамических показателей;

3) разработка способа достижения наилучших показателей экономической безопасности путем изменения кинематики и эффективной работы КШМ ПДВС.

В работе было предложено три основных критерия оценки способа управления экономической безопасностью:

1) степень регулирования $\lambda_к$ для достижения высоких термодинамических показателей;

2) характеристики $\lambda_{ш} = \frac{r}{l_{ш}}$ достижения высокой экономичности;

3) управления тепловым режимом ПДВС с наивыгоднейшей экономической безопасностью.

Предложенная методика оценки способа управления экономической безопасностью работы ПДВС, таким образом, позволяет создать подсистему ориентиров при решении задачи достижения оптимальных термодинамических показателей при использовании эффекта энергопреобразования.

УДК 623.827

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУХОНЕЗАВИСИМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Энергетическая установка неатомной подводной лодки представляет собой тяжелую (до 30% массы) и объемную (до 50%от водоизмещения) конструкцию. Однако классическая дизель-электрическая установка работает не эффективно, в подводном положении не используется дизельная установка и запас углеводородного топлива, в надводном, если не реализован режим полного электродвижения, то не нужным аккумуляторные батареи. Поэтому с момента первого появления подводных лодок предлагались различные типы тепловых «единых двигателей».

В настоящее время разрабатываются и внедряются энергоустановки на основе:

- тепловых двигателей: двигатели с внешним подводом теплоты (Стирлинга), дизель по замкнутому циклу, паровые турбины замкнутого цикла, газотурбинных установок замкнутого цикла с использованием различных комбинаций высокометаллизированного топлива и окислителя;
- прямого преобразования химической энергии топлива в электрическую (топливные элементы), включая конверсию/реформинг углеводородного топлива и гидротермальное окисление металла с получением водорода, использующегося в ЭХГ;
- аккумуляторных батарей высокой емкости без подзарядки в море;
- малогабаритных атомных энергоустановок, включая вспомогательные.

Сравнительный анализ эффективности данных установок производится на основе системы показателей качества и критериев эффективности. Оценка эффективности представляет собой многокритериальную задачу с нелинейными целевыми функциями и ограничениями, решаемые методами нелинейного программирования. В целом оценку эффективности внедрения той или иной технологии можно делать только на основе корректных исходных данных. Кроме выбора критериев сравнения, необходимо выбирать весовые характеристики критериев. Причем, кроме характеристик самой энергетической установки (энергетические, надежности, экономические, уровни полей, например, интенсивность шумоизлучения, напряженности электромагнитного поля, концентраций отработанных веществ выделяемых в атмосферу при работе ремонтопригодность установки), важно также учитывать стоимость создания и эксплуатации береговой инфраструктуры.

УДК 621.43

А. А. ЧАБУРКИН, Л. А. ЗАХАРОВ, А. В. ДЕГТЕРЁВ, И. Л. ЗАХАРОВ, В. П. ШАДРИН, А. Н. ТАРАСОВ

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТОВ ВЛИЯНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНО НЕУСТРАНИМЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ НА ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ ПДВС ЗАВОДА РУМО 8ЧН 23/30

Нижегородский государственный технический университет им Р. Е. Алексеева

Повышение технического состояния ПДВС на сегодняшний день остаётся одним из основных направлений обеспечения энергетической, экономической и экологической безопасности за счёт инженерных решений. Научные исследования, посвящённые данной проблеме, многочисленны и разнообразны. В то же время, малоисследованным остаётся вопрос влияния принципиально неустранимых тепловых потерь (гибридного термодинамического цик-

ла) ПДВС на термодинамические экономические характеристики. Научные публикации по этой проблеме в основном ограничиваются констатацией факта уменьшения технических потерь термодинамического цикла ПДВС с воспламенением от сжатия. При этом задача достижения необходимых характеристик рабочего цикла с помощью оптимальных характеристик рабочего цикла поднимаются реже, но в то же время имеет практически важное значение.

Основная задача данной работы – создание руководящей методики достижения необходимой картины гибридного «Отто-Тринклер» рабочего цикла, соответствующей оптимальным показателям смешанного смесеобразования. Этапы решения данной задачи можно обозначить следующим образом: 1)выбор критерия оценки технического состояния ПДВС по экономической безопасности, выраженного в количественных показателях; 2) определение связи критериев технического состояния и характеристик экономичности гибридного цикла; 3) разработка методики достижения наивыгоднейших термодинамических и индикаторных показателей путём изменения степени использования энергии свободного выпуска отработавших газов в конце процесса расширения гибридного рабочего цикла.

В работе было предложено три основных критерия оценки гибридного цикла: 1) степень уплотнения и поддержания наивыгоднейшей температуры стенок рабочей камеры цилиндра; 2) настройка органов выпуска и впуска на максимальный коэффициент наполнения; 3) проведённые теоретические расчёты подтверждены результатами проведённого эксперимента.

Предложенная методика влияния принципиально неустранимых тепловых потерь на топливную экономичность, таким образом, позволяет создать системный подход при решении задачи достижения экономической безопасности при использовании гибридного цикла ПДВС. Исследованиями установлено, что 70% принципиально неустранимых тепловых потерь используются на привод турбокомпрессора и более 30% на настройку максимального коэффициента наполнения и обеспечивают экономическую безопасность ПДВС.

УДК 621.43

Д.И. ЧИЖКОВ[1], Е.В. СКОРОБОГАТОВА[3], А.Н. ТАРАСОВ[2], А.В. ДЕГТЯРЁВ[2],
Л.А. ЗАХАРОВ[1], И.Л. ЗАХАРОВ[2]

ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ И РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ БЕНЗИНОВОГО ПДВС Р-4, V_h=2,7 дм^3, ЕВРО-5, КАК СПОСОБА ЭФФЕКТИВНОГО ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГИИ РАБОЧЕГО ТЕЛА

Заволжский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[2],
Заволжский автомоторный техникум (ЗАМТ)[3]

Современный бензиновый ПДВС с наивыгоднейшими технико-экономическими показателями в составе энергетической установки водного, воздушного и наземного транспорта, а также когенерационных и стационарных установок наиболее актуален и своевременен.

Анализ и синтез закономерностей достижения высоких термодинамических показателей в ПДВС позволяет наметить основные направления и определить конкретные методы обеспечения их энергетической безопасности. Такими направлениями в соответствии с развернутой формулой индикаторной мощности:

$$N_i = \frac{\pi D^2}{4} S \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \eta_н \rho_в \frac{1}{\alpha l_0} Q_H \eta_i i \cdot \frac{1}{m} n \frac{1}{60}, \text{ Вт},$$

1) являются скорректированный рабочий цикл бензинового ПДВС в *V-p* диаграмме;
2) инженерное решение ПДВС и работа его по новому рабочему циклу;

3) регулируемые органы впуска рабочего тела в рабочую камеру цилиндра с коэффициентом наполнения, $\eta_н > 1$;

4) регулируемые органы выпуска подсистемы газообмена транспортного средства, обеспечивающие минимальное сопротивление при выпуске рабочего тела из рабочей камеры цилиндра, за счет использования энергии отработавшего рабочего тела в процессе свободного выпуска;

5) подача энергоносителя в рабочую камеру цилиндра под высоким давлением $p_{вп}$=140МПа с наивыгоднейшей макро- и микроструктурой по смешанному циклу;

6) вращательное движение рабочего тела вокруг и вдоль продольной оси рабочей камеры цилиндра в процессах наполнения и сжатия;

7) быстрое сгорание паров топлива в рабочей камере цилиндра на пределе детонации и обеспечения минимального количества токсичных компонентов, Евро-5 и более, и др.

В докладе сообщается: цель работы; актуальность и решение проблем энергетической, экономической и экологической безопасности нового бензинового поршневого ДВС шестого поколения; техническое состояние ПДВС обеспечивается современным инженерным решением и новым рабочим циклом.

Наибольшие достижения получены и подтверждены экспериментально в САПР ДВС при совершенствовании органов выпуска и впуска подсистемы газообмена по скоростным и нагрузочным режимам работы ПДВС, которые подтвердили эффективные показатели современных поршневых ДВС фирмы Volkswagen.

Подсекция 5.3

Прочность, надежность и ресурс конструкции

УДК 629.122/125:539.4

В.А. ЕЛАГИНА, В.М. ВОЛКОВ

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ И ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЛОНЖЕРОНА КРЫЛА ЭКРАНОПЛАНА НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА БЕЗОПАСНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В докладе на основе принципа безопасного повреждения получены результаты анализа надежности и ресурса лонжерона (узла соединения крыла и корпуса экраноплана), выполненного из алюминиевого сплава АМг-61.

Использована модель оценки надежности и остаточного ресурса на стадии роста усталостной трещины (РУТ) в рамках многоцикловой усталости тонкостенных конструкций В.М. Волкова, позволяющая учесть стохастичность эксплуатационных нагрузок, начальных размеров трещин l0, циклической трещиностойкости материала, асимметрии циклов и др. При этом использована экспериментальная кривая РУТ в образцах из сплава АМг-61 сварной конструкции.

Построены зависимости надежности от остаточного ресурса – времени докритического РУТ в пределах от l0 до [l] – допускаемого размера трещины с учетом стохастичности указанных выше параметров нагружения и характеристик материала, проведены исследования этих зависимостей. При этом приняты законы распределения вероятностей стохастических величин в виде зависимостей Вейбулла и Гаусса. Вычислены значения гамма-процентного остаточного ресурса $t\gamma^{ост}$ опасной зоны лонжерона при действии указанных выше факторов для γ = 90, 95, 97 %.

Значения $t\gamma^{ост}$ без учета и с учетом стохастичности трещиностойкости материала, размаха напряжения в конструкции, начального размера трещины и асимметрии циклов получены для алюминиевого сплава АМг-61. Исследования показали, что значительное влияние на ресурс оказывают трещиностойкость материала, напряжения, пороговый коэффициент интенсивности напряжений и асимметрия цикла.

Рассмотренный принцип безопасного повреждения позволяет при заданной конструкции увеличить ее ресурс либо создать более легкую конструкцию при заданном ресурсе. Данный принцип требует регулярной инспекции (технической диагностики) опасных зон конструкции, т.е. определение межинспекционного периода.

Построены диаграммы предельных остаточного ресурса и размера повреждения опасных зон конструкции при надежности, равной 95, 97 %. Они позволяют определять остаточный ресурс в зависимости от размера повреждения и наоборот.

Обеспечение высоких значений $t\gamma^{ост}$ при γ = [R], где [R] – допускаемая надежность, позволяет повысить безопасность, экономичность (уменьшить число ремонтов) и рентабельность (сделать больше рейсов и прибыль) данного типа экранопланов.

УДК 629.124

И.В. КОРЕШКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ КОРПУСА СУХОГРУЗНОГО ТЕПЛОХОДА В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее десятилетие заметно расширились аэродинамические исследования в судостроении, что объясняется значительным преимуществом исследований моделей в аэродинамической трубе по сравнению с их испытаниями в опытовом бассейне. Простота монтажа модели, ее доступность во время опыта, удобство измерений на неподвижной модели в обращенном движении, неограниченное время проведения эксперимента и надежности измерений расширяют возможности исследования характеристик потока вблизи модели.

Кроме этого аэродинамический эксперимент позволяет достаточно легко визуализировать поток вокруг корпуса и учитывать особенности обтекания при проектировании обводов корабля. Существует несколько способов наблюдения потока. В докладе представлены результаты отработки кормовых обводов корабля с учетом дымовой визуализации обтекания. Для этого автором было изготовлено оборудование для генерации дымовых струек и ввода их в рабочую часть аэродинамическойтрубы НГТУ.

В состав оборудования входит: дымогенератор, шланг,трубка с отверстиями. Дымогенератор вырабатывает дым, который поступает по шлангу в трубку с отверстиями, откуда вводился в рабочую часть аэродинамической трубы.

Отработка обводов проводилась для проектируемого сухогрузного теплохода класса КМ Ice 1R1 AUT3 и имеющего следующие характеристики по техническому заданию на проектирование:

длина по палубе, м……..81,6
ширина, м…….12,66
высота борта до главной палубы, м…..5,44
осадка, летний надводный борт, м…….4,24

Была изготовлена модель сухогрузного теплохода в масштабе 1:100.

Экспериментальные исследования проводились в аэродинамической трубе НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Моделирование обтекания в трубе велось по кинематическому подобию, предполагающему сопоставление скоростей в характерных точках потока. Измерение скоростей производилось при помощи координатника аэродинамической трубы и трубочки Пито, установленной на нем.

Экспериментальная установка по дымовой визуализации зарекомендовала себя хорошо и может использоваться и в других исследованиях, проводимых в аэродинамической трубе НГТУ.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований. Они показывают, что наилучшими для данного судна будут обводы, совпадающие с предварительно проведенными теоретическими их изысканиями.

---

1. **Трещевский, В.Н.** Аэродинамический эксперимент в судостроении / В.Н. Трещевский, Л.Д. Волков А.И. Короткин. – М.: Судостроение, 1976.

УДК 629.122/125:539.4

Е.С. ТКАЧЕВА, В.М. ВОЛКОВ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ И РЕСУРСА ЛОНЖЕРОНА КРЫЛА ЭКРАНОПЛАНА НА ОСНОВЕ ТРЕХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. 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, Д16Т и К48-2Т1.

Использована теория расчета надежности и усталостного ресурса В.М. Волкова в рамках многоцикловой усталости тонкостенных конструкций, позволяющая учесть стохастичность эксплуатационных нагрузок, усталостной прочности, среднего напряжения и концентрации напряжений. При этом использована экспериментальная кривая усталости А. Вёлера для образцов из искомых материалов конструкции.

Сделаны также расчеты безотказности коробчатого лонжерона экраноплана от действия экстремальных случайных нагрузок. Для коэффициента вариации $\nu_\sigma = 0{,}1$ в частности, для сплава К48-2Т1 вероятность отказа составляет 3%.

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 для амплитуд напряжений и Гаусса для других стахостических величин. Вычислены значения гамма-процентных ресурсов t_γ опасной зоны лонжерона при действии указанных выше факторов для $\gamma =$ 93, 95%.

Для γ = 95% получены значения t_γ без учета и с учетом стохастичности среднего напряжения, концентрации напряжений и усталостной прочности алюминиевых сплавов АМг-61, Д16Ти К48-2Т1.

Исследования показали, что сплав К48-2Т1, имея самые высокие статические прочностные характеристики, приводит к более низкому ресурсу по сравнению с другими сплавами, при одинаковой надежности. При заданном ресурсе можно спроектировать более легкий лонжерон из сплава Д16Т или обеспечить более высокую надежность искомого узла. Преимуществом сплава АМг-61 является возможность изготовления лонжерона путем электросварки.

Для сплава К48-2Т1 рассмотрена также задача об образование нескольких усталостных трещин в зоне накопления усталостных повреждений с использованием пуассоновского распределения. Построена диаграмма предельного ресурса и предельного размера повреждения при [R]=0,95.

Выполнен расчет надежности узла соединения крыла с корпусом для группы экранопланов из указанных выше трех сплавов. Обеспечение высоких значений t_γ при γ = [R], где [R] – допускаемая надежность, позволяет повысить безопасность, уменьшить число ремонтов и рентабельность (сделать больше рейсов и прибыль) данного типа экранопланов.

СЕКЦИЯ 6

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.74.043.2

Д.И. АЛЕТДИНОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ФОРМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ЦИНКОВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс литья под давлением (ЛПД) цинковых сплавов основан на принудительном (под воздействием поршня горячей камеры) заполнении рабочей полости металлической пресс-формы расплавом и формировании отливки под действием давления. В условиях высокой производительности машин ЛПД проблема износа ответственных формообразующих деталей пресс-форм весьма актуальна.

Для повышения эксплуатационной стойкости деталей пресс-форм, соприкасающихся с жидким металлом, традиционно с раличной степенью эффективности применяют: оптимизацию технологических параметров процесса ЛПД; автоматическое регулирование температуры пресс-форм; термическую и химико-термическую обработку деталей оснастки; изготовление деталей из материалов с повышенными жаростойкостью и жаропрочностью; подбор защитных смазок пресс-форм.

Одним из наиболее эффективных способов решения указанной проблемы может служить улучшение эксплуатационных характеристик поверхностного слоя формообразующих деталей пресс-форм ЛПД за счет нанесения на основу из конструкционной углеродистой стали функциональных защитных покрытий типа TiN, TiCN, MoN, (Ti, Mo)N, (Ti, Fe)N, (Ti, Al)N и других. Эти покрытия повышают способность материала сопротивляться образованию и росту трещин разгара, существенно увеличивая ресурс работы пресс-формы ЛПД.

Рабочей группой исследователей, представляющих НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Набережночелнинский филиал КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева и ООО «Сатурн» (г. Набережные Челны), предлагается использовать многослойные покрытия особой конструкции с варьируемой толщиной каждого слоя, позволяющие одновременно обеспечить стойкость при контакте с цинковым расплавом, хорошую сцепляемость со стальной основой и высокий эксплуатационный ресурс. Для нанесения таких покрытий на стальную подложку планируется использовать серийную установку вакуумно-плазменного напыления, имеющуюся на предприятии.

В настоящее время на базе предприятия проводится комплекс экспериментально-промышленных работ по изготовлению опытных деталей пресс-форм ЛПД с перспективой их испытаний в условиях действующего производства.

УДК621.744

О.С. БАРАНОВА, О.И. ЧЕБЕРЯК

УСТРАНЕНИЕ ПРИГАРА НА КРУПНОМ СТАЛЬНОМ ЛИТЬЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «МЕТМАШ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе представлены результаты исследований по борьбе с трудноотделимым пригаром на поверхности крупных стальных отливок, проводимых в условиях предприятия ООО «МЕТМАШ».

В условиях предприятия ООО «МЕТМАШ» крупные стальные отливки изготавливают в формах из холоднотвердеющих смесей (ХТС) по alpha-set процессу.

Одним из существенных недостатков используемой на предприятии технологии является поражение крупных стальных отливок повышенным пригаром. В частности, при использовании ХТС по alpha-set процессу и покрытии форм противопригарной краской на основе циркона АПЦ-1Ц на стальной отливке «Стенка редуктора» массой 480 кг наблюдаются значительные площади трудноотделимого пригара.

На предприятии уже проводились исследования, направленные на снижение пригара. В результате, в качестве альтернативного огнеупорного покрытия использовалась более дорогая композиция - TENO COATING ZKPX производства компании ФОСЕКО, которая показала значительные результаты по снижению пригара на крупных стальных отливках. Однако сложность конфигурация некоторых литых заготовок, изготавливаемых на предприятии, не позволяет нанести противопригарное покрытие на все поверхности литейных форм и стержней.

Особенностью отливки «Стенка редуктора» является то, что она имеет два сквозных отверстия и развитую внешнюю поверхность, оформляемые с использованием сложного литейного стержня.

Анализ поврежденных частей отливки показывает, что, кроме термических узлов, оформляемых литейной формой, повышенному пригару подвергаются поверхности, контактирующие с литейным стержнем.

Задачей исследования является снижение или полное устранение пригара на отливке «Стенка редуктора».

По действующей на предприятии технологии огнеупорное покрытие формируется при помощи противопригарной краски, которая наносится кистью в вертикальном положении стержня.

Проведенные исследования показали, что такое положение стержня при нанесении противопригарного покрытия снижает кроющую способность краски, препятствуя ее проникновению в поры поверхностного слоя. Лучшие результаты могли бы быть достигнуты при обработке стержня в горизонтальном положении, однако при кантовке литейный стержень подвергается сильной нагрузке и деформируется, изменяя свою конфигурацию.

В рамках решаемой задачи предлагается изменить конструктивные элементы стержня без изменений его рабочей части, оформляющей отливку.

При набивке стержневого ящика основание стержня предлагается укрепить, увеличив его толщину. Это повышает прочность конструкции, снижая риск ее деформации при последующих операциях. Увеличение толщины основания позволяет армировать стержень для дополнительного его упрочнения.

Такие изменения в технологии изготовления отливки «Стенка редуктора» позволили получить качественные литые заготовки при использовании в качестве огнеупорного покрытия более дешевой противопригарной краски на основе циркона.

УДК 67.08

И.В. ВАГАНОВ

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕЦИКЛИНГА В МЕТАЛЛУРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ресурсы вторичных металлов являются важнейшим критерием в оценке эффективного применения и управления вторичными ресурсами в наступившем тысячелетии, которое окончательно утвердило общемировой подход к экологически чистому производству. В настоящее время большое распространение получают теоретические базисы организации рециклинга как наиболее перспективной технологии будущего.

В развитых странах (США, Япония, ЕС) приняты нормативно-правовые акты, регламентирующие стандарты переработки отходов всех уровней, начиная от автомобилей и заканчивая строительными и пищевыми отходами. Другими словами на законодательном уровне формируется основа экономической системы, предрасположенной к рециклингу. В плане приоритетных методов в отношении вторичных ресурсов можно определить следующие направления: безопасное для окружающей среды депонирование мусора и ограничение его появления (reduce); оборотное использование (recycling); восстановление вторичных материалов (recovery); утилизация (reuse).

Такие понятия, как ресурсосбережение, снижение выбросов, рациональное обращение с отходами и рециклинг являются основополагающими принципами экологически чистого производства. Это следует учитывать при обучении не только в технических и гуманитарных вузах, но также и на производственных площадках, т.е. на местах.

Основной концепцией инновационных экогородов является принцип глобального рециклинга материалов техногенного происхождения. Например, среди экогородов Страны восходящего солнца большое значение имеют города, у которых системы оборотного использования базируются на металлургических технологиях. Чтобы реализовать такую концепцию, был организован Специальный комитет по изучению перспектив экотехнологии в металлургии. В стратегии развития технологий рециклинга, разработанной этим комитетом, отмечается междисциплинарность металлургии, которая представляет собой технологический комплекс, а именно выражается значимость многочисленных специальных областей, включая материаловедение, технологию металлов, машиностроение, информационные технологии. Металлургическая отрасль обладает уникальными возможностями применения в качестве вторичных ресурсов отходов других производств, а металлургические процессы отличаются от других в большом энерго- и материалопотреблении.

В металлургии процессу рециклинга отдают большие предпочтения, так как он позволяет справиться с огромными потоками материалов и связанными с этим факторами воздействия на окружающую среду. Именно поэтому рециклинг является ключевым понятием в охране окружающей среды в металлургии.В контексте металлургии важные центры рециклинга, функционирующие в мире, особо акцентируют внимание на вопросе переработки смешанных отходов цветных металлов и сложного лома.

В ближайшем будущем инженерам-металлургам предстоит решить особо актуальную задачу в рамках экологически чистого производства – промышленная переработка вторичных ресурсов.

УДК 669.021

В.С. ГАВРИН, И.В. ВАГАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОРРОЗИОННО-СТОЙКОЙ СТАЛИ 13Х15Н4АМ3 ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность данной темы заключается в поиске наилучшего режима термообработки для производства болтов из стали 13Х15Н4АМ3, работающих как при статическом, так и ударном нагружениях. На основании этого определена цель: выбор оптимальной температуры закалки стали 13Х15Н4АМ3 для получения наилучшего сочетания предела прочности и ударной вязкости.

Сталь 13Х15Н4АМ3 (ВНС-5, ЭП310) является высокопрочной сталью переходного класса. Высокая прочность достигается за счет повышенного содержания С и N. При этом вязкость стали, благодаря присутствию в структуре после полного упрочнения 20–25% остаточного аустенита, сохраняется на высоком уровне. Сталь предназначается для изготовления прутков поковок и штамповок. Листы изготовляют только горячекатаными. Повышенным содержанием углерода, хрома и молибдена определяется высокая температура аустенитизации 1070°С – для полного растворения карбидов при закалке деталей толщиной более 15–20 мм их необходимо охлаждать в воду или масло, чтобы предотвратить выделение карбидной сетки в интервале температур 950–650°С. При охлаждении стали после аустенитизации до комнатной температуры в ее структуре находится от 20 до 35% мартенсита. Для дополнительного упрочнения проводят обработку стали холодом при –50, –70°С.

В работе было проведено изучение предела прочности, ударной вязкости и микроструктуры стали ВНС-5 после различных режимов закалки. Образцы закаливали с температурами 950°С, 1000°С, 1050°С, 1100°С, 1150°С, с последующей обработкой холодом при -70°С и отпуском при температуре 200°С.

Для испытания на растяжение использовали пропорциональные цилиндрические гагаринские образцы под номером 7, с диаметром рабочей части 5 мм и её длиной 25 мм. Испытание проводилось на трёх образцах для каждого режима термообработки.

Испытание на ударную вязкость проводили на маятниковом копре 2010 КМ-30, с наибольшим запасом потенциальной энергии 300 Дж.

Для проведения микроструктурного метода исследования поверхность образца шлифовали и полировали, чтобы устранить поверхностные дефекты и получить ровную поверхность. После этого образец травили в 10%-ном растворе щавелевой кислоты, в результате чего на поверхности образца выявилась структура. Затем производилось исследование микроструктуры образца под микроскопом.

Установлено, что сталь 13Х15Н4АМ3 имеет оптимальное сочетание механических свойств: σ_B = 1580 МПа, KCU=12,5 МДж/м^2 после термообработки по следующему режиму:

1) закалка с 1070°С;

2) обработка холодом при -70°С в течение 2 ч;

3) отпуск при температуре 200°С в течение 1,5 ч.

С помощью микроанализа в стали ВНС-5 были выявлены следующие фазы: мартенсит, количество которого достигает 75–80%, что было определено методом сравнения с эталоном микроструктуры стали 13Х15Н4АМ3, остаточный аустенит в количестве 15–20%. Мартенсит обеспечивает в стали высокую прочность, а остаточный аустенит придаёт пластичность.

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 закаливали в печи) на установке конструкции НГТУ. В эксперименте применяли электроконтактный нагрев током высокой плотности 10^8–10^9 А/м^2 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 HRC и удельного электрического сопротивления.

В результате исследования было выявлено, что увеличение времени электрозакалки повышается 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, так как он является экономически выгодным, экологичным и позволяет проводить операции объемного упрочнения сталей за короткое время (за секунды).

УДК 620.1

Д.В. ЗАСУХИН, Е.Е. РУСИН

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

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 легирование материала.

В работе приведены результаты исследований лазерного легирования алюминиевого сплава 1420 с крупнокристаллической и ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой вольфрамом и железом. *Цель работы* заключалась в исследовании влияния лазерного легирования нанопорошком вольфрама и микрокристаллическим порошком железа на структуру и свойства поверхности сплава 1420.

Металлографические исследования с помощью оптического микроскопа демонстрируют измельчение зерна после равноканального углового прессования. Измерение микротвердости свидетельствует об упрочнении материала после деформации. Сохраняется однородность структуры по всему объему образцов.

Лазерное легирование оказывает различное влияние на исследуемые материалы. Необходимо отметить, что тип легирующего элемента имеет большее значение, чем исходное состояние материала перед лазерной обработкой. Лазерное легирование алюминиевых сплавов следует проводить при режимах с большим энерговкладом по сравнению с лазерным термоупрочнением. Вводить легирующие элементы лучше путем подачи порошка в зону лазерного воздействия.

В результате исследования установлено, что легирование поверхности сплава 1420 как в крупнокристаллическом, так и в ультрамелкозернистом состоянии порошком Fe приводит к упрочнению поверхностного слоя на глубину до 0,25 мм. Анализ фотографий микроструктур позволяет установить наличие зон образования сплава, а также зон, где преимущественно наблюдается механичекая смесь элементов. Несмотря на достаточную неоднородность структуры в целом, зона легирования обладает повышенной микротвердостью в КК и УМЗ состояниях. Предположительно причиной этого является образовавшийся алюминид железа, обладающий высокой твердостью и хрупкостью. Косвенно этот факт подтверждается наличием микротрещин на границах образовавшихся кристаллитов и дендритов. В случае легирования сплава нанопорошком W наблюдается падение микротвердости поверхностного слоя для обоих исходных состояний материала. Проведенные исследования также показали, что образования раствора матрицы и легирующего элемента не происходит. Порошок W присутствует в виде отдельных включений во всем объеме ванны расплава.

Разупрочнение в случае УМЗ состояния можно объяснить ростом зерна и перекристаллизацией области термического влияния. КК образец разупрочняется предположительно в результате закалки, а также из-за возможного испарения элементов, входящих в состав сплава.

Следует отметить также следующее явление. Зона термического влияния на образцах с исходной ультрамелкозернистой структурой «утоплена» относительно исходной плоскости образца. Вероятнее всего причиной тому является накопленная после деформации внутренняя энергия, способствующая поглощению энергии лазерного излучения в большей степени. Ряд авторов отмечают повышенное поглощение энергии излучения после интенсивной пластической деформации.

УКД 621.74

С.А. ИВАНОВ, С.В. БЕЛЯЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТАЛЕЙ 08ГДНФЛ И 12ДН2ФЛ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИСАДКАМИ БЕСКРЕМНИСТОЙ ЛИГАТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В отечественном машиностроении широко используются детали, получаемые из литых заготовок, к качеству которых предъявляются высокие требования при одновременном снижении затрат. Одним из вариантов повышения эффективности получения качественных литых заготовок является активное и целенаправленное влияние на структуру отливки введением в расплав модификаторов и лигатур.

Одним из наиболее эффективных способов повышения качества литых заготовок из стали является введение в расплав различных модификаторов и комплексных лигатур. Наиболее распространенными модификаторами стали является сплавы на основе кремния: ферросилиций, силикокальций, силикобарий, Si-РЗМ и др.

В условиях ОАО «НМЗ» были проведены опытные плавки сталей 08ГДНФЛ и 12ДН2ФЛ, с целью выявления влияния бескремнистой комплексной лигатуры АКЦе на механические свойства. Стали 08ГДНФЛ и 12ДН2ФЛ, предназначенные для получения отливок ответственного назначения, в соответствии с ГОСТ 977-75, должны обладать высокой

вязкостью, достаточной прочности при высоких динамических и статических нагрузках в интервале температур от -60 до 400°С.

На основании проведенных испытаний по образцам в соответствии с ГОСТ 1497-84 на предел прочности и относительное удлинение получены следующие данные:

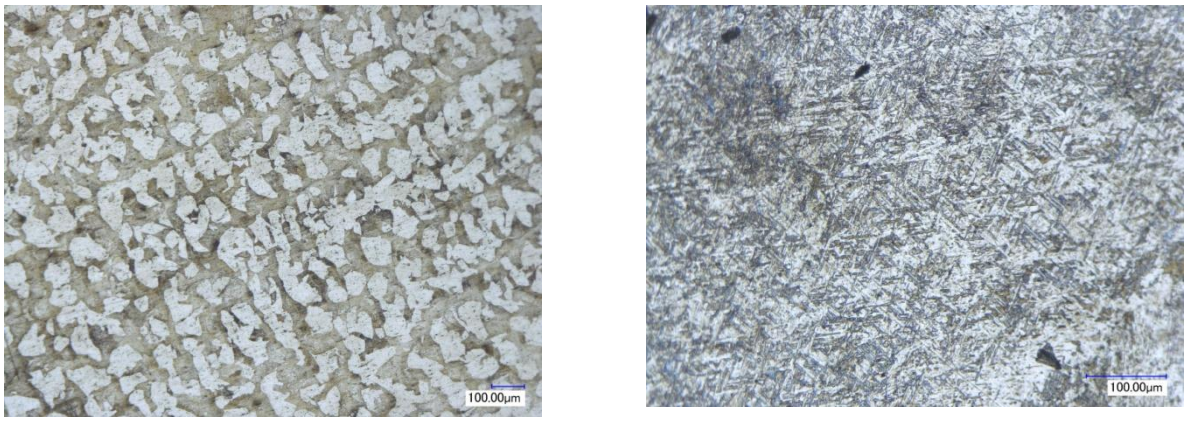
Таблица 1

Механические свойства

Марка стали	Прочность на разрыв, МПа		Относительное удлинение, %	
	По ГОСТу	После модифицирования	По ГОСТу	После модифицирования
08ГДНФЛ	441	535	18	27
12ДН2ФЛ	650	1060	12	14,5

Из табл. 1 видно, что прочностные характеристики исходных и модифицированных сталей существенно различаются. Но в то же время пластические свойства остаются в допустимых пределах, предусмотренных ГОСТ.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что модифицирование без существенных затрат позволяет увеличить прочностные характеристики сплава, а также его микроструктуру (рис. 1).



а ***б***

Рис. 1. Микроструктура стали до (*а*) и после (*б*) модифицирования

УДК 69.004.12

Е.Б. КАТЮХИН, С.К. ГРЕБЕНЬКОВ, Р.Е. ГЛИНЕР

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАНДАРТНОГО ИСПЫТАНИЯ МЕТАЛЛА НА РАСТЯЖЕНИЕ

РФЯЦ ВНИИЭФ, ПНИПУ,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
ОАО «ГАЗ»

В современной практике оценки качества металла значительная роль отводится испытаниям на растяжение. В отличие от других видов механических испытаний, напряжения, возникающие при одноосном растяжении, равномерно распределяются по всему поперечному сечению испытуемого образца. Такой характер механического нагружения упрощает анализ его особенностей на всех стадиях деформирования и разрушения. Благодаря этому, испытание на растяжение (одноосное) является основным и наиболее распространённым методом изучения и контроля механических свойств металла. Фактически именно по результатам ис-

пытания на растяжения проводится классификация и ранжирование металлов в зависимости от их прочностных и пластических качеств.

Характерной особенностью растяжения является также возможность доведения до разрушения металла любой прочности и пластичности. Это позволяет в каждом отдельном испытании выявить целый ряд механических показателей, характеризующих прочность, пластичность и энергоёмкость металла, а также оценивать восприимчивость его к деформационному упрочнению, на стадиях упругого, равномерного и сосредоточенного деформирования.

Внедрение в практику испытаний на растяжение компьютерных анализов с аппроксимацией графиков фиксируемых диаграмм в виде полиноминальных и степенных зависимостей позволяет значительно расширить информативность данного испытания и тем самым повысить его научную и практическую значимость. При этом процедура аппроксимации диаграмм растяжения значительно упрощается с применением современных машин для испытаний на растяжение, оборудованных программным обеспечением, которое предусматривает непрерывное фиксирование изменяющихся значений нагрузок и удлинений.

УДК 669-1

М.В. КИШУРОВ, С.А. ВОЛКОВ

УЛУЧШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШТАМПОВЫХ СТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ ВВЕДЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ИХ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Павловский филиал НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Уже более двух с половиной тысячелетий человечество использует различные сплавы железа в своих нуждах. Эти сплавы обладают разными свойствами, и используются для различных целей. А определяют свойства железного сплава, химические элементы, в разном количестве входящие в его состав. О том, как влияют конкретные химические элементы на параметры стали, уже давно писали такие авторы, как В.К. Сердюк, К.И. Калинович, Л.Г. Чистякова и другие. Например, вольфрам уменьшает склонность к перегреву и увеличивает прокаливаемость, хром повышает температуру отжига, нормализации и закалки, а также твёрдость и прочность. Но с развитием промышленности возникают всё новые задачи и требования, которым существующие сплавы не могут полностью соответствовать, поэтому и приходится прибегать к различным методам их улучшения.

Существует несколько видов улучшения стали. Основные из них: термическая обработка и изменение химического состава. Конкретно для штамповых сталей применимы оба вида улучшения, но для начала следует понять, какие требования к ним предъявляются. Это:высокая прочность, достаточное сопротивление удару и высокая износоустойчивость при повышенных температурах, хорошая теплопроводность, значительная прокаливаемость, высокая сопротивляемость возникновению трещин разгара.Эти параметры можно улучшить путем изменения химического состава стали.

Обычно при изготовлении штампов для горячей штамповки используют стали марок: 5ХНМ, 5ХГМ, 5ХНСВ, 5ХНТ. Любая из этих сталей может быть основой для улучшенной стали, в состав которой также должны войти: молибден, общее содержание которого около 1%, вольфрам также около 1%, а также повышено содержание хрома до 1,2–1,5%. В качестве сырья могут использоваться отработанные штампы, а добавкой являться отработанный инструмент из быстрорежущей стали, в котором и содержатся необходимые легирующие элементы. Переплавку можно производить в дуговой электропечи.

Предполагаем, что штампы, полученные из стали, улучшенной легирующими элементами, могут работать при более высоких температурах, их прокаливаемость, твёрдость, прочность и износостойкость должны быть выше, чем у обычных штампов. Тем самым расширяется диапазон их применения и увеличивается срок их службы. А именно к этому всегда и стремилась промышленность.

УДК 621.74

А.А. КОБЯКОВА

РЕИНЖИНИРИНГ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА ОАО «НИТЕЛ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Реинжиниринг – это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование деловых процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений главных современных показателей деятельности компании, таких, как стоимость, качество, сервис и темпы (термин «реинжиниринг» ввел М. Хаммер).

Исследование проводилось в условиях действующего предприятия ОАО «НИТЕЛ» на участке литья по выплавляемым моделям. Производство мелкосерийное, но с широкой номенклатурой литья. Оборудование, основная часть которого собственного производства, изготовлено более 20 лет назад, и, естественно, успело морально и физически устареть. Собственного производства пресс-форм для литья по выплавляемым моделям предприятие не имеет, в связи с чем при выходе пресс-форм в негодность или при производстве и освоении новых отливок предприятию приходится прибегать к дорогостоящему аутсорсингу. Это, в свою очередь, увеличивает длительность технологического цикла, так как изготовление пресс-форм на заказ занимает около полугода. А также в последующем стоимость пресс-формы составляет большую долю себестоимости продукции. В соответствии с такой технологией предприятие не имеет возможности быстро реагировать на потребности рынка.

В качестве мер по реинжинирингу предлагается изменение технологического цикла путём отказа от аутсорсинга и предложения изготовления пресс-форм в условиях участка, путем применения технологий быстрого прототипирования, в частности, покупки нового оборудования – стереолитографической установки (технология Stereo Lithography Apparatus или SLA), а также применением современных способов моделирования.

Быстрое прототипирование (Rapid Prototyping) – уникальная технология, которая позволяет в кратчайшие сроки получить точный макет различных деталей и изделий или опытных образцов для демонстрации полезных свойств предмета.

В качестве этапов предлагаемого технологического цикла можно выделить следующие:

1) 3D моделирование отливки с её литниково-питающей системой, которое рекомендуется проводить с помощью Autodesk Inventor Professional (формат STL);

2) моделирование процесса заливки в программе LVMFlow для выявления возможных дефектов и мест их расположения, что позволяет без фактического апробирования оптимизировать технологию и минимизировать брак;

3) изготовление по технологии SLA прототипа на стереолитографической установке, с последующей его доработкой;

4) изготовление силиконовой пресс-формы и получение готовой детали.

К преимуществам применения установки стереолитографии в условиях данного предприятия можно отнести: высокоточные и высококачественные полученные модели, что является необходимостью для точного литья; низкие эксплуатационные расходы; низкая цена оборудования ускорит окупаемость вложенных средств; геометрию можно доработать финишными операциями; данный метод может применяться для изготовления пластмассовых деталей, что входит в перечень предлагаемых услуг предприятия; применение данной технологий позволит существенно сократить время от конструирования до получения опытного образца, что в позитивной мере скажется для привлечения потенциальных клиентов; также предприятие сможет предлагать услуги по трехмерной печати, тем самым включить ещё одну статью дополнительного дохода.

Применение на предприятии предлагаемой технологии позволит снизить себестоимость, а также повысить качество выпускаемой продукции.

УДК 669.2

А.С. КОЛЕСНИКОВ, Б.А. КАПСАЛЯМОВ

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ ШЛАКОВ СВИНЦОВОЙ ПЛАВКИ НА НАНОУРОВНЕ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ СЫРЬЕВЫХ ШИХТОВЫХ КОМПОНЕНТОВ

РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова»

Для активации соединений цинка и свинца в составе цинк-свинецсодержащих материалов (шлаки, руды, кеки) с целью обеспечения повышения степени извлечения цинка и свинца, при их углетермическом восстановлении, нами предлагается разработка нанотехнологичного способа (технологии) переработки свинцовых шлаков, цинковых кеков и руд, путем глубокой механохимической обработки сырья. При этом имеет место разрушение трудновосстановимых (силикатных, шпинелидных и серусодержащих) кластеров на уровне кристаллической решетки, вносится дефект в решетку и перераспределяются атомы, что приведет к достижению цели.

Механохимическая активация резко (на порядки) интенсифицирует гетерогенные процессы. В одно время считалось, что механохимическая активация только способствует образованию новых активных поверхностей, а находящиеся под ней слои вещества не изменяются. В настоящее время доказано, что скорость реакции, практически, определяется не только поверхностью контакта реагентов, но и их реальной структурой. Особенностью механохимических процессов является их слабая зависимость от температуры и обеспечение протекание термодинамически маловероятных в обычных условиях процессов. При активировании цинк-свинецсодержащих материалов происходит увеличение реакционной поверхности, образование новых фаз, разрушение эмульсионных взаимных прорастаний зерен минералов, формирование структурных дислокаций в кристаллической решетке. При восстановительном обжиге или при восстановлении в расплаве таких материалов степень извлечения цинка и свинца возрастает в 1,6-1,9 раз.

Из теории и практики углетермического восстановления соединений цинка и свинца известно, что скорость восстановления увеличивается в несколько раз при присутствии оксидов щелочноземельных металлов. И это только при простом механическом смешении компонентов разной крупности. Нетрудно представить, что при использовании совместной механоактивации соединении цинка, свинца и оксидов щелочноземельных металлов эффект ускорения процесса будет в несколько раз выше, а это приведет к повышению степени извлечения и получению дополнительных количеств цинка и свинца, и кроме того, к снижению образующихся отходов. Кроме того, введение в состав шихты при переработке шлаков свинцовых плавок соединений щелочно-земельных металлов увеличивает срок службы футеровки печи. Шлак свинцовой плавки, из-за избыточного количества кремнезёма действует на футеровки печей как абразив и быстро выводят их из строя. Соединения щелочно-земельных металлов связывают кремнезём и уменьшают его вредное воздействие.

Существенную роль играет предварительная подготовка и формирование структур компонентов шихты на наноуровне с помошью механохимической активации, которая преследует дальнейшую цель - разработать технологию его переработки, которая обеспечивает эффективную отгонку цинка и свинца из цинксодержащих материалов. Таким образом, нами предлагается механоактивация шлаков свинцовой плавки АО «Южполиметалл» на наноуровне с целью разработки технологии формирования сырьевых шихтовых компонентов (из шлаков, кеков и руд свинцово-цинковой подотрасли), содержащих цветные металлы на наноуровне, с их глубоким извлечением в виде коллективных возгонов цветных металлов.

УДК 621.74.043.2

А.В. КОСАРЕВ

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПРЕССУЮЩЕГО УЗЛА МАШИНЫ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Прессующий узел машины литья под давлением (МЛПД) с холодной горизонтальной камерой прессования традиционно относят к числу наиболее ответственных и нагруженных, подвергаемых в ходе работы как тепловым, так и механическим воздействиям. В его составе различают неподвижную камеру прессования, которая изготавливается из стали марки 4Х5МФС и подвижный пресс-поршень из стали той же марки 4Х5МФС. В ходе эксплуатации обе детали прессующего узла подвергаются абразивному износу, величина которого во многом зависит от триботехнических характеристик материала деталей. По данным ОАО «Арзамасский приборостроительный завод им. П.И. Пландина», в настоящее время эксплуатационная стойкость пресс-поршней не превышает 200 запрессовок, а камер прессования – 600 запрессовок по алюминию, что приводит к существенным затратам на ремонтно-восстановительные работы, а также изготовление или приобретение новых деталей прессующего узла.

Информационно-аналитическая проработка данной проблемы показала, что такие известные методы ее решения, как оптимизация состава смазки поршневой пары и нанесение упрочняющих покрытий на основе соединений молибдена и титана, либо оказываются малоэффективными, либо требуют использования дополнительного дорогостоящего оборудования.

В этой связи рабочей группой кафедры «Металлургические технологии и оборудование» (МТО) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева предложена техническая схема изготовления биметаллических пресс-поршней (латунь на сталь), предусматривающая использование выработавшего свой ресурс стального пресс-поршня в качестве арматуры, которая устанавливается в кокиль и заливается расплавом латуни. Для повышения надежности сцепления латунной рубашки и стальной основы биметаллического пресс-поршня проведена модернизация конструкции последней, в частности, замена гладкой поверхности на фасонную по нескольким вариантам.

Внедрение данной схемы в действующее производство позволит повысить эксплуатациолнную стойкость пресс-поршней до уровня 400-500 запрессовок, а камеры прессования – до 2000-3000 запрессовок по алюминию, что обеспечит получение существенного экономического эффекта.

В настоящее время проведен этап конструкторско-технологической подготовки производства: подготовлен комплект конструкторской документации на кокили для пресс-поршней МЛПД с усилием запирания 100, 250, 400, 630 и 700 тн, разработана и утверждена временная инструкция для освоения нового технологического процесса.

Запланированы получение опытной партии пресс-поршней и их промышленные испытания непосредственно на МЛПД из парка технологического оборудования литейного цеха предприятия.

УДК 621. 741

К.В. КРЫЗЬКО

СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ПРОЦЕССА ЦЕМЕНТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Улучшение относится к области цементации и может быть использовано, например, в машиностроении, нефтехимии, металлургии, авиастроении, автомобилестроении и других отраслях промышленности. Известен способ регулирования процесса цементации, при котором осуществляют непрерывную рециркуляцию эндогаза между эндогенератором и печью, а

регулирование производят установкой Ремик 3С со встроенной микроЭВМ Электроника МК 64. Недостатками известного способа являются низкая экологичность и низкое качество процесса цементации. Наиболее близким к предлагаемому является способ регулирования экологически чистого процесса цементации, включающий измерение и автоматическое регулирование концентрации диоксида углерода в атмосфере печи и эндометрическом генераторе.

Недостатками известного способа являются низкая экологичность процесса, т.е. загрязнение окружающей среды, и низкое качество процесса цементации. Целью модернизации является существенное улучшение экологической обстановки, повышение качества процесса за счет улучшения равномерности распределения углерода по глубине диффузионного слоя, а также увеличение скорости науглероживания, снижение стоимости процесса цементации за счет снижения расхода эндотермической контролируемой атмосферы и соответственно исходного углеводородного газа.

В предлагаемом способе регулирования экологически чистого процесса цементации, включающем измерение и автоматическое регулирование концентрации диоксида углерода в атмосфере печи и эндотермическом генераторе, регулирование проводят при непрерывной рециркуляции эндогаза между эндогенератором и печью, в рабочее пространство которой добавляют углеводород, в возвратный поток рециркулирующего эндогаза добавляют диоксид углерода, а регулирование его количества проводят по сигналу, поступающему от вычислительного устройства регулятора соотношения оксид углерода-водород, и в зависимости от типа исходного углеводорода, конвертируемого в эндогаз и добавляемого в печь, соотношение оксид углерод-водород регулируют в пределах 1:(0,7-1,1), изменяя соотношение объема добавки диоксида углерода к объему добавки углеводорода, как 1:(0,3-1,2). Исходные данные по содержанию диоксида углерода и водорода поступают из возвратного потока рециркулирующего эндогаза через соответствующие газоанализаторы.

Предложенная модернизация улучшает экологичность процесса за счет сокращения выбросов промышленных отходов в атмосферу. Сокращение выбросов составляет 90м^3 CO в год на 1м^{3}оксида углерода в год. При производительности эндогенератора 125м^3/ч это составит 120000м^{3}оксида углерода в год. Кроме того, в 1,5 раза увеличена скорость науглероживания, в 1,3-1,5 раза увеличена равномерность распределения углерода по глубине диффузионного слоя, т.е. повышается качество процесса цементации и существенно снижается стоимость процесса за счет снижения расхода эндотермической контролируемой атмосферы и соответственно исходного углеводородного газа на 70-90%.

УДК 620.179.1

М.О. КУВШИНОВ, А.А. ХЛЫБОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ВЕЛИЧИНУ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ОБРАЗЦАХ С АНТИКОРРОЗИОННОЙ АУСТЕНИТНОЙ НАПЛАВКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время повсеместно в мировой практике для защиты корпуса реактора используется антикоррозионная наплавка, выполненная аустенитными хромоникелевыми сварочными материалами. Кроме основной задачи защиты от коррозии корпуса, наплавка косвенно выполняет ряд положительных функций с точки зрения обеспечения безопасной работы корпуса, например, предотвращение загрязнения теплоносителя продуктами коррозии.

При термической обработке металлических конструкций в них могут возникать остаточные напряжения, остающиеся в конструкции после завершения термической обработки, приводящие к деформации или даже к трещинам. В условиях эксплуатации остаточные напряжения и пластические деформации металла могут способствовать хрупкому и усталостному разрушению, уменьшению коррозионной стойкости, изменению жесткости.

Возникновение внутренних напряжений при нагревании и последующем охлаждении в основном зависит от двух причин:

- неоднородность температурных полей, вызывающая неоднородные деформации в смежных объемах материала;
- неравномерность по сечению фазовых превращений.

Возникновение внутренних напряжений при охлаждении нагретого тела связано с различными коэффициентами линейного расширения основного металла и наплавки. Эти различия приводят к появлению по его сечению температурного градиента на границе металлов, или, иначе говоря, разности температур между отдельными участками охлаждаемого тела. Появление температурного градиента создает различное объемное состояние металла по сечению тела и вызывает в результате возникновение внутренних напряжений, которые приобретают заметную величину в тот момент, когда температура поверхностного слоя падает настолько, что в нем появляются упругие свойства.

В работе приведены результаты испытаний, полученные на образцах типа Шарпи с аустенитной наплавкой, которые подвергались термической обработке:

- закалка при 950°С, 25 мин, охлаждение в масло;
- закалка при 950°С, 25 мин, охлаждение в воду;
- отжиг при 950°С, 25 мин, охлаждение с печью.

Был проведен рентгеноструктурный анализ на установке ДРОН-2, использовали излучение Fe_{α}, напряжение U = 32 кВ, ток I = 8мА, щели 1 х 8 х 1 мм. Также были проведены акустические измерения с целью выявления возможности контроля остаточных напряжений.

УДК 669.14.018

К.Д. КУДРЯШОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТАЛИ 16ХСН ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОБРАБОТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ряду сталей аналогов,применяемых в производстве метиза, особый интерес вызывает конструкционная сталь 16ХСН перлитного класса, обладающая оптимальным комплексом свойств, необходимых при производстве крепёжных изделий методом холодной высадки. Сталь 16ХСН обладает хорошим сочетанием легирующих элементов: 0,13-0,2 % С, 0,6-0,9%Si, 0,3-0,6%Ni, до 0,035%S, до 0,035% Р, до 0,08-1,1%Cr, до 0,2%Cu.

Высадка крепежных изделий производится из проволоки, предварительно подвергающейся волочению (калибровке) или редуцированию, что значительно изменяет исходные механические свойства металла. Далее приведены результаты анализа механических свойств по данным произведенных расчетов энергетических показателей после различной термической и пластической обработки (табл. 1), а также сделаны выводы о деформационной способности стали 16ХСН.

Таблица 1

Механические и энергетические показатели стали 16ХСН

Вид обработки	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B, МПа	Ψ, %	W_C, МДж/м^3	$K_{ЗТ}$	$K_{РТ}\ 10^{-6}$ (МДж/м^3)^2	$K_{ХР}\ 10^{-9}$ (МДж/м^3)^2	$\varepsilon_к$
	630	640	55	715	1,14	0,34	0,160	0,80
ГПД	330	530	71	1062	3,22	0,26	0,065	1,24
Отжиг	300	500	75	1174	3,91	0,26	0,059	1,39
Волочение 15%	530	700	67	1206	2,28	0,48	0,191	1,11
То же 35%	620	790	61	1094	1,76	0,51	0,237	0,94
То же 60%	680	840	57	1008	1,48	0,51	0,262	0,84
Редуцирование15%	540	700	69	1300	2,41	ыуц	0,213	1,17
То же 35%	630	790	63	1176	1,87	0,56	0,263	0,99

Формулы для расчётаэнергетических показателей [1]: удельная энергия деформации: $W_C=\sigma_B(1+0{,}5\varepsilon_к)\varepsilon_к$[2]; истинная предельная деформация: $\varepsilon_к=\ln 1/(1-\Psi)$; критерий зарождения трещин: $К_{ЗТ}=W_C/\sigma_{0,2}$; критерий распространения трещин: $К_{РТ}=0{,}75W_C\sigma_{0,2}$; критерий хрупкости: $К_{ХР}=К_{РТ}^2/(К_{ЗТ}\sigma_{0,2})$.

Основные выводы:

1. Чем выше общая энергоёмкостьW_C, тем труднее в металле зарождаются и распространяются трещины, тем лучше материал и выше работоспособность деталей.

2. Высокие благоприятные показатели критерия зарождения трещин имеет горячекатаная сталь.

3. Самый высокий показатель критерия распространения трещин, количественно определяющий способность материала сопротивляться свободному движению трещин при деформации в условиях достижения критического напряжённого состояния, имеет сталь после редуцирования.

4. Самым высоким показателем критерия хрупкости, влияющим на способность металла противостоять хрупкости, обладает сталь после отжига.

Таким образом, обработка со степенью волочения 15% и редуцирование 15% даёт наиболее высокую энергоемкость, критерии зарождения и распространения трещин. А значит, сталь после данных режимов обработки обладает более высоким ресурсом деформируемости и работоспособности.

Библиографический список

1. **Скуднов, В.А**. Синергетика явлений и процессов в металловедении, упрочняющих технологиях и разрушении: учеб. пособие / В.А. Скуднов; НГТУ. – Нижний Новгород, 2011. – 198 с.
2. **Бугров, Ю.В**. Определение удельной работы пластической деформации прирастяжении металлов // Зав. лаб. 2012.Т. 78. №3. С. 66–68.

УДК 621.745.334:669.13:662.69

А.А. КУЗЯКИНА, В.Н. ГУЩИН

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАФИНИРОВАНИЯ И ДЕГАЗАЦИИ РАСПЛАВА В КРИСТАЛЛИЗАТОРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с непрерывно растущей конкуренцией на мировом рынке к качеству непрерывно литой заготовки предъявляются всё более жесткие и комплексные требования, которые во многом пытаются учесть условия производства заготовки уже на стадии выплавки и разливки стали. Повышение чистоты стали по неметаллическим включениям и газам является одной из первостепенных задач современной металлургии. На практике разработано и применяется достаточно много различных по эффективности и экономичности способов дегазации и рафинирования расплавов металлов от нежелательных и вредных для получаемых сплавов примесных образований.

При исследовании потоков расплава в кристаллизаторах и промежуточных ковшах возникают задачи определения условий образования вихревых структур и их характеристик, областей бифуркации, в которых происходит самоорганизация диссипативных систем, поиска технических решений, обеспечивающих получение структур с более высоким параметром самоорганизующегося порядка.

Сложность исследования процессов динамики потоков расплава, неметаллических и газовых включений при непрерывной разливке заключается в том, что они являются многофакторными, многокомпонентными и неоднородными. Для поиска наиболее рациональных способов улавливания шлаковых и прочих нежелательные примесных образований (включений) в расплавах требуется системный анализ условий и механизмов их всплывания в реальных условиях.

Наиболее простым, доступным и достоверным методом изучения гидродинамики и тепломассообменных процессов является физическое моделирование, которое позволяет полно и всесторонне изучать процесс при варьировании разнообразными факторами в широких пределах, а также наблюдать, фиксировать и воспроизводить изучаемый процесс. Исследования на моделях гидродинамики разливки позволяют в благоприятных лабораторных условиях подробно изучить вопрос, отработать оптимальные параметры конструкции кристаллизатора или его узла, режима их работы и после этого внедрить отработанный вариант в производство, не опасаясь потерь, неизбежных при экспериментировании на действующем агрегате.

Использование методов физического моделирования совместно с математическими моделями позволяет решать задачи динамики многокомпонентных систем (расплав, неметаллические включения, твёрдая и газовая фазы) при реализации технических решений в промковшах, кристаллизаторах, системах разливки с учётом их особенностей.

Эффективными методами по удалению НВ в процессе непрерывной разливки являются: использование вихрегасящих и гидростабилизирующих технологий в промежуточных ковшах (пороги, полнопрофильные перегородки, вихрегасящих устройств типа турбостоп), создание направленных потоков расплава в кристаллизаторах МНЛЗ, ориентированных к мениску, за счет разработки конструкций разливочных стаканов (форма и размеры выходных отверстий, их количество, соотношение площадей и др.).

УДК 621.074

И.О. ЛЕУШИН, А.А. БОЛЬШАКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ RP-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ ОСНАСТКИ В МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛИТЬЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблемой, стоящей в самом начале изготовления отливок, является получение качественной модельной оснастки, форм и стержней. В ходе формовки поверхностный слой материала стержневого ящика или модели, контактирующий с зернами 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) могут выступить в качестве альтернативы существующему положению дел. Их основной замысел состоит в быстром построении точных копий изделия по его компьютерной 3D-модели.

В данной работе ставилась *задача* проектирования и изготовления стержневого ящика для серийного производства литейных стержней из холоднотвердеющей смеси (ХТС), применяемых в технологии фасонного литья ответственного назначения. При проектировании 3D-модели 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 10 моделей формата .stl.

На основе сведений о технологиях быстрого прототипирования, была разработана

классификация технологий быстрого прототипирования, в основе которой лежат технологии получения литейной формы и модельной оснастки. Печать деталей стержневого ящика реализовывалась по FDM-технологии быстрого прототипирования. В качестве основного материала деталей использовался ABS пластик. Выбор данного материала обусловливался его свойствами: повышенной ударопрочностью и эластичностью, долговечностью, стойкостью к щелочам и кислотам, влагостойкостью, низкой стоимостью. После этого проводилась сборка составных частей. Для лучшей стыковки торцы всех составных частей обрабатывались шлифовальной бумагой. Склейка проводилась на особопрочный клей, обеспечивающий надежность соединения. Стыки на рабочей поверхности ящика были зашпаклеваны шпаклевкой на основе ABS пластика. Для придания конструкции дополнительной жесткости, стержневой ящик помещался в древесный коробчатый каркас. По итогам контроля за 10 месяцев стержневой ящик выдержал 2500 формовок, что в 2,3 раза больше, чем деревянный стержневой ящик.

Испытания экспериментального стержневого ящика в условиях действующего производства показали превышение его эксплуатационного ресурса над деревянным более чем на 100%. В настоящее время работа получила свое развитие в части применения и переработки отходов ABS пластика, возникающих в процессе печати.

УДК 621.789

Д.Ю. МАГИН, С.В. КОСТРОМИН

ГРАФИЧЕСКИЙ И АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЗОН ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ОБЪЕМНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ЛАЗЕРНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время для повышения прочностных характеристик малоуглеродистых легированных сталей и рабочей части деталей машин, выполненных из этих сталей, часто используется комбинация из объемной термической обработки и лазерной обработки. Структура и фазовое состояние поверхностных слоев после такой обработки отвечают требованиям, предъявляемым к геометрии поверхности и физико-механическим свойствам изделия.

Ранее нами было установлено влияние лазерной обработки на структуру и свойства стали 20Х3Н3МФБА после предварительной объемной термической обработки.

Целью настоящей работы была разработка графического и аналитического методов расчета глубины зон лазерного воздействия (ЗЛВ) для этой стали.

В табл. 1 приведена зависимость глубины ЗЛВ стали 20Х3Н3МФБА от скорости перемещения лазерного луча.

Таблица 1

Глубина упрочняющего слоя стали 20Х3Н3МФБА после разных скоростных режимов лазерного луча

Скорость лазерного луча v, мм/с	Глубина упрочняющего слоя h, мм
7	0,38
14	0,34
21	0,30
28	0,26

По экспериментальным данным из табл. 1 была аналитически рассчитана формула для расчета глубины ЗЛВ стали 20Х3Н3МФБА:

$$h = 0{,}88*A+0{,}1724,$$

где h – глубина закаленной зоны,мм; А – обобщенный параметр лазерной обработки.

На рис. 1 показана построенная по экспериментальным данным из табл. 1 операционная карта для выбора глубины ЗЛВ стали 20Х3Н3МФБА.

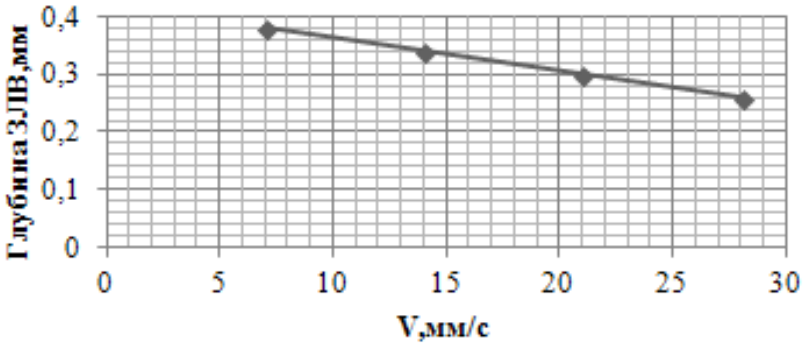


Рис. 1. Операционная карта для выбора режимов лазерного термоупрочнения стали 20Х3Н3МФБА:
P = 1100Вт; *d* = 3мм; *V* = 7-28 мм/с

Таким образом, были разработаны графический и аналитический методы расчета глубины ЗЛВ малоуглеродистой легированной стали 20Х3Н3МФБА после объемной термической обработки и лазерного поверхностного упрочнения.

УДК 669.021

Е.С. МАКАРОВ, Т.М. КОЛОСОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛИ 30ХГСА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование легированных сталей в различных отраслях промышленности весьма актуально.В частности, для изготовления крепежных изделий в авиастроении широко используется высококачественная сталь 30ХГСА.Развитие максимальных скоростей, достижение высокого уровня комфорта, обеспечение авиатранспорта передовыми достижениями информационных технологий, – вот приоритеты современного мирового авиастроения. Сталь 30ХГСА относится не только к легированным, но и конструкционным сталям. На начальной стадии своего создания она применялась в основном для нужд авиации, но постепенно, благодаря своим исключительным характеристикам, заслужила любовь и в других областях промышленности и стала использоваться и в машиностроении, и в строительстве. Сплав стали 30ХГСА содержит легирующие элементы хром, кремний и марганец, в результате латинских названий которых, стали 30ХГСА получили название «хромансиль». Для этого вида стали существует ряд аналогов, сравнимых по ряду характеристик. Это 40ХФА, 40ХН.

В комплекс исследований входило определение физико-механических свойств стали 30ХГСА, методы структурного анализа, математические методы обработки и представление результатов эксперимента.

Исследование велось с помощью активного и пассивного экспериментов.

Активный эксперимент представляет собой построение адекватной математической модели при уровне значимости 0,05. Была построена матрица планирования, в которой изменяемыми факторами являются: X_1 – температура нагрева под закалку, X_2 – охлаждающая среда при закалке, X_3 – температура отпуска закаленной стали. На основе результатов исследований может быть выбран режим закалки и отпуска стали 30ХГСА, обеспечивающий получение заданной твердости.

Анализ модели показал следующее:

- наибольшее влияние на твердость стали 30ХГСА оказывает режим отпуска.
- второй фактор (охлаждающая среда) оказался статистически не значимым, что согласуется с литературными данными.

Пассивный эксперимент представляет собойисследование структуры и свойствстали 30ХГСА после различных режимов термической обработки. Были получены следующие микроструктуры:

- отожженный образец имел в структуре феррит и перлит;
- закаленный образец имел в структуре мартенсит;
- отпущенный образец имел в структуре сорбит отпуска.

Результаты исследований могут быть использованы для оптимизации технологических режимов и обоснования выбора материала для изготовления крепежных изделий.

УДК 69.004.12

А.Э. ОЛИФИРЕНКО, В.В. ВЫБОРНОВ, Р.Е. ГЛИНЕР

ИНДУКЦИОННАЯ ЗАКАЛКА СТАЛИ 50 С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ НИТРОЦЕМЕНТАЦИЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
ОАО «ГАЗ»

Нитроцементация находит широкое применение для упрочнения стали, подверженной интенсивному износу. При этом в случае высоко нагруженных деталей применяется сталь, содержащая 0,25-0,35% углерода, которая проходит диффузионное насыщение углеродом и азотом при температуре 830-860^{o}C на глубину более 0,4 мм с достижением на поверхности повышенной (более 0,7%) концентрации углерода, завершающееся закалкой. Благодаря этому достигается высокая, более HRC55, твёрдость и соответственно износостойкость поверхности, и твёрдость сердцевины более HRC25, обеспечивающая необходимую прочность детали.

Изготовление деталей из легированной стали, позволяющее выполнять закалку с охлаждением в масле, способствует уменьшению коробления деталей при закалке и исключению проявления закалочных трещин. Применение достаточно продолжительного диффузионного насыщения и легированной стали удорожает данную технологию упрочнения.

Значительно менее затратной является технология упрочнения стали поверхностной закалкой со скоростным индукционным нагревом локального характера (нагрев осуществляется лишь участков детали, подвергаемые износу в процессе эксплуатации), выполняемом глубину до 3-5 мм. В данной технологии применяется нелегированная сталь, содержащая 0,4-0,5% углерода, которая после поверхностного нагрева охлаждается быстродвижущимися струями воды с достижением высокой поверхностной твёрдости в отсутствии коробления.

Ограничение содержания углерода (не более 0,5%) вызвано необходимостью исключения закалочных трещин, а также ухудшения механической обрабатываемости стали. При этом, несмотря на твёрдость, одинаковую с твёрдостью нитроцементованной стали, индукционно закалённая сталь, характеризуясь меньшим содержанием углерода, уступает ей по износостойкости, а в отсутствии упрочнения глубинных слоёв уступает ей и по прочностным качествам.

Таким образом, при технологическом преимуществе поверхностной индукционной закалки (меньшие трудоёмкость, материалоёмкость и энергоёмкость, применение менее дорогостоящей стали) за нитроцементацией остаётся преимущество в более высокой износостойкости и прочность.

Известна технология термического упрочнения деталей из нелегированной стали с содержанием углерода 0,4-0,5%, предусматривающая применение перед поверхностной закалкой

термического улучшения (закалка в масло и среднетемпературный отпуск) всей детали. Тем самым решается задача повышения прочности, благодаря предварительной закалке всей детали на твёрдость более HRC25.

Однако по износостойкости детали, упрочнённые по этой технологии, по-прежнему уступают нитроцементованным.

Предлагается технология, в которой перед индукционной поверхностной закалкой, выполняется закалочное улучшение с диффузионным насыщение стали углеродом и азота на глубину 0,2-0,3 мм и таким образом продолжительность диффузионного насыщения оказывается сравнимой с продолжительностью нагрева под закалку.

Данная технология прошла апробацию в термическом производстве ОАО «ГАЗ».

УДК 621.791.01

Е.А. ПИГАЛОВА, Б.П. КОНИЩЕВ, Н.А. КУРНИКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ КОНТУРА СВАРНОЙ АВИАЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДОВ СВАРКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сварка как способ соединения материалов получила широкое развитие. Преимущества сварных соединений по сравнению с другими типами неразъемных соединений весьма значительны. Однако в сварочном процессе имеются свои недостатки. В процессе сварки возникают напряжения и деформации, которые в ряде случаев могут оказать отрицательное влияние на качество сварной конструкции. Во время изготовления сварных конструкций искажаются проектные формы и размеры изделий, на восстановление которых затрачивается много трудовых и временных ресурсов. Между тем правильное построение технологического процесса сборки и сварки, а также выбор рациональных режимов сварки, как правило, позволяют избежать чрезмерных деформаций.

Одной из важных задач в совершенствовании изготовления сварных конструкций является улучшение их технологичности, повышение надежности и долговечности. Решение этих вопросов связанно с совершенствованием расчетов и проектированием конструкций, улучшением технологии их изготовления.

Поскольку речь идет об авиационной технике, следовательно, о конструкции, разрушение которой влечет за собой человеческие жертвы, задача повышения качества, надежности, работоспособности и долговечности приобретает особо важное значение для предприятия-изготовителя.

Вследствие сварочных деформаций возможны искажения геометрических сечений элементов и конструкции в целом. Это явление может привести к появлению неучтенных напряжений при эксплуатации конструкции и выходу её из строя. Искажение формы изделия может существенно изменить эксплуатационные характеристики сварного изделия, кроме того, остаточные деформации ухудшают внешний вид изделия.

Рассмотрим возникающие сварочные деформации на примере сварной авиационной конструкции, свариваемой аргонодуговой сваркой.

Изделие имеет протяженные швы сложной криволинейной конфигурации. Размеры поперечного сечения швов также различны – это связано с широким диапазоном свариваемых толщин.

В качестве экспериментальной части были сделаны замеры размеров контуров готовых обшивок сварной авиационной конструкции, собранных и сваренных ранее различными видами сварки, а именно, ручной аргонодуговой сваркой, автоматической аргонодуговой сваркой без присадочной проволоки, автоматической аргонодуговой сваркой с присадочной проволокой.

Причины возникновения сварочных усадочных деформаций в сварной авиационной конструкции:

- литейная усадка шва при кристаллизации;
- структурные превращения, происходящие в металле в результате нагрева и охлаждения.

Кроме того, на величину сварочных деформаций влияют следующие факторы:

- вид сварки;
- размеры швов;
- условие закрепление конструкции.

УДК 669.14

Е.Ю. ПОЛИХИНА, Е.А. ЧЕРНЫШОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВАКУУМИРОВАНИЯ ЖИДКОЙ СТАЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Промышленность использует в значительных количествах высокопрочные стали перлитного класса для производства корпусного и машиностроительного литья, высокие эксплуатационные свойства которого могут быть обеспечены снижением содержания газов и водорода в жидком металле.

Если для аустенитного класса, обладающего повышенной растворимостью водорода в твердом состоянии и высокими пластическими свойствами, процесс выделения водорода не представляет опасности, то в стали перлитного класса с низким пределом растворимости водорода, возникшие напряжения могут стать причиной образования микро-макротрещин, флокенов и светлых пятен.

Попытки снизить содержание водорода в стали, уменьшая влажность шлакообразующих и легирующих добавок или увеличивая интенсивность окисления углерода, не дали ощутимых результатов.

Поэтому наиболее 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.

Целью работы является исследование качества среднелегированной стали после вакуумирования металла в струе.

Выплавку специальной среднелегированной стали проводили в электродуговой печи (ДСП – 5) с основной футеровкой. Струя жидкого металла подвергалась вакуумной обработке в специальном вакуумном ковше.

Для определения продолжительности процесса вакуумирования произведен расчет скорости истечения металла из промежуточной емкости в вакуум-ковш в зависимости от размера промежуточного отверстия.

Основные технологические параметры процесса:

- масса жидкого металла, подвергаемого вакуумированию, кг – 6000;
- температура металла перед выпуском из печи, °С – 1650-1670;
- разрежение в вакуумном ковше, мм рт.ст. – 1.

Определение температуры металла производилось вольфрам-молибденовой термопарой погружения с показывающим потенциометром.

Для определения качества стали были проведены следующие исследования: содержание газов, неметаллических включений, механических свойств и химического состава.

Основное достоинство вакуумной обработки стали заключается в том, что она является эффективным средством снижения содержания водорода в металле. Выявлено, что содержание водорода после вакуумирования снижается на 17,0 – 33,3 %. Относительно небольшой процент снижения содержания водорода объясняется его низким содержанием в исходном металле.

Таким образом, вакуумирование стали в струе при выпуске из печи устраняет литейные дефекты, повышает чистоту поверхности отливок и механические свойства. Главным преимуществом этого способа является снижение содержания водорода, что особенно важно для среднелегированных сталей перлитного класса. К преимуществам этого способа можно также отнести небольшие потери тепла, удобство в эксплуатации и отсутствие капитальных затрат.

УДК 669.021

Д.Ю. РАДОНЕЖСКИЙ, Т.М. КОЛОСОВА

МАТЕРИАЛЫ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Материалы с эффектом памяти формы представляют большой интерес, как в теоретическом, так и практическом плане, поэтому исследование данного вопроса является весьма актуальным.

Эффект памяти формы – явление возврата к первоначальной форме при нагреве, которое наблюдается у некоторых материалов после предварительной деформации.

В исходном состоянии в материале существует определенная структура. При деформации внешние слои материала вытягиваются, а внутренние сжимаются. Эти вытянутые структуры – мартенситные пластины, что не является необычным для металлических сплавов. Необычным является то, что в материалах с памятью формы мартенсит термоупругий.

При нагреве начинает проявляться термоупругость мартенситных пластин, т.е. в них возникают внутренние напряжения, которые стремятся вернуть структуру в исходное состояние, то есть сжать вытянутые пластины и растянуть сплюснутые.

Поскольку внешние вытянутые пластины сжимаются, а внутренние сплюснутые растягиваются; материал в целом проводит автодеформацию в обратную сторону и восстанавливает свою исходную структуру, а вместе с ней и форму.

Другим явлением, тесно связанным с эффектом памяти формы, является сверхупругость – свойство материала, подвергнутого нагружению до напряжения, значительно превышающего предел текучести, полностью восстанавливать первоначальную форму после снятия нагрузки.

Примером материалов с памятью формы является никелид титана.

Никелид титана – это интерметаллид эквиатомного состава с 55 мас.%Ni. Температура плавления 1240–1310˚С, плотность 6,45 г/см3. Кроме никелида титана, эффект памяти формы обнаружен в системах:Au-Cd, Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni, Fe-Mn-Si, Fe-Ni, Cu-Al, Cu-Mn, Co-Ni, Ni-Al и др.

Материалы с эффектом памяти формы широко применяются в самых различных областях, например, в машиностроении, в противопожарных системах, в медицине (в сосудистой хирургии, ортопедии, стоматологии и т.д.).

УДК 669.412

С.А.САПУНОВ, В.М.СЕНОПАЛЬНИКОВ

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНОЙ ИЗЛОЖНИЦЫ ДЛЯ КУЗНЕЧНЫХ СЛИТКОВ МАССОЙ 4,2 т В УСЛОВИЯХ ООО «МЕТМАШ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное машиностроение потребляет значительное количество поковок из кузнечных слитков. Эти слитки отливаются в чугунные изложницы, стойкость которых составляет 20-60 наливов, а расход колеблется в пределах 10–40 кг/т разливаемой стали, увеличиваясь по мере возрастания массы литой заготовки. В основном изложницы изготавливаются из серого доменного или ваграночного чугуна.

Низкая стойкость таких изложниц привела к использованию для их производства чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом. Это повысило стойкость литейной оснастки ~ в 1,5 раза. Однако эти изложницы при эксплуатации имеют повышенную склонность к короблению, часто приводящему к заклиниванию в них слитков.

Основной причиной выхода изложниц из строя (более чем в 50 % случаев) является развитие сетки разгара на рабочей поверхности и последующего развития трещин. В технической литературе показано, что образование сетки разгара происходит вследствие роста чугуна – постоянного увеличения в габаритах чугуна вследствие повторяемого или длительного нагревания при температуре более чем 480°С за счет окисления графита и карбидов. Таким образом, чугун не является оптимальным материалом для изготовления изложниц. Альтернативой может служить сталь. Так, ОСТ 108.962.02-85 «Изложницы для кузнечных слитков. Размеры» допускает изготовление стальных изложниц для изготовления кузнечных слитков массой менее 100т. В ПО «Ижорский завод» стойкость литой стальной оснастки для отливки 10т слитков повысилась в 4,7 раза, а сетка разгара появилась после 40 наливов (в чугунной после 3-4).

Учитывая изложенное, для ООО «Метмаш» была спроектирована стальная изложница для кузнечного слитка массой 4,2т и разработана литейная технология её производства. Масса новой изложницы была снижена в 1,7 раз за счет уменьшения толщины стенки. Для предотвращения коробления конструкция изложницы предусматривает наличие по торцам бандажей, на которые вынесены цапфы. Последнее способствует равномерному охлаждению слитка. В качестве материала для изготовления предложена сталь марки 35Л, имеющая наименьший коэффициент линейного расширения среди углеродистых марок стали.

Одним из возможных случаев выхода изложниц из строя является привар слитка. Одной из причин этого явления является локальный разогрев рабочей поверхности оснастки, причиной которого является затрудненный теплоотвод. Как правило, причиной последнего является наличие пор или засоров, являющихся тепловым сопротивлением. В случае тонкостенной стальной изложницы такими тепловыми сопротивлениями могут быть поры, характерные для зон стыка фронтов кристаллизации. Поэтому для получения бездефектной центральной части стенки отливки был произведен расчет направленности затвердевания по методике В.В Назаратина, базирующейся на математических расчетах и применения ряда эмпирических зависимостей, широко апробированной и проверенной в отечественной и мировой практике литейного производства при изготовлении стальных отливок ответственного назначения, в том числе и для атомного машиностроения. В результате разработанная конструкция изложницы имеет переменную толщину стенки в пределах 80-144мм. Для использования стальной изложницы предложено также изменить технологию литья слитков в ООО «Метмаш», изменив конструкцию поддона. Поддон новой конструкции изготовлен.

УДК-620.181

А.П. СВЕКЛИН, Т.А. ГОРШКОВА

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

НГПУ им. Козьмы Минина

Термоциклирование обеспечивает измельчение зерна, релаксацию напряжений, улучшение свойств. Это позволяет повысить прочность рядовых марок сталей, которыми можно заменить дорогостоящие материалы, придать высокую надежность и работоспособность деталям машин и механизмам, снизить их материалоемкость, добиться поверхностного упрочнения, устранить ликвационные неоднородности и т. д.

Термоциклическая обработка основана на многократном повторении структурных превращений. За счет накопления структурных изменений материал может приобретать структуру, которая недостижима при обычных видах ТО. При термоциклировании не все

процессы протекают одновременно. Если структурные составляющие материала деформированы, то в полуцикле нагрева может протекать полигонизация, а при определенных условиях – и рекристаллизация. Центры рекристаллизации образуются в первую очередь на тех участках решетки, которые наиболее искажены. Это ведет к формированию мелкозернистой структуры. Основным структурным изменением при ТЦО сталей является сильное измельчение зерна.

Существует несколько механизмов эволюции структуры при термоциклировании.

*Эстафетный механизм***.** На первичных центрах зарождаются выделения новой фазы, которые образуют вокруг и внутри себя пластически деформированную зону – «облако» дефектов (дислокаций). В таких облаках на дефектах в пределах того же термоцикла происходит появление вторичных зародышей. Затем этот процесс повторяется уже в пластически деформированных зонах вторичных выделений и таким образом распространяется лавинообразно по материалу.

*Маятниковый механизм первого рода***.** Этот механизм реализуется при циклировании с постоянными верхней и нижней температурами, когда эстафетный механизм в силу каких-либо условий не работает.

Маятниковый механизм второго рода. Такой механизм объединяет в себе характерные особенности первых двух механизмов и осуществляется при такой форме термоцикла, когда нижняя температура постепенно снижается в диапазоне фазовых превращений.

Так же существует несколько видов ТЦО

Маятниковая ТЦО, названная так из-за того, что температурный интервал термоциклирования находится вблизи температур перекристаллизации, используется при измельчении зерна сталей ферритно-перлитного класса. При этом предусмотрен печной нагрев до температуры, которая на 30–50 °С выше Ac_1 с последующим охлаждением на воздухе до температуры, которая на 50–80 °С ниже Ar_1.

Среднетемпературная ТЦО, предназначенная для получения сорбитообразной структуры конструкционных, углеродистых сталей, заключается в быстрых нагревах до температуры, на 30–50 °С превышающей Ac_1 и с последующим охлаждением на воздухе до температуры, которая на 30–50 °С. ниже Ar_1 , далее в воде или масле.

Высокотемпературная ТЦО заключается в электронагреве со скоростью около 50° С/с до температуры полной аустенитизации, охлаждении со скоростью 30–50°С/с до температуры 420–450°С, отвечающей температуре наиболее быстрого изотермического распада аустенита, и выдержке при этой температуре. По окончании выдержки циклы повторяют, а в последнем термоцикле осуществляют закалку из аустенитного состояния. Сочетание ТЦО с такими операциями, как закалка, отпуск, старение и т. д., во многих случаях оказывается полезным.

УДК 69.004.12

А.А. СИЛАНТЬЕВА, Н.В. САХАРОВ, Р.Е. ГЛИНЕР

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА АЗОТИРОВАНИЯ ПО АЗОТНОМУ ПОТЕНЦИАЛУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Научно-исследовательский физико-технический институт ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Газовое азотирование является одним из наиболее распространенных и эффективных способов химико-термического упрочнения, и осуществляется в результате насыщения обрабатываемой детали азотом. Для этого в рабочее пространство печи для азотирования вводится в определённых количествах аммиак (NH3), который при нагреве до рабочих температур диссоциирует, разлагаясь на водород и атомарный азот, поглощаемый поверхностью детали.

Приоритетным показателем качества упрочнения азотированием является концентрация азота на поверхности, обеспечиваемая проведением технологического контроля за про-

цессом азотирования, причём с начала промышленного применения азотирования данный контроль основывался на определении состава среды (по степени диссоциации аммиака). Характеризуясь простотой, такой контроль традиционно применяется до настоящего времени.

При этом не обеспечивается требуемая точность контроля процесса насыщения, так как состав среды характеризует исключительно химические процессы, происходящие в ней, но не отражает физические процессы поглощения поверхности обрабатываемого металла азотом и последующей диффузии азота вглубь металла.

Интегральной, и поэтому наиболее точной, характеристикой процесса насыщения является концентрация азота в тонком поверхностном слое металла при достижении динамического равновесия с газовой средой определенного состава при определенной температуре – так называемый азотный потенциал.

Наиболее просто и оперативно для определения азотного потенциала использовать способ *фольговой пробы*: тонкая лента стали (фольга) помещается в рабочую среду и выдерживается в ней определённое время, необходимое для достижения динамического равновесия по содержанию азота при сквозном насыщении. Обработанный таким образом образец подвергается лабораторному анализу с определением содержания в нём азота, численное значение которое принимается за азотный потенциал.

Применяемые в настоящее время способы определения содержания азота в фольговых пробах используют методы вакуум плавления, химического растворения и рентгеноспектральный анализ.

Данные методы обеспечивают требуемую точность контроля азотного потенциала, но являются весьма дорогостоящими: требуется оснащение лабораторий, проводящих анализы, специальным оборудованием и высокая квалификация специалистов, производящих анализы. При этом методы характеризуются высокой трудоёмкостью и недостаточной оперативностью, исключающей использование их как экспрессных анализов.

В связи с этим возникает задача изыскания менее затратного и трудоёмкого, и более оперативного способа оценки азотного потенциала, приемлемого для использования в производстве.

В производстве ОАО «Гидроагрегат» апробировано решение данной задачи на основе прецизионного взвешивания образцов в фольговых пробах.

УДК 669.017.3-405

А.Ю. СИРОТКИН, Л.А. ОШУРИНА

ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОЙ ЗАКАЛОЧНОЙ СРЕДЫ ТЕРМОВИТ-М НА МИКРОСТРУКТУРУ, ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ-10

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель работы – исследование микроструктуры, фазового состава и механических свойств стали 10 после закалки в синтетической среде Термовит-М.

Синтетические закалочные среды имеют ряд преимуществ, по сравнению с традиционными (вода, минеральные масла). Они имеют более низкую стоимость, низкую пожароопасность производства, высокую экологичность производства (более легкие и дешевые способы утилизации и отсутствие интенсивного испарения среды при закалке).

Термовит-М способствует улучшению структуры твердого сплава: уменьшается величина зерен и округляются их границы. Кроме того, закалка твердого сплава в водополимерном растворе Термовит-М существенно удешевляет себестоимость термообработки. В данной работе исследовалось влияние закалочной среды на изменение структуры и фазового состава поверхностных слоев стали 10.

*Методика эксперимента***.** Исследуемым материалом служили шесть вырезанных ци-

линдрических образцов высотой 15 мм, диаметром 6 мм. Проводили закалку образцов при t = 900° с выдержкой 10 мин. Охлаждение осуществляли в воде, масле и в водном растворе Термовит-М с различной концентрацией полимера. Образцы, закаленные в водном растворе, исследовались с помощью оптического компьютеризированного микроскопа VHX-1000 (при увеличении х1000). Проводился рентгеноструктурный анализ образцов на аппарате «Дрон-2». Изучались механические характеристики образцов с помощью твердомера ПМТ-3.

Результаты исследования

После закалки в Термовите-М с различной концентрацией (2-8%), элементы микроструктуры и величина зерен меняются. Анализ микроструктуры показывает, что после закалки в растворе Термовита (концентрацией 6%) наблюдается мелкозернистая структура с крупными фрагментами дискообразной формы.

Анализ рентгенограмм показывает, что после закалки в Термовите образуется ε-мартенсит (реечный или пакетный). Микронапряжения в структуре после закалки в Термовите уменьшаются по сравнению с закалкой в воде.

Анализ измерения микротвердости стали 10 показывает - при концентрации Термовита 6% наблюдалосьболее плавное изменение значениймикротвердости по поверхности образца. Изменение концентрации Термовита=М в водном растворе приводит к изменению значений микротвердости стали 10.

*Выводы***.** Экспериментально определена оптимальная концентрация Термовита-М на уровне 6–8% для закалки стали 10.

Рекомендовано дальнейшее изучение влияния Термовита-М на физико-химические свойства легированных сталей.

УДК 669.013

К.В. СУМИНА

УПРАВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫМИ И ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ, С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ИЗДЕРЖЕК НА ПРИМЕРЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ЦЕХА ОАО «НОРМАЛЬ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность рассмотрения производственной логистики как отдельной функциональной подсистемы состоит в том, что в последние годы отмечена тенденция к сокращению сферы массового и крупносерийного производства. Расширяется применение универсального оборудования, гибких переналаживаемых производственных систем. Другим аспектом актуальности производственной логистики является организация производства в рамках кооперации по выпуску сложных изделий. В связи с этим производственную логистику можно определить как науку (теорию, методологию) о системной рационализации управления процессами развития производственных систем (например, рабочего места, участка, цеха, производства как набора цехов для выпуска конкретной продукции или оказания конкретных услуг, организации) с целью повышения их организованности (эффективности) посредством синхронизации, оптимизации и интеграции потоков в производственных системах.

Цель производственной логистики заключается в точной синхронизации процесса производства и логистических операций во взаимосвязанных подразделениях.

Задачи производственной логистики отражают организацию управления материальными и информационными потоками не просто внутри логистической системы, а в рамках процесса производства.

В данной работе рассмотрена организация управления материальными и информационными потоками, исследован переход децентрализованного производства к централизованному, выявлены факторы, за счет которых осуществляется оптимизация материальных и ин-

формационных потоков на примере термического цеха предприятия ОАО «Нормаль». Производство, в котором руководство высшего звена оставляет за собой большую часть полномочий, необходимых для принятия важнейших решений, называются *централизованным*. *Децентрализованное производство* – это производство, в котором полномочия распределены по нижестоящим уровням управления.

Преимущества централизации:

1. Централизация улучшает контроль и координацию специализированных независимых функций, уменьшает количество и масштабы ошибочных решений, принимаемых менее опытными руководителями.

2. Централизованное управление позволяет более экономно и легко использовать опыт и знания персонала центрального административного органа.

Преимущества децентрализации:

1. Децентрализация дает право принимать решения тому руководителю, который ближе всего стоит к возникшей проблеме и, следовательно, лучше всех ее знает.

2. Децентрализация стимулирует инициативу и позволяет личности отождествить себя с организацией.

В результате исследований выявлены факторы по оптимизации материальных и информационных потоков в условиях термического цеха:

1) автоматизация печи;

2) централизация производства: экономия на вентиляции термического цеха; экономия электроэнергии; снижение протяженности канализационных каналов для слива отработанных жидкостей; снижение протяженности силовых кабелей от подстанций к цеху; снижение количества погрузчиков.

Организация централизованного цеха термической обработки позволяет оптимизировать процесс жизненного цикла продукции, а именно, процесс производства крепежных изделий.

УДК 621.789

И.Р. ШАТИКОВ

ЛАЗЕРНОЕ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Лазерные технологии широко используются в различных областях науки и техники. Каждый год находят новые способы использовать лазеры для научных и технических целей. Существуют даже проекты по реализации термоядерного синтеза, используя энергию лазеров. Лазерная обработка материалов обладает следующими преимуществами: высокой концентрацией энергии, возможностью передачи энергии на большие расстояния, возможностью локального воздействия, созданием больших скоростей нагрева и охлаждения, отсутствием зависимости от природы обрабатываемого материала. Уже несколько десятилетий лазерную обработку материалов применяют для различных целей: размерной обработки, термоупрочнения, легирования, сварки и др.

Лазерное поверхностное термоупрочнение металлов и сплавов эффективно повышает свойства поверхности, такие как твердость и износостойкость, и обладает хорошими технологическими свойствами: высокой скоростью обработки, возможностью автоматизации, выгодными экономическими показателями. Активное изучение этой технологии приходится на 80-е годы прошлого века. Но на данный момент этой теме уделяется мало внимания, так как основные процессы хорошо изучены, и этого достаточно для использования в промышленности для прогнозирования получаемых свойств. Например, распространенные конструкци-

онные стали 45, 40Х и 30ХГСА. Они очень хорошо изучены, под каждую сталь существуют разные режимы лазерного поверхностного упрочнения, дающие вполне предсказуемые свойства. Но существует еще много «белых пятен» в понимании процессов, происходящих в поверхности при воздействии лазерного излучения. Что в основном связанно со скоростью происходящих процессов, они проходят очень быстро и почти невозможно зафиксировать их промежуточный результат или наблюдать за ними в режиме реального времени. Особенно важно понимание различных механизмов структурных явлений, влияние лазерного излучения на свойства и количество границ зерен, механизмы и влияние диффузии легирующих элементов на свойства, изменения в тонкой структуре. Более глубокое понимание этих механизмов позволит не только улучшить существующие технологии обработки, но и даст возможность создать новые методы обработки.

УДК 620.181

Ю.В. ШИРОКОВ, Т.А. ГОРШКОВА

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ 17Г1С

НГПУ им. Козьмы Минина

Сталь марки 17Г1С относится к классу конструкционных низколегированных кремнемарганцовистых сталей для сварных конструкций, поэтому в промышленности она используется для изготовления сварных деталей и металлоконструкций, работающих под давлением при температурах от -40 и до +475 градусов, а также для различных элементов и деталей трубопроводов пара и горячей воды атомных станций, с расчетной температурой среды не выше 350ºС. Но наиболее широкое применение сталь марки 17Г1С получила для изготовления электросварных прямошовных труб, применяемых для нефте- и газопроводов большого диаметра, тепловых сетей и электростанций, прямошовных электросварных экспандированных труб в трубопроводах высокого давления.

После сварки структура стали 17Г1С довольно разнообразна, так как образуется не только феррит и перлит, но также присутствует безструктурный мартенсит, бейнит и остаточный аустенит. Пластины образовавшегося мартенсита настолько малы, что игольчатое строение на шлифе не просматривается, а бейнит представляет собой феррито-карбидную смесь высокой дисперсности. Количество указанных структурных составляющих изменяется в зависимости от температурного цикла сварки. Образованию закалочных структур подвержена и околошовная зона сварного соединения.

Таким образом, после процесса сварки, целесообразно проводить отжиг или нормализацию, чтобы удалить неравномерность материала трубы сварного шва и околошовной зоны. После отжига при температуре 900°С и временем выдержки 30 мин структура материала шва и основного металла стала более однородной (феррит и перлит).

В процессе эксплуатации трубы из стали 17Г1С подвергаются различного вида воздействиям агрессивных сред, упругопластическим и пластическим деформациям, высоким давлениям пропускных веществ и т.д., что приводит к возникновению в материале трубы коррозионного растрескивания и хрупкого разрушения.

Поэтому к стали для изготовления магистральных газо- и нефтепроводов большого диаметра предъявляется ряд физико-механических свойств. Вместе с высокой прочностью (около 600–700 Н/мм^3) материал трубы должен обладать хорошей ударной вязкостью (80–120 Дж/см^2 на образцах с острым надрезом с радиусом закругления 0,25 мм).

Для достижения необходимого комплекса свойств, сталь 17Г1С не достаточно подвергать лишь одной закалке. После закалки в воде, при температуре печи 900°С и времени

выдержки 30 мин., микроструктура состоит из мартенсита, а твердость составляет 461НВ, что является недопустимым. Самым эффективным способом придания стали нужных свойств является улучшение. Предварительно закаленную сталь необходимо подвергнуть отпуску при температуре 650°С.

Проведенный отпуск снизил прочность и вероятность возникновения коррозионного растрескивания за счет снижения образования сжимающих внутренних напряжений, а также повысил вязкость стали.

Анализ микроструктуры показал, что структура состоит из сорбита отпуска. Твердость после улучшения составила 255 НВ.

Таким образом, для обеспечения требуемых механических свойств стали 17Г1С при производстве газо- и нефтепроводов большого диаметра рекомендуется назначать режим термической обработки – улучшение, так как он обеспечивает необходимый комплекс физико-механических свойств.

УДК 669.021

А.М. ЮНКНИКЕЛЬ, И.В. ВАГАНОВ

СКОРОСТНАЯ ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА УЛУЧШАЕМОЙ СТАЛИ 30ХГСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Скоростная электротермическая обработка (СЭТО) стали, как и обычный способ ее упрочнения - печной отпуск, представляет собой последовательное выполнение двух основных операций – закалки и отпуска.

В настоящее время широкое распространение получают электрофизические методы обработки металлических материалов. Это вызвано следующими факторами: устраняется отпускная хрупкость при электроотпуске, повышаются конструктивная прочность и вязкость разрушения сталей в сравнении со сталями, прошедшими печную термическую обработку . В настоящей работе изучается возможность проведения электрофизического процесса закалки и отпуска током высокой плотности 108–109 А/м^2 инструментальных сталей ножевой продукции. Применение токов высокой плотности при нагреве под термическую обработку позволяет ускорить диффузионные процессы, повысить скорость нагрева и изменить критические точки сталей. При скоростной электротермической обработке, кроме термических процессов, возникают электрофизические эффекты, к которым относится эффект «электрокристаллизации». Действие высоких скоростей нагрева и эффекта электрокристаллизации приводит к измельчению зерен, что улучшает комплекс физико-механических свойств. В обработке инструментальных сталей важно получить высокое значение твердости в сочетании с высоким значением сопротивления разрушению.

Для проведения исследования СЭТО использовали сталь 30ХГСА. Это хромокремнемарганцевая сталь повышенной прочности, вязкости и износостойкости. Обычная термическая обработка - двойная закалка с низким или высоким отпуском или после изотермической закалки, так же азотирование. Сталь 30ХГСА применяется для деталей, работающих в условиях износа и для ответственных сварных конструкций, работающих при знакопеременных нагрузках при температурах до + 200°С.

Для проведения экспериментов использовали электроконтактный нагрев током высокой плотности в импульсном режиме: длительность импульса 0,02 с, длительность паузы 0,02 с. Частота импульсов 25 Гц, что делает скин-эффект пренебрежимо малым. Электрический ток

пропускали по длине образцов. Форма импульса тока синусоидальная, исключающая эффект Томпсона-Пельтье.

Исследования печной закалки и СЭТО стали 30ХГСА показали, что процесс аустенизации стали в условиях скоростной электротермической обработки током высокой плотности может протекать за короткое технологическое время, за 5-6 с. При скоростном нагреве стали электрическим током с значительным превышением температуры закалки на 300°С происходит огрубление микроструктуры, и, наоборот, размер блоков субструктуры уменьшается. После скоростной аустенизации наблюдаются сжимающие микронапряжения, а при печном длительном нагреве возникают растягивающие микронапряжения. Относительная ошибка эксперимента с ростом температуры при печной закалке с охлаждением в воду понижается, а при электротермообработке током высокой плотности увеличивается.

Результаты настоящих исследований показывают, что при разработке технологического процесса электронагрева под закалку следует применять высокие скорости нагрева (200 К/с и выше) и строго соблюдать рекомендуемую научно-технической литературой температуру закалки сталей, для исключения огрубления структуры и повышения стабильности твердости.

СЕКЦИЯ 7

ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВОК

Подсекция 7.1

Ядерная энергетика

УДК 621.039

А.И. АЛЕКСАНДРОВА, Ю.А. МУХРЯКОВ, А.В. ДУНЦЕВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕШЕНИЯ ПОТОКОВ ВОДЯНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЯХ ОБОРУОВАНИЯ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Институт ядерной энергетики и технической физики

Активно разрабатываемые в настоящее время в России и за рубежом программные средства, позволяющие описывать потоковые процессы, нуждаются в верификации. Ввиду высокой стоимости и сложности проведения натурных экспериментов, большинство явлений, происходящих в оборудовании реакторных установок, с достаточной степенью представительности могут быть исследованы на моделях, работающих на воде, при давлениях, близких атмосферному. В общем виде эти модели описываются уравнением движения в форме Навье-Стокса и уравнением неразрывности, не решаемыми в аналитическом виде. Система уравнений является замкнутой, поскольку имеется четыре уравнения для определения четырех искомых величин u,v,w,p. Однако математическая формулировка задачи в целом остается незамкнутой из-за неопределённости начальных и граничных условий однозначности [1]. Поэтому возникла задача для разработки упрощенной модели для оценки эффективности процессов смешения потоков, а, следовательно, для разработки принципиальной схемы стенда и используемого оборудования.

В основу предлагаемой модели положена модель смешения Прандтля. Согласно теории Прандтля, перемешивание обусловлено турбулизацией потока. Турбулентное движение обусловлено наличием вязкости и трением между слоями жидкости. Следовательно, турбулентность может возникать лишь в потоках с неоднородным полем скоростей или, как говорят, *в потоках со сдвигом*. Турбулентность называют *пристенной*, если она возбуждена силами трения, возникающими при обтекании потоком поверхности стенки. Турбулентность называется *свободной*, если она возбуждена относительным перемещением (продольным или поперечным) слоёв жидкости (например, струй), а твёрдая граница раздела отсутствует [2]. Модель Прандтля определяет длину пути смешения, что представляет собой расстояние, на которое турбулентный моль может переместиться в поперечном направлении, сохраняя своё избыточное (положительное и отрицательное) количество движения [1].

Решения уравнения для пути смешения было найдено в виде линейной и логарифмической функции ($l = x\,æ$; $l = 1 - \ln x\,æ$), где коэффициент пропорциональности *æ,* определяется из эксперимента. Исследования проводились при двух соотношениях расхода горячей ($Q_г$) и холодной ($Q_х$) воды: $Q_г$ = 1,05 м^3/ч и $Q_х$ = 0,85 м^3/ч; $Q_г$ = 0,9 м^3/ч и $Q_х$ = 0,9 м^3/ч и температурах горячей ($T_г$) и холодной ($T_г$) воды: $T_г$ = 60^{0}С; $T_х$=4^{0}С. Для линейной модели коэффициенты пропорциональности составляли $æ$=1,5*10^{-2} и $æ$=0,685*10^{-2}, для логарифмической модели коэффициенты пропорциональности составляли $æ$=0,675*10^{-3} и $æ$=3,455*10^{-3} соответственно. Относительная погрешность пути смешения для линейной модели составляет 1% - 5%, а относительная погрешность пути смешения для логарифмической модели составляет 28% - 30%.

Библиографический список

1. **Лойцянский, Л.Г**. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. – 7-е изд. – М.: ДРОФА, 2007. – 840 с.
2. **Ковальногов, Н.Н**. Прикладная механика жидкости и газа / Н.Н. Ковальногов. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 219 с.

УДК 621.039

А.В. АНТИПОВ, А.В. БУТУСОВ, А.А. ДМИТРИЕВ,
Д. А. ЕРМИЛОВ С.М. ДМИТРИЕВ, М.А. ЛЕГЧАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО МАССООБМЕНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТВСА РЕАКТОРА ВБЭР-300

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для обеспечения электроэнергией и потребностей в теплоснабжении коммунально-бытовых и промышленных объектов ряда регионов страны в ОАО «ОКБМ Африкантов» разработан проект реакторной установки средней мощности ВБЭР-300 с водо-водяным реактором блочного типа.

В данной реакторной установке используются бесчехловые тепловыделяющие сборки ТВСА каркасной конструкции. ТВСА для активных зон ВБЭР-300 должна отвечать всем требованиям по надёжности, безопасности, экономичности и технологичности, предъявляемых к современному ядерному топливу. Одним из технологических решений для выполнения этих требований является постановка поясов перемешивающих и дистанционирующих решеток. Их конструкция и взаимное расположение существенно влияют на массообменные характеристики, в связи с чем возникает необходимость их детального изучения.

Для изучения данной проблемы было проведено исследование масштабного фрагмента активной зоны на экспериментальном стенде НГТУ, который представляет собой аэродинамический разомкнутый контур, через который прокачивается воздух, имитирующий поведения потока теплоносителя в реакторе ВБЭР-300 с ТВСА. Модель, выполненная в полном геометрическом подобии, представляет собой фрагмент активной зоны реактора ВБЭР-300 с ТВСА и включает в себя сегменты трех топливных кассет, межкассетное пространство, а также пояса перемешивающих и дистанционирующих решеток. Исследования локальных характеристик межъячеечного массообмена потока теплоносителя проводились методом инжекции газового трассера.

Результаты, полученные по итогам эксперимента, могут быть использованы в качестве базы экспериментальных данных для верификации CFD-кодов и программ детального поячеечного расчета активных зон водо-водяных ядерных реакторов ВБЭР–300 с целью уменьшения консерватизма при обосновании теплотехнической надежности активных зон.

В ходе комплексного анализа результатов исследований были сделаны следующие выводы:

- за дефлекторами перемешивающей решетки происходит направленное постепенно затухающее движение трассера, обусловленное соответствующим расположением дефлекторов.
- наличие дистанционирующей решетки, расположенной после перемешивающей решетки, приводит к сглаживанию возмущений массообменных характеристик, вносимых перемешивающей решеткой.

---

1. **Бородин, С.С.** Исследования массообменных характеристик и эффективности перемешивающих решеток ТВСА-АЛЬФА реакторов ВВЭР / С.С. Бородин [и др.] // Труды пятой российской национальной конференции по теплообмену: в 8 т. – М., 2010. Т. 1. С. 177-180.

УДК 621.039

А.А. БАРИНОВ, А.А. ДОБРОВ, А.Е. ХРОБОСТОВ

РРАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРА КЛТ-40С

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Расчет локальных гидродинамических характеристик потока является одним из обязательных этапов проектирования новых конструкций ядерного топлива. Для проведения расчетного моделирования в настоящее время привлекаются одномерные (инженерные) и трехмерные (CFD) коды, имеющие характерные преимущества и недостатки.

Целями проведения настоящей работы являлись:

- оценка расхождения результатов расчетного моделирования полей локальных скоростей потока в стержневом пучке твэл реактора КЛТ-40С при применении одномерных и трехмерных кодов;
- демонстрация расчетных возможностей отечественного импортозамещающего кода ЛОГОС разработки РФЯЦ ВНИИЭФ путем проведения серии расчетов с различными CFD-решателями;
- апробация методики совершенствования инженерных расчетов активных зон при помощи проведения уточняющего CFD-моделирования;
- верификация полученных результатов на основе сравнения с результатами эксперимента.

В ходе работы проводилось моделирование течения теплоносителя в тепловыделяющей сборке (ТВС) реактора КЛТ-40С. Для учета индивидуальных коэффициентов гидравлического сопротивления (КГС) ячеек ТВС, обусловленных наличием дистанционирующих решеток (ДР), проводилась серия уточняющих CFD-расчетов с последующим использованием полученных значений КГС в коде инженерного поячейкового расчета «КАНАЛ».

По результатам работы были получены: значения КГС ДР из различных CFD-решателей, распределения локальных скоростей течения теплоносителя в поперечном сечении топливной кассеты, КГС ячеек ТВС. Получено хорошее согласие расчетных значений с экспериментальными данными. Показано, что применение уточняющих CFD-расчетов приводит к значительному повышению точности расчетного моделирования и может быть использовано в качестве эффективного инструмента при инженерном обосновании конструкций ядерного топлива.

УДК 621.039

А.Е. БАРИНОВ, А.Е. ЗАКОЛОДКИН, В.В. АНДРЕЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТОПЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВАБ БАЭС №4 С РУ БН-800

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Атомная энергетика обладает рядом преимуществ перед энергетикой на ископаемом органическом топливе. *Во-первых*, ядерное топливо имеет в миллионы раз большую концентрацию энергии. *Во-вторых*, запас ресурсов хватит на 50–100 лет, а при использовании рецикла их запас сможет обеспечить энергетические потребности мира на протяжении 1000 лет. *В-третьих*, воздействие атомной энергетики на окружающую среду меньше, чем воздействие других энерготехнологий. *В-четвертых*, малые объемы потребляемого топлива дают возможность развивать атомную энергетику в удаленных районах и на транспортных установках. Однако важным условием развития атомной энергетики является обеспечение ее безопасности. Одним из наиболее общепризнанных во всем мире подходов к обоснованию и повышению безопасности атомных станций является вероятностный анализ безопасности (ВАБ).

В данном исследовании проводится *оценка* последствий внутренних затоплений помещений с электротехническим оборудованием БАЭС №4. Исследование внутренних воздействий, связанных с затоплением помещений, является составной частью ВАБ первого уровня. В качестве потенциальных причин возникновения затопления электротехнических помещений рассматривались:

- течи и разрывы трубопроводов, содержащих жидкую среду;
- течи баков и емкостей, содержащих жидкую среду;
- отказы оборудования, приводящие к затоплению, запариванию помещений;
- ошибочный запуск или ложное срабатывание установки водяного пожаротушения.

В рамках исследования проводится анализ времени затопления помещений. Расход жидкой среды через трубопровод вследствие его разрыва полным сечением рассчитывается по формуле:

$$G = \mu F \sqrt{2 \cdot \Delta P \rho} = \mu \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2 \Delta P \rho} ;$$

где μ – сопротивление истечению; F – площадь сечения истечения; ΔP – разность давлений, ρ – плотность среды; d – диаметр трубы.

При определении продолжительности затоплений учитываются действия персонала по ликвидации источника затопления при наличии или отсутствии сигнализации как фактор, определяющий длительность затопления.

Исходя из запасов времени на принятие персоналом действий по управлению аварией (отключение насосов и/или закрытие арматуры и др.), были определены типы затоплений и реперные значения расходов истечения для каждого типа затопления:

- «быстрое» затопление (персонал не успевает устранить течь);
- «медленное» затопление (учитывались действия персонала по локализации течи на интервале времени около 1 ч);
- «натечки» (действия персонала на интервале времени более 10 ч будут выполняться безошибочно).

Далее проводится анализ последствий затоплений, результатом которого являются группы исходных событий. По полученным данным проводится анализ сценариев затоплений, который включает в себя анализ распространения затоплений, моделирование аварийных последовательностей и оценку вероятности их реализации.

УДК 621.039

А.Е. БАРИНОВ, А.Е. ЗАКОЛОДКИН, В.В. АНДРЕЕВ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВАБ УРОВНЯ 2

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вероятностный анализ безопасности является инструментом для выработки, оценки и обоснования решений по безопасности АС. ВАБ позволяет оценивать риски возможных ава-

рий, произошедших вследствие внутренних инициирующих событий, вызванных отказами систем или ошибками персонала АС, и внешних воздействий, причинами которых могут быть как природные явления, так и явления, вызванные деятельностью человека внутри и за пределами АС. В соответствии с объектами, объемом анализа различают три уровня ВАБ:

- уровень 1, задача которого состоит в оценке частоты повреждения активной зоны и других источников радиоактивности;
- уровень 2, задача которого состоит в оценке частоты большого выхода радиации и
- радионуклидов за пределы площадки радиоактивного выброса на границе зоны планирования защитных мероприятий;
- уровень 3, задача которого состоит в оценке последствий аварии для населения и территорий [1].

ВАБ-2 выполняется на основе результатов ВАБ-1 для соответствующих источников радиоактивности, эксплуатационных состояний АС и инициирующих событий. При этом производится группирование аварийных последовательностей, полученных в рамках ВАБ-1, в небольшое количество аварийных состояний с повреждением источника радиоактивности (СПИР). Указанные состояния группируют в цепочки, для которых характер протекания процессов в защитной оболочке и радиационные последствия будут примерно одинаковыми.

После некоторого отсева маловероятных состояний повреждения установки, для каждого из оставшихся состояний анализируют возможные сценарии развития аварии в защитной оболочке (ЗО). Производится оценка нагрузок на ЗО, результатом которой является определение нагрузок и оценка вероятности нарушения герметичного ограждения. Полученные *сценарии* развития аварии в ЗО группируют в категории выбросов радиоактивных продуктов за пределы защитной оболочки. В категорию выброса включаются конечные состояния, которые будут иметь близкие радиологические характеристики и последствия за пределами ядерной установки.

Далее производят построение распределения аварийных выбросов. На данном этапе устанавливается соответствие признака категории аварийного выброса с результатами оценок относительных величин выхода радиоактивного вещества в окружающую среду. Построение распределения аварийных выбросов заключается в оценке вероятности реализации для каждой из категорий аварийного выброса. Также, в рамках ВАБ-2, определяются дозы облучения населения на различных расстояниях от ЗО для каждой из категорий аварийного выброса. Рассматриваемые расстояния от герметичного ограждения определятся целями ВАБ-2.[2]

В отчетной документации по ВАБ-2 представляются выводы, полученные на основе анализа результатов ВАБ-2. Оценка уровня безопасности энергоблока АС проводится путем установления соответствия / не соответствия суммарной вероятности категорий аварийного выброса целевому ориентиру по вероятности предельного аварийного выброса равной $1 \cdot 10^{-7}$ [2].

Библиографический список

1. Основы безопасности ядерных энергетических установок: учеб. пособие /А.М. Бахметьев; под ред. С. М. Дмитриева; НГТУ. Н.Новгород, 2006. – 174 с.
2. РБ 044-09 Основные рекомендации к вероятностному анализу безопасности уровня 2 атомных станций с реакторами типа ВВЭР. Введ. 20.07.2009. – М.: НТЦ ЯРБ, 2009.

УДК 621.039

А.А. БАРИНОВ, С.С. БОРОДИН, В.Е. БОРОДИНА, Е.М. ИЛЮТИНА, В.Д. СОРОКИН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДИСТАНЦИОНИРУЩИХ РЕШЕТОК НА ТЕЧЕНИЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТВС РЕАКТОРА КЛТ-40С

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в Российской Федерации ведется сооружение плавучей атомной электростанции, энергоисточником которой является реакторная установка типа КЛТ-40С. Данный проект относится к числу инновационных разработок отечественной энергетики, на данный момент не имеющих аналогов в мире. Реализация проекта позволит *во-первых*, решить проблему энергодефицита в удалённых районах нашей страны, а *во-вторых*, – предложить зарубежным заказчикам уникальный продукт в сегменте ядерных энергоисточников с реакторами малой и средней мощности.

Одним из наиболее важных аспектов разработки проектов атомных энергитических объектов является обеспечение их ядерной и радиационной безопасности. Следует отметить, что специфика размещения мобильных ядерных установок определяет особые требования к их безопасности. Это приводит к необходимости обеспечения в проекте реакторной установки КЛТ–40С таких показателей, как эксплуатационная надёжность, безопасность и эффективность работы, что в свою очередь требует проведения детального анализа процессов локальной гидродинамики теплоносителя как в активной зоне реактора в целом, так и в тепловыделяющих сборках в частности.

Для данных исследований на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева создан экспериментальный стенд, представляющий собой аэродинамический разомкнутый контур, через который прокачивается воздух. Экспериментальная модель (ЭМ), входящая в состав стенда, выполнена в полном геометрическом подобии. Для изучения межъячеечного массообмена в данных исследованиях применяется метод диффузии примесей. Исследования распределения концентрации трассера за поясом дистанционирующей решетки (ДР) ЭМ направлены на оценку влияния пластин ДР ТВС реакторов КЛТ–40С, при движении потока теплоносителя в области вытеснителя.

На основании полученных данных, представленных в виде графиков и картограмм распределения концентрации трассера по длине и поперечному сечению ЭМ, выявлены закономерности течения потока теплоносителя за ДР ТВС реакторов КЛТ-40С.

Согласно полученным результатам исследования, наличие пластин дистанционирующей решетки КЛТ 40С приводит к дополнительной турбулизации потока, при этом интенсивность и направление течений зависит от ширины межтвэльных зазоров и расположения пластин дистанционирующей решетки, которые в неравной мере затесняют проходное сечение ячеек.

Отмечено, что дистанционирующая решетка, состоящая из пластин, не приводят к интенсивному перемешиванию потока теплоносителя, так как распространение пропанового трассера в поперечном сечении ЭМ за дистанционирующей решеткой охватывает область не более шести ячеек вокруг точки инжекции.

Полученные результаты используются для оценки эффективности перемешивающих свойств дистанционирующих решеток, а также являются базой данных для верификации CFD-кодов и программ детального поячеечного расчета активных зон с ТВС реактора КЛТ–40С при расчетах теплотехнической надежности.

УДК 621.039

О.И. БУЗИНА, А.Д. ЗУДИН, А.С. ЧЕРНЫШ, А.В. ЛЬВОВ, А.В. БЕЗНОСОВ

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КИСЛОРОДА И ОЧИСТКИ СВИНЦОВОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА СТЕНДАХ С ТЖМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Особенностью расплавов свинца и свинца-висмута является их сравнительно высокая коррозионная активность по отношению к конструкционным материалам. В связи с этим од-

ной из важнейших проблем, возникающих при использовании данных теплоносителей, является обеспечение коррозионной стойкости контактирующих с ними материалов. В настоящее время основным методом, применяемым для защиты конструкционных сталей от коррозии в среде расплавов свинца и свинца-висмута, является кислородная пассивация конструкционных материалов. Пассивация заключается в формировании и поддержании на их поверхностях тонких (1-10 мкм), хорошо сцепленных с основой, плотных оксидных пленок, препятствующих развитию коррозионных процессов. При наличии таких пленок коррозионная стойкость конструкционных материалов многократно возрастает. Поскольку в этом методе пассивации основу защитных покрытий составляют оксидные соединения компонентов сталей, то их стабильность определяется термодинамической активностью кислорода в теплоносителе. Основу защитных покрытий составляет смешанный оксид железа - магнетит Fe304. При эксплуатации установок возможно снижение концентрации растворенного кислорода в расплаве до значений, равных или меньших равновесных с Fe304, что приводит к разрушению пассивационных покрытий. С другой стороны, присутствие в контуре значительного количества кислорода нежелательно, так как это может привести к накоплению недопустимого количества оксидов теплоносителя, таким образом:

- при слишком низкой термодинамической активности кислорода (< 10~4) в расплаве свинца-висмута или свинца не обеспечивается надежная антикоррозионная защита конструкционных сталей;
- при перенасыщении теплоносителя кислородом образуются шлаковые «блокады» на теплообменных участках контура, происходит нарушение проектных теплогидравлических характеристик циркуляционного контура, отклонение от штатных режимов эксплуатации, снижение ресурса работы оборудования.

Поэтому в процессе эксплуатации установок необходимо контролировать качество теплоносителя, поддерживая содержание растворенного кислорода на определенном уровне.

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 со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителями.

На первом этапе проводились испытания газового массообменника МГМ2-ФТ3. в составе циркуляционного стенда с свинцовым теплоносителем в условиях, приближенных к натурным.

Макетный образец газового массообменника МГМ2-ФТ3 предназначен для регулирования содержания примеси кислорода в свинцовом (свинец-висмутовом) теплоносителе, циркулирующем в составе соответствующего высокотемпературного жидкометаллического контура.

УДК 621.039

А.В. ВАРЕНЦОВ, М.К. РОСЛАЯ, Д.Н. СОЛНЦЕВ, А.Е. ХРОБОСТОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗА ПОЯСОМ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ РЕШЕТКИ ТВС-КВАДРАТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ОАО «ОКБМ Африкантов» разработана конструкция ТВС-КВАДРАТ для активной зоны реакторов типа PWR, конкурентоспособная с зарубежными аналогами по надежности, безопасности, экономичности и технологичности. Конструкция ТВС-КВАДРАТ имеет перемешивающие решетки, которые играют роль турбулизаторов потока теплоносителя и интенсификаторов теплообмена. Внедрение решеток-интенсификаторов в конструкцию ТВС было предопределено тем, что квадратная упаковка твэлов, используемая в реакторах PWR, имеет существенные неравномерности расхода теплоносителя по периметру твэла и соответственно большей неравномерностью подогревов теплоносителя в пределах ячейки пучка. Поэтому

целесообразно было предусмотреть формирование эффективного перемешивания теплоносителя, как в пределах ячеек, так и одновременно в поперечном сечении ТВС.

Применение отечественной конструкции ТВС–КВАДРАТ с перемешивающей дистанционирующей решеткой (ПДР) в реакторе PWR требует обоснования теплотехнической надежности активных зон и определения влияния конструкций решеток на гидродинамику и массообмен потока теплоносителя. Оценка влияния перемешивающих устройств на критические тепловые потоки возможна только на теплофизических стендах при натурных условиях течения теплоносителя, а изучение гидродинамики сборок твэлов и активных зон реакторов, в целом, целесообразно проводить на масштабных и полноразмерных моделях кассет и активных зон на аэро-и гидродинамических стендах [1].

Решение данной задачи осуществлялось методом инжекции пропанового трассера с последующим его отбором и анализом распределения концентраций. Для этого был создан экспериментальный стенд, в состав которого входят: экспериментальная модель, расходомерное устройство, регулирующая арматура, измерительный комплекс, системы подачи и отбора трассера. Экспериментальная модель, представляющая собой фрагмент ТВС реактора PWR, выполнена в полном геометрическом подобии и включает в себя 45 твэлов-имитаторов, четыре имитатора направляющего канала, поясов дистанционирующих и перемешивающих решеток. По полученным результатам экспериментальных исследований распределения концентрации трассера в модели фрагмента активной зоны реактора PWR с ТВС-КВАДРАТ были выявлены основные закономерности течения потока теплоносителя за перемешивающими решетками с дефлекторами «косого гиба». Определены длины затухания возмущений, вносимых решеткой в поток теплоносителя.

Обобщена экспериментальная информация и создан банк данных для верификации CFD-кодов и программ детального поячеечного расчета активных зон с ТВС-КВАДРАТ для реактора PWR с целью уменьшения консерватизма в расчетах теплотехнической надежности активных зон.

---

1. **Дмитриев, С.М**. Исследования локальной гидродинамики и межъячеечного массообмена потока теплоносителя в районе направляющих каналов тепловыделяющих сборок реакторов PWR / С.М. Дмитриев [и др.] // Промышленная энергетика. 2013. №12. С. 45–50.

УДК 621.039

Л.А. ВОЛОДИНА, В.В. АНДРЕЕВ

ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ВЫПОЛНЕНИЯ АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В РАМКАХ ВАБ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Институт ядерной энергетики и технической физики

Атомная энергетика вносит значительный вклад в производство электроэнергии и имеет решающее значение для обеспечения энергетической безопасности стран, производящих и импортирующих атомную электроэнергию. Однако потенциальная возможность аварий на объектах атомной энергетики и возможные тяжелые последствия таких аварий - самый больной вопрос эксплуатации АЭС. Существует два подхода к нормированию в области обеспечения промышленной безопасности: детерминистский и вероятностный. Широкое распространение для обоснования безопасности АЭС получил вероятностный анализ безопасности (ВАБ). Опыт инцидентов и аварий на ядерных установках указывает на важность учета при анализе безопасности «человеческого фактора». Роль персонала в обеспечении безопасности важна. Персонал осуществляет контроль за работой установки, проверяет готовность систем безопасности, воздействует на процесс при отклонении его от нормального

протекания, восстанавливает отказавшее оборудование, выполняет корректирующие действия по управлению аварией. Но в рамках такой деятельности неизбежны ошибки.

Для того чтобы предотвратить ошибки человека в рамках ВАБ, проводится анализ надежности человека (АНЧ). При всей кажущейся простоте выполнение АНЧ представляет определенную трудность. Это объясняется сложностью поведения человека как объекта исследования, а также недостатками количественных данных, необходимых для анализа.

При выполнении данной работы целью являлась разработка оптимального алгоритма выполнения анализа надежности человека в рамках выполнения ВАБ АЭС, используя при этом методы анализа, получившие наибольшее распространение. Для выполнения АНЧ существует несколько методов. Были рассмотрены методы, наиболее часто упоминаемые при выполнении АНЧ. Это методы THERP, ASEP, HEART, SPAR-H, HCR.

Проанализировав достоинства и недостатки каждого метода, было решено использовать методы HCR и THERP. Для случаев использования методов анализа по отдельности и для случая рассмотрения комбинации выбранных методов, далее представлен пошаговый алгоритм выполнения АНЧ.

Принято выделять следующие основные укрупненные этапы выполнения анализа надежности человека: выбор вида ошибки; отбор анализ наиболее значимых событий; построение модели поведения человека в конкретной аварии; учет стресса; учет восстановления; учет зависимости; расчет готового значения; документирование результатов, запись в базу.

В результате выполненного исследования были рассмотрены методы, применяемые для выполнения анализа надежности человека в рамках вероятностного анализа безопасности атомных энергетических станций, сформирована стратегия применения известных методов анализа HCR и THERP, которая была реализована в алгоритме работы системы поддержки АНЧ.

---

1. **Бахметьев, А.М**. Методические положения по проведению анализа надежности персонала в процессе вероятностной оценки безопасности АС / А.М. Бахметьев [и др.]. - М.: Энергоатомиздат, 1988. – 136 с.

УДК 621.039.4

А.Н. ГАНИЧЕВ

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОТВОДА ТЕПЛА ОТ АТОМНОЙ СТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Институт ядерной энергетики и технической физики

В атомной промышленности получили большое распространение конденсаторы охлаждаемые водой. Но использовать воду не всегда возможно и дорого, особенно, в условиях дефицита пресной технологической воды. Поэтому необходим поиск альтернативных способов отвода тепла от ЯЭУ. К данным альтернативам можно отнести:

- излучение,
- в землю,
- воздух.

Отвод тепла с помощью аппараты воздушного охлаждения (АВО) – наиболее реалистичная альтернатива, так как имеются большие наработки в химической и нефтяной промышленностях. Аппараты, основанные на излучении, так же имеют широкое применение в космической отрасли, но у них имеется существенный недостаток: низкий КПД (не превы-

шает 1%). А отвод тепла в землю совершенно не пригоден для использования в северных районах (вечной мерзлоты).

Применение АВО 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 $+50^0$С [1], т.е. возможно создать мобильную мини-АЭС без ограничения районов ее использования.

В качестве АВО предпочтителен наиболее распространенный и хорошо отработанный в других отраслях промышленности аппарат воздушного охлаждения горизонтального типа (АВГ) с биметаллическими трубами.

В результате анализа оценки количества использования АВО, необходимых для отвода тепла от системы, 3 контура АСММ на базе КЛТ-40С получили 4 АВО типа АВГ-14.6-1-Б3-30/8-1-8 с длиной труб восемь метров или 8 АВО типа АВГ-14.6-1-Б3-30/8-1-4 с длиной труб четыре метра.

---

1. **Куртыш, В.Б.** Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: справочник / В.Б. Куртыш, А.Н. Бессонный. - СПб.: Недра, 1996. – 512 с.

УДК 621.039.4

А.Н. ГАНИЧЕВ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Институт ядерной энергетики и технической физики

Учитывая тенденцию к расширению применения аппаратов воздушного охлаждения (АВО) в различных отраслях промышленности, в частности, в атомной энергетике, необходим комплекс исследований, направленных на повышение энергетической эффективности теплообменников, так как это позволяет в существующих габаритах АВО увеличить тепловой поток без заметного роста затрат мощности на прокачку воздуха.

Чаще в АВО в качестве поверхности теплообмена используют трубки с наружным оребрением, в результате чего существенно повышается отводимая тепловая мощность. Интенсификация теплообмена с помощью оребрения поверхности труб может быть достигнута только при условии хорошего подвода тепла от стенок труб к ребрам, что обеспечивается изготовлением ребристых труб из материалов с высоким коэффициентом теплопроводности или изготовлением ребристых труб из биметалла [1].

Имеется большое разнообразие видов оребрения, поэтому необходим комплекс исследований, направленных на поиск наиболее эффективной теплопередающей поверхности.

Был проведен анализ четырех видов теплопередающих поверхностей:

1) гладкая труба,
2) труба с дисковыми ребрами,
3) труба с трапециевидными ребрами,
4) труба со спиральными ребрами.

Аналитический анализ эффективность теплопередачи, аэродинамического сопротивления и металлоемкости шахматных пучков труб при поперечном обтекании воздуха показал следующие результаты:

- Коэффициент теплоотдачи гладкой трубы выше оребренных, однако, количество переданного тепла для оребренных трубных систем больше. Это объясняется хорошо развитой поверхностью теплообмена ребристых труб, что определяется коэффициентом оребрения труб. Следует отметить, что коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи оребренных труб разного вида оребрения схожи, разница не превышает 10%. Таким образом, применение оребренных трубных систем более предпочтительно, так как позволяет передать больше тепловой мощности при низком коэффициенте теплоотдачи со стороны воздуха;
- Аэродинамическое сопротивление труб с трапециевидными ребрами выше на 2%, чем у дисковых и спиральных труб;
- По металлоемкости наилучшие показатели у труб со спиральным оребрением, это обеспечивается за счет того, что ребра более тонкие по сравнению с дисковыми и трапециевидными.

Из изложенного следует, что наиболее предпочтительными для использования в АВО являются трубы со спиральным оребрением. К тому же они наиболее полно отвечают технологии изготовления в крупносерийном производстве.

---

1. **Гавра, Г. Г**. Тепловой и гидравлический расчет теплообменных аппаратов компрессорных установок: учеб. пособие / Г.Г. Гавра, П.М. Михайлов, В.В. Рис. - Л.: ЛПИ, 1982. – 72 с.

УДК 621.039

Г.М. ГЛЕБОВ, Т.Н. КЛЮКИНА, А.В. ДУНЦЕВ

ОХЛАДИТЕЛИ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Институт ядерной энергетики и технической физики

Охлаждающие оборотные системы водоснабжения АЭС в зависимости от использования для охлаждения различных типов охладителей подразделяются:

- на оборотные с водоемом-охладителем;
- оборотные с градирнями;
- оборотные с брызгальными бассейнами.

Водохранилища-охладители применяются при невысоких требованиях к эффекту охлаждения воды, наличие свободных площадей для устройств водохранилищ, при возможности использования естественных водоемов или водохранилищ.

Охлаждение нагретой воды в водохранилищах происходит:

- с поверхности водохранилища за счет испарения и теплообмена с воздухом по пути от места сброса нагретой воды до водозаборных сооружений;
- за счет поступления поверхностных и грунтовых вод.

Градирня (охладительная башня) – специальное сооружение или устройство для охлаждения больших объемов горячей воды. Градирни применяются в системах оборотного водоснабжения для охлаждения теплообменных аппаратов.

В испарительных градирнях вода охлаждается, соприкасаясь с воздухом. В поверхностных градирнях за счет теплопередачи через стенки теплообменников (так называемые радиаторные (сухие) градирни). Движение воздуха в таких охладителях обеспечивается либо вентиляторами или за счет тяги, создаваемой башней.

Брызгальный бассейн – устройство для охлаждения оборотной воды на промышленных объектах. Брызгальный бассейн представляет собой открытый резервуар прямоугольной вытянутой формы с системой напорных трубопроводов, распределяющих охлаждаемую воду между разбрызгивающими соплами. Охлаждение воды в брызгальном бассейне достигается за счет ее испарения и отдачи тепла при соприкосновении с холодным окружающим воздухом. При разбрызгивании увеличивается площадь контакта воды с атмосферным воздухом, благодаря чему вода охлаждается. Далее вода из брызгального бассейна поступает обратно к потребителю по системам трубопроводов. Степень охлаждения воды при данной температуре и влажности воздуха зависит от силы и направления ветра, от эффективности разбрызгивающих устройств, условий размещения бассейна и его конструктивных особенностей. Производительность брызгального бассейна характеризуется величиной плотности орошения, равной часовому расходу разбрызгиваемой воды, приходящемуся на 1 $м^2$ площади бассейна.

По поводу эффективности брызгальных бассейнов до сих пор нет единого мнения. Использование брызгальных бассейнов для оборотных систем водоснабжения мощных ТЭС и АЭС возможно лишь при выполнении широких исследований всего комплекса задач, связанных с тепло - и массоотдачей и аэродинамикой бассейна в сочетании с анализом результатов теоретических и экспериментальных исследований.

УДК 621.039

Г.М. ГЛЕБОВ, А.В. ДУНЦЕВ

ОХЛАЖДАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Институт ядерной энергетики и технической физики

Охлаждающие системы водоснабжения АЭС в зависимости от организации схемы водоснабжения подразделяются:

- на прямоточные;
- оборотные.

Охлаждающие оборотные системы водоснабжения АЭС в зависимости от использования для охлаждения различных типов охладителей подразделяются:

- на оборотные с водоемом-охладителем;
- оборотные с градирнями;
- оборотные с брызгальными бассейнами.

Критериями (признаками) классификации охлаждающих систем технического водоснабжения являются:

- кратность использования исходной воды;
- наличие (отсутствие) отвода нагретой воды из системы охлаждения;
- наличие (отсутствие) водоподпорных сооружений;
- использование подпиточной воды;
- наличие (отсутствие) контакта охлаждаемой воды с атмосферным воздухом.

Охлаждающие прямоточные системы водоснабжения характеризуются однократным использованием воды. Исходная вода, забираемая для охлаждения теплообменного оборудования АЭС, после однократного использования отводится из системы водоснабжения. Водоподпорные сооружения в охлаждающих прямоточных системах водоснабжения отсутствуют. При использовании охлаждающих прямоточных систем водоснабжения добавление в систему подпиточной воды не требуется. Охлаждающие прямоточные системы водоснабжения всегда являются открытыми.

В настоящее время на крупных тепловых электростанциях преобладают системы оборотного водоснабжения. По составу сооружений система оборотного водоснабжения более

сложная, чем прямоточная и с последовательным использованием воды, дороже в строительстве и эксплуатации, но позволяет резко (в 20 - 25 раз) снизить потребность предприятия в свежей воде и уменьшить на менее чем в 80 раз сброс тепла в водоисточник.

По способу охлаждения оборотные системы охлаждения подразделяются:

- открытые, где вода охлаждается путем контакта ее с воздухом, например, градирни, брызгательные бассейны или пруды-охладители;
- закрытые, в которых оборотная вода не имеет контакта с воздухом, и охлаждается в теплообменных аппаратах за счет теплообмена через стенки теплообменных аппаратов.

Следует учесть, что в закрытых системах потеря воды минимальная, однако их мощность ограниченна.

Открытые системы обладают большей мощностью, поэтому более распространены. Открытым системам присущи потери воды, обусловленные ее испарением, уносом капель ветром и т.д. Охлаждение воды в открытых системах происходит в результате процесса тепло - и массообмена при непосредственном соприкосновении свободной поверхности жидкости с атмосферным воздухом.

УДК 621.039

Г.М. ГЛЕБОВ, Т.Н. КЛЮКИНА, А.В. ДУНЦЕВ

РАЗРАБОТКА БРЫЗГАЛЬНОГО БАССЕЙНА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РОСТОВСКОЙ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Институт ядерной энергетики и технической физики

Производство электрической энергии на тепловых и атомных электростанциях связано с отводом большого количества теплоты. Надежное водообеспечение является необходимым условием безопасной эксплуатации АЭС.

В настоящее время на крупных тепловых электростанциях преобладают системы оборотного водоснабжения.В системах оборотного циркуляционного водоснабжения тепловых и атомных электростанций в качестве охладителей применяются водохранилища, градирни и брызгальные бассейны.

Открытые атмосферные брызгальные системы охлаждения привлекательны тем, что они занимают меньшую площадь, чем водохранилища-охладители, благодаря большей эффективности теплообмена при прямом контакте капель и воздуха, и более приемлемы по капитальным затратам, чем градирни.

Анализ материалов научных разработок и практического использования брызгальных бассейнов в системах оборотного водоснабжения ТЭС и АЭС позволяет сделать вывод о том, что в области научных исследований, проектирования, строительства и эксплуатации брызгальных систем накоплен опыт, позволяющий считать этот тип охладителя перспективным для использования на электростанциях наряду с башенными градирнями и водохранилищами-охладителями.

По поводу эффективности брызгальных бассейнов до сих пор нет единого мнения. Использование брызгальных бассейнов для оборотных систем водоснабжения мощных ТЭС и АЭС возможно лишь при выполнении широких исследований всего комплекса задач, связанных с тепло - и массоотдачей и аэродинамикой бассейна в сочетании с анализом результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Целями настоящего исследования являются систематизация и обзор охлаждающих систем, обзор методик и принципов их расчета, разработка брызгального бассейна системы охлаждения ответственных потребителей применительно к Ростовской АЭС.

По результатам расчета температурного режима в системе охлаждения ответственных потребителей, на основе анализа материалов исследований разбрызгивающих устройств и бассейнов установлены размеры и компоновка разбрызгивающего устройства, при соблюдении норм на температуру воды в системе охлаждения. Установлены основные параметры брызгального бассейна в системе охлаждения ответственных потребителей, обеспечивающего необходимую теплоотдачу при работе системы в номинальном режиме и режимах расхолаживания реактора. Определен оптимальный тип сопла на основе сопоставления гидравлических и гидротермических характеристик сопел, применяемых на бассейнах ТЭС и АЭС.

В результате для системы охлаждения ответственных потребителей подобран брызгальный бассейн размерами 76х61 м с разбрызгивающим устройством в виде двух рядов сопел типа Цо-85 по оси каждого из двух каналов по семь штук в каждом, обеспечивающим при расходе охлаждающей воды 3600 $м^3$/ч, площади орошения 4500 $м^2$, напоре 0,12 МПа плотность орошения 0,8 $м^3/м^2$ ч.

УДК 621.039

Г.М. ГЛЕБОВ, А.Н. МАЛЬЦЕВ, О.А. ДЕВУШКИНА, А.В. МИХАЙЛЫЧЕВА

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА БЕТОНИРОВАНИЯ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРНОГО ОТДЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ «РОСАТОМ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Институт ядерной энергетики и технической физики

Оболочка реакторного блока с отм.13,200 до отм.32,530 разделена на 16 ярусов. Каждый ярус разделен на четыре захватки. На каждой захватке приняты следующие виды работ: устройство отсечек и опалубки, приемка ярусов перед бетонированием, бетонирование (монтаж бетоновода, бетонирование, демонтаж бетоновода). Устройство опалубки включает в себя подготовку опалубочных щитов, монтаж и демонтаж щитов опалубки.

По расчетам, при использовании щитов 6,2х1,2м и наружном диаметре оболочки 47,4 м, на одну захватку требуется шесть щитов. В результате исследования построен график четвертого уровня. При его расчете вследствие цикличности процесса принято 48 щитов опалубки.

Внедряемый алгоритм выглядит следующим образом: в первый день подготавливается поверхность первого яруса, делается опалубка 1-й секции. Вторая смена заливает 1-ю секцию и делает опалубку 2-й секции. К концу дня имеем подготовленный первый ярус, залитую одну секцию, опалубку для 2-й секции. Во второй день бетонируется 2-я секция и выставляется опалубка для 3-й секции. В третий день бетонируется 3-я секция и выставляется опалубка для 4-й секции. На четвертый день первая смена бетонирует 4-ю секцию и выставляет опалубку 1-й секции 2-го яруса, вторая смена бетонирует 1-ю секцию 2-го яруса и готовит опалубку для 2-й секции 2-го яруса.

Исследование проведено в условиях производственной системы «Росатом» (ПСР).

Первый и один из наиболее важных идеалов ПСР - Безопасность. Сюда следует отнести как физическую, так и психологическую безопасность. Так как один из принципов ПСР гласит: «люди – это самый ценный актив», то мы в первую очередь должны позаботиться о них и об их безопасности.

Четвертый принцип ПСР говорит: «Все внимание на производственную площадку». Чтобы достичь совершенства в любой системе, нам необходимо максимально устранить потери в ней. Предложен ряд решений для достижения поставленной цели.

Принципы Системы «5S» ПСР позволяют добиться производственной стабильности за счет влияния на основные факторы труда, такие как: производительность, качество и безопасность.

Необходимо организовать контроль качества выполняемых работ. Это приведет к следованию второму наиболее важному идеалу ПСР – отсутствию дефектов, т.е. качественному выполнению работ.

Первым видом потерь выступают ненужные движения и перемещения людей. Для того чтобы исключить данный вид потерь в рамках данного решения, предлагается распределение персонала. Исключение складирования и перемещения щитов опалубки вокруг ЗО РО так же поможет исключить данный вид потерь.

Наряду с изложенным, в работе предлагаются пути внедрения ПСР непосредственно в технологический процесс. Внедряя представленное решение, мы добиваемся повышения качества работ и сокращения срока бетонирования защитной оболочки реакторного отделения. Это сыграет роль в сокращении критического пути строительства всей станции в целом.

УДК 621.039

А.В. ГРИБОВ, М.А. МАНИН

ОБОСНОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГОБЛОКОВ С РЕАКТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ ВВЭР, ОСНОВАННЫХ НА ПОСТФУКУСИМСКИХ МЕРОПРИЯТИЯХ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Правительственной программной развития электрогенерации России до 2030 года продиктовано увеличение выработки электроэнергии и высокопотенциального тепла на сооружаемых и действующих АЭС до 25% от всего объема общей генерации в стране. Реализацию поставленных целей ГК «Росатом» решила выполнять за счет строительства энергоблоков с реакторными установками ВВЭР (далее по тексту – РУ ВВЭР) и модернизации уже действующих блоков за счет повышения тепловой мощности и выработки электроэнергии РУ. Наиболее актуальной задачей для инженерно-технических работников становится решение следующих вопросов при проектировании/модернизации энергоблоков:

1) повышение безопасности за счет применения в составе энергоблоков пассивных и/или активных систем безопасности;

2) снижения капитальных затрат на строительство за счет: уменьшения сроков сооружения/модернизации энергоблоков, оптимизации количества систем и оборудования, не участвующих в процессе выработки электроэнергии, применения нового оборудования с улучшенными ресурсными характеристиками.

Решение данных вопросов комплексно позволит выработать определенный подход в научно-технической деятельности организаций и повысить инвестиционную привлекательность атомной энергетики. Президиумом Правительства РФ 28 июля 2011 года была одобрена «Концепция совершенствования государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности предприятий на период до 2020 года». Руководящим принципом концепции обозначен *риск-ориентированный подход* к обеспечению безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Анализ большого количества нормативных документов, принципов проектирования и эксплуатации сложных технических систем позволяет говорить о том, что достаточно сложно выделить единственный критерий оптимизации. Необходимо рассматривать комплексные критерии, более точно, а главное, системно учитывающие последствия тех или иных конструктивных или организационно-технических изменений, предлагаемых для проектируемой или уже эксплуатируемой технической системы. Задачи по повышению без-

опасности и снижению затрат комплексно можно решать с помощью методов и алгоритмов *системного анализа.*

Целью выполняемого *исследования* является получение зависимости, связывающей друг с другом два ключевых показателя: стоимость строительства (капитальные затраты) и безопасность энергоблока. В первом приближении, очевидно, что показатели безопасности системы, рассчитываемые через показатели риска, прямо пропорционально влияют на капитальные затраты, но при различных вариациях систем безопасности, использующих как пассивное, так и активное оборудование, их зависимость принимает более сложный характер. Используя методики расчета по укрупненным показателям, можно получить функцию *F*, как зависимость от двух ключевых показателей («капитальные затраты-риск»). Изучая поведения функции *F* в зависимости от входных параметров, можно определить ее характерные области и предложить соответствующие инженерно-технические мероприятия для достижения поставленных целей по изменению или модернизации систем безопасности действующих и возводимых энергоблоков.

УДК 621.039

А.В. ДАНИЛОВ, В.В. АНДРЕЕВ

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ПЕРСОНАЛА В РАМКАХ ВАБ АЭС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Институт ядерной энергетики и технической физики

В наше время основной причиной неодобрительного отношения к ядерной энергетики является проблема, связанная с обеспечением безопасности на всех этапах производства. Для решения этой проблемы на этапе проектирования используется методика вероятностного анализа безопасности (ВАБ) [1].

Условно все отказы можно разделить на пять групп:

- отказы, обусловленные внешним воздействием;
- внутренние воздействия;
- отказы общего вида;
- общность условий работы;
- отказы вследствие ошибок персонала.

Частью ВАБ является анализ ошибок оператора, как на стадии проектирования, так и на стадии управления АЭС. По различным оценкам вклад ошибок персонала в общее число аварийных или потенциально опасных ситуаций на АЭС составляет 40—60 %. Можно выделить следующие группы ошибок: предаварийные; исходные события; в процессе аварии [1].

К числу ошибок оператора относятся: неправильные действия, нарушение инструкций, ошибки при калибровке приборов, неверные анализы, игнорирование показаний.

Примерами методов для количественной оценки являются методы THERP и HRC, а также метод с их совместным использованием HCR+THERP.

Для определения наиболее адекватного метода для проведения анализа надежности действий человека-оператора были рассмотрены две задачи (разрыв трубки парогенератора; микротечь теплоносителя в системе первого контура) и определены вероятности ошибки оператора каждым из трех методов. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Задача	Метод	Вероятность отказа

1. Анализ надежности действий оператора при разрыве трубки парогенератора	HCR	0.19423
	THERP	0.021489
	HCR+THERP	0.003017
2. Анализ надежности действий оператора при аварии микротечь теплоносителя в системе первого контура	HCR	0.0536
	THERP	0.00418
	HCR+THERP	0.756

На основании полученных данных можно сделать вывод, что наиболее адекватным методом оценки надежности человека оператора является комбинированный метод. Это позволяет получить достаточно объективные результаты и позволяет избежать излишнего консерватизма при выполнении оценки надежности действий человека-оператора.

1. **Бахметьев, А.М.** Методические положения по проведению анализа надежности персонала в процессе вероятностной оценки безопасности АС / А.М. Бахметьев [и др.]. – М., 1991.– 134 с.

УДК 621.039

А.А. ДОБРОВ, Д.В. ДОРОНКОВ, А.А. НЕФЕДОВ, А.Н. ПРОНИН, А.Е. ХРОБОСТОВ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЁТНЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛОКАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ СКОРОСТИ В ТВС РЕАКТОРА КЛТ-40С

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время для обоснования теплотехнической надёжности активных зон применяются расчётные коды. Эти расчётные программные средства должны достоверно воспроизводить физические процессы, проходящие в активной зоне ядерного реактора. В связи с этим ведётся постоянная работа по их совершенствованию, которая требует проведения дополнительных верификационных экспериментальных исследований.

Целью настоящей работы является сравнительный анализ результатов расчётных и экспериментальных исследований гидродинамики теплоносителя в ТВС реактора КЛТ-40С.

Расчётные исследования проводились в программе «КАНАЛ» [1], предназначенной для проведения поячейкового теплогидравлического расчета ТВС с твэлами стержневого типа активных зон водо-водяных реакторов в стационарных и квазистационарных режимах работы. Экспериментальные исследования проводились при моделировании течения потока теплоносителя в модели ТВС реактора КЛТ-40С на аэродинамическом стенде [2].

На основе полученных данных проводился анализ сходимости расчётных и экспериментальных значений аксиальной составляющей вектора скорости за дистанционирующей решёткой ТВС реактора КЛТ-40С, в ходе которого были сделаны следующие выводы:

- в выходном сечение модели ТВС реактора КЛТ-40С наблюдается схожий характер распределения расчетного и экспериментального значений аксиальной составляющей вектора скорости для всех исследованных ячеек;
- предельное отклонение расчётных от экспериментальных значений аксиальной составляющей вектора скорости по длине экспериментальной модели составило не более 15%;
- коэффициент гидравлического сопротивления дистанционирующей решетки полученный на основе расчетных данных, составил 0,26, что на 10% меньше значения коэффициента гидравлического сопротивления дистанционирующей решетки, полученный при экспериментах.

С целью повышения точности расчета необходимо провести экспериментальные исследования для определения коэффициентов гидравлического сопротивления ячеек различного типа, которые используются в качестве исходных данных, входящих в замыкающие системы уравнений, используемые в программе «КАНАЛ».

Библиографический список

1. Программа КАНАЛ. Теплогидравлический расчет тепловыделяющих сборок. Описание применения. ОКБМ. – Нижний Новгород, 2013.
2. **Варенцов, А.В**. Экспериментальные исследования локального массообмена и эффективности перемешивания теплоносителя дистанционирующими решетками в ТВС реактора КЛТ-40С / А.В. Варенцов, [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород. 2010. №3.

УДК 621.039.53

А.В. ЕВТЮГИН, В.И. МЕЛЬНИКОВ

СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ОТВОДА ТЕПЛА РБН-1200

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С тех пор, как ядерная энергетика стала иметь промышленное значение, а энергоблоки начали размещать в непосредственной близости от густонаселенных городов, перед отраслью ядерной энергетики остро встали вопросы обеспечения безопасности и требования, ужесточающиеся с каждой значительной аварией на ядерных объектах. Каждый новый проект включает в себя более совершенные системы безопасности, предназначенные для предотвращения развития аварийной ситуации в запроектную аварию, а также системы, предназначенные для управления запроектными авариями, участвующие в уменьшении или устранении их последствий.

Основополагающие принципы пассивных систем безопасности для ядерных энергетических установок – автономное срабатывание и действие, при достижении критического значения определяющего параметра, в условиях отсутствия электроснабжения и связи с пультом управления. В активной зоне (АЗ) РБН применяются системы пассивной защиты, использующие энергию движения потока натрия в качестве гидравлического подвеса. Одной из систем, использующих гидравлический напор потока натрия, создаваемый главными циркуляционными насосами (ГЦН), является система аварийного отвода тепла (САОТ).

САОТ разработана ввиду необходимости применения пассивных систем безопасности и предназначена для расхолаживания реактора в режиме естественной циркуляции (ЕЦ) в обход промежуточного теплообменника (ТО), не предназначенного для ЕЦ. Контур САОТ открывается в случае остановки ГЦН под действием собственной тяжести запирающего элемента, компенсирующейся в условиях нормальной эксплуатации напором ГЦН. В случае обесточивания установки, происходит выбег ГЦН, напор потока ослабевает, и открывается обратный клапан (ОК), запирающий аварийный теплообменник (АТО). Промежуточный контур САОТ заполнен натриевым теплоносителем, отводящим тепло от АЗ к воздушному ТО в режиме ЕЦ.

ОК – ответственный элемент новой системы пассивной безопасности, требующий обоснования для внедрения в конструкцию проектируемых реакторов БН-1200. Ввиду того, что ОК АТО находится в зоне действия высокой температуры, одна из задач расчета теплогидравлики АТО заключается в выявлении возможного самосваривания в месте контакта запирающего элемента и посадочного места ОК с течением времени. Клапан должен обеспечивать выполнение основной функции – открытие и закрытие контура аварийного отвода тепла. Для ОК необходимо обоснование прочностных характеристик, в связи с наличием механического взаимодействия элементов конструкции, в результате которого определяется наличие повреждений в месте механического контакта от ударов, связанных с закрытием клапана под действием напора потока теплоносителя, при пуске насосов; вычисление параметров движения (x,v,a) запирающего элемента, ввиду необходимости ограничения его скорости движения, для обеспечения прочности на весь срок службы.

Для обеспечения конкурентоспособности РБН по отношению к ВВЭР той же мощности, срок службы системы АТО с ОК, как и всего незаменяемого оборудования в составе реактора, должен составлять не менее 60 лет. В результате экспериментальных исследований будет выявлена работоспособность системы, а данные испытаний будут использованы для

верификации методики расчета. По достижении достаточной для требований безопасности точности методик расчета, компьютерное моделирование позволит исключить этап стендовых испытаний, требующих больших затрат труда и времени.

УДК 621.039

Д.С. ЗАПЛАТКИНА, Ю.В. НЕДБАЙЛО

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЗАДАЧАХ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

С началом атомной эры и появлением ядерного оружия международное сообщество пришло к убеждению, что следует прекратить его неконтролируемое распространение. В настоящее время проблема заключается не только в переключении ядерных материалов и технологий с мирного производства на военное, но и в незаконном обороте ядерных материалов и технологий, в том числе незаявленной деятельности по обогащению и переработке урана и плутония. Одной из систем обеспечивающих необходимый уровень наблюдения за деятельностью в атомной промышленности является система учета и контроля ядерных материалов, задачами которой являются непрерывное систематическое обеспечение точности информации о ядерном материале и обнаружение несанкционированных действий.

Любой процесс измерений неизбежно связан с необходимостью обработки данных. Наиболее важными аспектами обработки результатов анализов являются точность и правильность расчетов, которая включает в себя учет погрешностей на всех этапах расчетов и их корректную интерпретацию.

Отсутствие единых методов по обработке данных и универсальных методик измерения зачастую приводит к появлению различий в учетно-отчетной документации на предприятиях атомной отрасли.

В связи с этим, целью данной работы является совершенствование существующих и разработка новых методов обработки данных, использующих вероятностно-статистические подходы, что позволит снизить погрешности и увеличить точность результатов при проведении измерений количественных характеристик ядерных материалов.

Для достижения заданной цели были поставлены следующие *задачи:*

1. Изучить существующие методы, применяемые в задачах учета и контроля ядерных материалов; выявить их преимущества и недостатки;
2. Изучить статистические методы, которые применяются для решения прикладных задач в различных областях науки;
3. Интегрировать подходящие статистические методы с задачами учета и контроля ядерных материалов.

В результате проделанной работы были рассмотрены статистические методы, применяемые при решении прикладных задач по социологии, экономике и техническим наукам, разработаны рекомендации по использованию выбранных методов для анализа результатов измерений в задачах учета и контроля ядерных материалов.

Библиографический список

1. **Бойко, В.И**. Методы и приборы для измерения ядерных и других радиоактивных материалов; учебное пособие / В.И. Бойко, М.Е.Силаев. – М., 2011. – 356с.
2. Онлайн-ресурс [https://courses.edx.org]. Курс «BerkeleyX: Stat2.2x Introduction to Statistics: Probability».
3. **Кремер, Н. Ш**. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов. – М., 2004. – 573 с.
4. Статистические методы для учета и контроля ядерных материалов. Начальный курс: метод. материалы курса. – Обнинск, 2006.
5. Статистические методы для контроля качества измерений: метод. материалы курса. – Обнинск, 2011.

УДК 621.039

А.Г. ИЛЬЧЕНКО, П.С. ШЕБЕРСТОВ

АЭС С ВТГР, РАБОТАЮЩИЕ ПО БИНАРНОМУ ЦИКЛУ

ИГЭУ, г. Иваново

Одним из перспективных направлений инновационных ядерных технологий на сегодняшний день является развитие АЭС с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами (ВТГР) с гелиевым теплоносителем. В настоящее время в Российской Федерации разрабатывается международный проект опытно-промышленной установки ГТ-МГР модульной компоновки, состоящей из высокотемпературного газоохлаждаемого реактора с гелиевым теплоносителем и газотурбиной установки замкнутого цикла. Установка имеет достаточно высокий электрический КПД (вследствие высокой температуры гелия перед турбиной – 850 °С). С точки зрения обеспечения высоких показателей тепловой экономичности весьма привлекательным выглядит использование на АЭС с ВТГР комбинированного бинарного цикла. В верхней части цикла используется газотурбинный цикл, а в нижней – паротурбинный.

Проведен расчет тепловой схемы энергоблока комбинированной АЭС, включающей в себя высокотемпературный газоохлаждаемый реактор с гелиевым теплоносителем, гелиевую турбину, компрессор, прямоточный парогенератор (ПГ) и паротурбинную установку. Была определена рациональная тепловая схема комбинированной АЭС на базе серийной турбины К – 210 – 12,8. Расчеты тепловой экономичности энергоблока проводились как для описанной ранее тепловой схемы ПТУ, так и для типовой схемы со штатной системой регенеративного подогрева. При расчетах расход гелия через реактор и температура на выходе из него принимались постоянными и равными 269,6 кг/с и 1000 °С соответственно. Поэтому разные варианты энергоустановки комбинированного цикла отличались тепловой мощностью реактора. Значения внутренних относительных КПД гелиевой турбины и компрессора в расчетах были приняты равными 85,7 % и 83%. Результаты расчетов показали, что наиболее высокую тепловую экономичность из рассмотренных имеет вариант с полным замещением регенеративного подогрева турбоустановки на ГВП без использования конечного охладителя в газотурбинном цикле. При тепловой мощности реактора, равной 667 МВт, суммарная электрическая мощность энергоблока достигает 286,7 МВт. При этом КПД по выработке электроэнергии соответственно равен 43 %.

Также были проведены расчеты показателей экономичности энергоблока для повышенных значений расхода свежего пара на ПТУ − от 168 до 230 кг/с. Расход гелия через реактор принимался постоянным и равным 269,6 кг/с. Также неизменной оставалась степень расширения в гелиевой турбине, равная 2,5.Температура перед гелиевой турбиной принимались равной 1000°С . В расчете внутренние относительные КПД гелиевой турбины и компрессора принимались соответственно равными 85,8 % и 83 %. Параметры ПТУ принимались равными параметрам турбоустановки К – 210 – 12,8. Как следует из анализа результатов, при увеличении относительной мощности паротурбинной установки, вследствие более глубокого охлаждения гелия в парогенераторе и ГВП, тепловая экономичность повышается.

Очевидной кажется дальнейшая перспектива исследования как наиболее оптимального схемного решения, так и наиболее выгодного режима работы блока.

УДК 621. 039

Д.А. ЛАРИОНОВ, М.В. ЯРМОНОВ, А.Д. ЗУДИН, А.С. ЧЕРНЫШ, А.В. БЕЗНОСОВ

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ОБТЕКАНИИ ТРУБ ТЖМТ, ВКЛЮЧАЯ УСЛОВИЯ РЕЖИМА НЕПЛОТНОСТИ ПГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время одной из актуальных теплофизических задач, возникающих при проектировании РУ, охлаждаемых свинцовыми и свинец-висмутовыми теплоносителями, является получение экспериментальных и расчетных данных по теплообмену свинцового теплоносителя при поперечном обтекании пучка труб и при регулировании содержания примеси кислорода в реакторном теплоносителе; уточнение критериальных зависимостей теплообмена, исходя из эксплуатационного содержания примесей в теплоносителе, включая технологические обработки контура.

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева проведены работы с целью экспериментального исследования характеристик теплообмена, полей температур и скоростей в потоках высокотемпературного свинцового теплоносителя в коридорном пучке теплообменных труб при контроле и регулировании содержания примеси кислорода в теплоносителе. Экспериментальные исследования проводились на специально созданном экспериментальном стенде, в состав которого входит экспериментальная теплофизическая сборка с поперечно обтекаемой поверхностью теплообмена.

Объединенный экспериментальный стенд ФТ-2Б представляет собой комбинацию двух высокотемпературных жидкометаллических стендов – ФТ-2 со свинцовым теплоносителем и ФТ-1 со свинец-висмутовым теплоносителем.

Стенд включает в себя жидкометаллические насосы, буферные емкости, расходомерные емкости, системы заполнения, очистки и дренажа, газовую систему и экспериментальный участок. Оборудование и трубопроводы, контактирующие со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителем выполнены из стали типа 08Х18Н10Т, имеют электрообогрев и теплоизоляцию. Объем свинцового теплоносителя в контуре – около 0,12 м^3, объем свинец-висмутового теплоносителя в контуре – около 0,6 м^3. Расход свинца и свинца-висмута контролируется магнитными расходомерами, периодически тарируемыми мерными емкостями. Содержание кислорода в теплоносителе контролируется датчиками термодинамической активности кислорода в сплаве.

Экспериментальная модель представляет собой теплообменную поверхность, выполненную в виде коридорного пучка горизонтальных теплопередающих труб диаметром 17х3 мм из ферритно-мартенситной стали 10Х9НСМФБ, что соответствует материалу трубок ПГ в проекте ПГ РУ БРЕСТ-ОД-300. Пучок труб состоит из шести продольных и трех поперечных рядов труб, причем первый и третий поперечные ряды представляют собой имитаторы теплопередающих трубок, выполненные в виде продольно разрезанных труб, размещенных на внутренней поверхности корпуса экспериментального участка. Продольный и поперечный относительные шаги расположения трубок равны 1,47. В проекте парогенератора угол навивки труб пакета составляет 9^0, в настоящей модели принято горизонтальное расположение теплопередающих трубок, что идет в запас при теплогидравлических расчетах со стороны свинцового теплоносителя.

УДК 621. 039

Т.А. ЛИВАНОВА, А.В. БЕЗНОСОВ, П.А. БОКОВ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ОТВОДА ТЕПЛА ОТ ТЖМТ ТЕПЛОВОДЯЩЕЙ СРЕДОЙ С ДАВЛЕНИЕМ, БЛИЗКИМ К АТМОСФЕРНОМУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из проблем, возникающих при создании исследовательских и промышленных стендов с ТЖМТ, является отвод тепла от теплоносителя. Такая же проблема возникает при разработке стационарных режимов ЯЭУ с этим теплоносителем.

При создании охладителей расплавов свинца и его сплавов всегда необходимо разрешать противоречие, заключающееся в следующем. Необходимо, с одной стороны обеспечивать отвод

от высокотемпературного расплава жидкого металла задаваемое варьируемое количество тепла, поддерживая необходимую температуру расплава на выходе из охладителя. С другой стороны, необходимо исключить возможность замерзания расплава жидкого свинца (температура плавления свинца – 326 ºС, эвтектики свинец-висмут – 125 ºС) при всех изменениях температуры и расхода жидкометаллического теплоносителя на входе в охладитель.

Применение в охладителях расплава жидкометаллического теплоносителя традиционной теплоотводящей среды – воды, возможно только при ее давлении существенно выше атмосферного; для охлаждения воды и для исключения застывания расплава свинца давление воды должно быть более 200 кгс/см², что существенно усложняет конструкцию охладителя и контура его циркуляции. Применение в охладителе другой традиционной теплоотводящей среды – воздуха, учитывая его теплофизические свойства, требует значительных поверхностей теплообмена, что существенно увеличивает массогабаритные характеристики охладителя и его стоимость, сложнее решается проблема первоначального разогрева охладителя до температуры выше температуры плавления жидкометаллического теплоносителя перед вводом охладителя в работу. Поддержание постоянной температуры жидкого металла при варьируемых расходе и температуре теплоносителя на входе в охладитель возможно только за счет широкого диапазона расходов воздуха и соответственно изменения аэродинамического сопротивления охладителя, что существенно усложняет его конструкцию и контур циркуляции.

Нами предлагается использовать для отвода тепла от контуров и систем с ТЖМТ эффективный теплообменник (ПГ) с водо-воздушной смесью, работающей при давлении, близком к атосферному.

Технический результат достигается тем, что в охладителе расплава жидкометаллического теплоносителя для исследовательских, испытательных стендов и установок, содержащем корпус с патрубками подвода и отвода жидкометаллического теплоносителя, трубную теплообменную систему с патрубками подвода воды и отвода воздушно-паровой смеси, перед патрубком подвода охлаждающей воды установлен регулятор её расхода, а перед ним – задатчик температуры, вход которого соединен с выходом термопреобразователя, установленного на патрубке отвода жидкометаллического теплоносителя. На входном участке труб теплообменной системы установлено устройство ввода капель воды в поток воздуха.

УДК 621.039

М.А. МАНИН, А.В. ГРИБОВ, В.И. МЕЛЬНИКОВ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ АВАРИЙНОГО ОТВОДА ТЕПЛА РУ ВВЭР-1000, ОСНОВАННЫЕ НА ПОСТФУКУСИМСКИХ МЕРОПРИЯТИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

После аварии, произошедшей 11 марта 2011 г. на японской АЭС Фукусима-1, остро встал вопрос об обеспечении безопасности атомных станций. В последние годы произошло кардинальное реформирование концепции безопасности ЯЭУ на всех стадиях их использования.

Анализ систем безопасности эксплуатируемых и новых проектов АЭС с ВВЭР показывает, что наиболее сложной проблемой является обеспечение при запроектной аварии с обесточиванием эффективности и безопасности остаточного отвода тепла от активной зоны.

Высокий уровень безопасности в современных проектах достигается за счет применения пассивных систем безопасности, которые, по сравнению с активными системами, не нуждаются во внешнем источнике энергии и для их функционирования не требуется участие оператора.

МАГАТЭ выпустило обновленные документы, регламентирующие безопасность АЭС. В частности, в них устанавливается, что время действия и эффективность пассивных систем должны обеспечивать выполнение функций безопасности в течение не менее 72 ч, без вмешательства оператора, включая работу в режимах с полным обесточиванием.

Результаты расчетного моделирования запроектной аварии с полным долговременным обесточиванием энергоблока и аварийным расхолаживанием ВВЭР-1000 через парогенератор, проведенного на теплофизическом стенде ИСБ-1 (ЭНИЦ, Электрогорск), показали, что через 4500 с после обесточивания энергоблока и срабатывания аварийной защиты реактора практически вся котловая вода будет выпарена из ПГ. В результате прекращения теплоотвода в парогенераторе к 8000 с температура теплоносителя на выходе из реактора достигает температуры насыщения, что приводит к вскипанию теплоносителя в активной зоне. Попадание пара в контур вызывает срыв естественной циркуляции теплоносителя, следствием чего является запаривание активной зоны. Из-за низкого коэффициента теплоотдачи от ТВЭЛов к пару, на 8800 с в активной зоне создаются условия возникновения кризиса теплоотдачи. Начинается быстрый рост температуры оболочек твэлов вплоть до их плавления.

В проекте ВВЭР-ТОИ реализовано использование систем аварийного отвода тепла САОТ, построенных на разных принципах действия (пассивном и активном), при этом время действия активных систем является неограниченным (при наличии электропитания), а время действия и эффективность пассивных систем СПОТ обеспечивают выполнение функций безопасности в течение не менее 72 ч, без вмешательства оператора, включая работу в режимах с полным обесточиванием.

Увеличение времени действия САОТ и повышение их эффективности в режиме с полным обесточиванием возможно при введении в состав данных систем термоэлектрических генераторов ТЭГ в воздушные теплообменники СПОТ. Данные ТЭГи требуются для выработки электроэнергии, которую можно использовать для аварийного питания насосов САОТ с целью улучшения теплоотвода от парогенераторов.

Принцип действия ТЭГ заключается в появлении ЭДС в замкнутой цепи из двух разнородных материалов, места контактов поддерживаются при разных температурах.

В воздушных теплообменниках СПОТ существует разность температур (температура воздуха на входе равна –44 ÷ +40 °С, а температура пара на входе в СПОТ равна 305 °С), следовательно, применение ТЭГ в теплообменниках СПОТ для аварийного питания насосов САОТ возможно.

УДК 621.039

Е.М. ОРЛИК, Т.И. МОИСЕЕВ, А.Н. СЕМЕНЕНКО, А.А. БАСОВ

РАДИОМЕТРИЯ СТАТИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Нижегородский государственный университет им. Р. Е. Алексеева

Источники образования радиоактивных аэрозолей

Радиоактивные аэрозоли могут быть искусственного и естественного происхождения. Данная работа посвящена исследованию естественных радиоактивных аэрозолей – аэрозолей, образующихся за счет распада радионуклидов, содержащихся в почве, воде и строительных материалах. При распаде радионуклидов с поверхности почвы, воды и строительных материалов в атмосферу жилых зданий попадают продукты распада (эманация). Наибольший вклад в суммарную активность аэрозолей в замкнутых (непроветриваемых) помещениях жилых зданий вносят дочерние продукты распада радиоактивного газа радона Rn (ДПР). Все ДПР являются тяжелыми металлами и поэтому существуют только в форме твердых частиц. ДПР оседают на частицах, находящихся в воздухе (пыль), размер которых составляет 10^{-7}...10^{-5} см. На практике стоит задача измерения объемной активности воздуха замкнутых жилых помещений.

Методы сбора атмосферных радиоактивных аэрозолей

Как правило, перед началом измерения концентрации радиоактивных аэрозолей (объемной активности воздуха) производится осаждение из определенного объема воздуха их дисперсной фазы, которая в дальнейшем используется для определения активности аэрозоля. Существует достаточно много методов осаждения ДПР из воздуха замкнутых помещений (адсорбционный, электроискровой, осаждение на фильтре, путем прокачки воздуха и т. д.). Из всех методов улавливания радиоактивных аэрозолей наибольшее распространение получил адсорбционный метод. Данный метод подразумевает адсорбцию ДПР на активированном угле. К основному недостатку адсорбционного метода можно отнести длительность процесса адсорбции (до шести суток).

В данной работе мы предлагаем электростатический *метод* определения содержания ДПР в воздухе. Образующиеся при радиоактивном распаде ДПР в момент возникновения заряжены, в основном положительно, а поэтому они могут быть осаждены на отрицательно заряженном металлическом электроде. Суть метода состоит в осаждении ДПР на металлическую сетку, к которой подведен отрицательный электрический потенциал (1500...7500В). Основными узлами экспериментальной установки, реализующей предложенный метод, являются: 1) сетка для осаждения ДПР; 2) высоковольтный источник; 3) радиометр «РАДОН» для определения числа испущенных γ-квантов и β-частиц.

В исследуемом замкнутом помещении на изоляторах располагается сетка и соединяется с отрицательным полюсом высоковольтного источника постоянного напряжения, положительный полюс источника заземляется. Сетка под действием электрического потенциала активируется в течение определенного промежутка времени (от 5 мин до 15 ч). По окончании экспозиции устройство отключают от источника напряжения, и сетка помещается перед детектором ионизирующего излучения, расположенном в свинцовом домике для снижения естественного радиационного фона. Анализ кривых распада ДПР на электрически заряженной сетке позволяет сделать вывод о объемной активности ДПР в воздухе замкнутых жилых помещений.

Предложенный метод измерения объемной активности воздуха замкнутых помещений требует значительно меньше времени на осаждение ДПР, в отличие от классического адсорбционного метода. Кроме того, активированная при помощи электростатического метода, сетка имеет гораздо большую радиоактивность, чем активированный уголь, и для ее регистрации требуется менее дорогостоящее оборудование.

УДК 621.039

В.Н. ПАВЛИН, С.В. ГОЛУБЕВ, А.А. ПАРФЕНОВ

ОСОБЕННОСТИ ТЕХОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАРАБАНОВ ОТРАБОТАВШИХ СБОРОК ДЛЯ ПЕРЕГРУЗОЧНОГО КОМПЛЕКСА ЧЕТВЕРТОГО ЭНЕРГОБЛОКА БЕЛОЯРСКОЙ АЭС

ОАО «ОКБМ Африкантов»

В настоящее время на Белоярской АЭС завершена сборка реактора БН-800, разработанного ОАО «ОКБМ Африкантов». Реактор разработан с максимальным использованием научно-технических решений, проверенных в процессе 30-летней эксплуатации предшествующего реактора БН-600.

Наиболее интересным с точки зрения конструкции и технологии изготовления является оборудование для перегрузки свежих и отработавших ТВС. Особенно сложными в изготовлении из оборудования перегрузки ТВС являются барабаны перегрузочные, включающие в себя барабан свежих сборок (БСС) и барабан отработавших сборок (БОС).

Значительные габариты БОС (высота более 5,7 м, диаметр более 4 м) и масса (в сборе с ротором - более 67 т), а также высокая точность сопрягаемых поверхностей конструкции позволяют говорить об уникальности технологии его изготовления.

Сварка корпусов БОС выполнялась с применением сварочных автоматов. Технологическая оснастка, применяемая в процессе сварки, позволила обеспечить минимальные поводки сборочных единиц, не смотря на то, что на каждом из корпусов барабанов выполнено более 150 м сварных швов.

Обработка основных деталей и подсборок БОС выполнена на токарно-карусельном станке с диаметром планшайбы 6 м, для обработки отверстий применялись новые высокопроизводительные расточные станки.

При сборке внутреннего корпуса, входящего в состав корпуса БОС, необходима подгонка дистанционирующих платиков в районе днища корпуса, установленных на глубине более пять метров при горизонтальном расположении барабана. Точность измерения и подгонки платиков ±0,1 мм была обеспечена использованием геодезического оборудования.

Одна из самых сложных операций сборки корпуса барабана – установка внутреннего корпуса в наружный с обеспечением соосности отверстий под патрубки во внутреннем и наружном корпусах в заданных пределах с высокой точностью.

Наиболее ответственные и трудоемкие операции по сборке БОС произведены с применением кранового оборудования грузоподъемностью 100 т на специальном стенде, позволяющем в условиях предприятия не только выполнить сборочные операции, но и обеспечить испытания и имитацию всего процесса перегрузки топлива.

В процессе изготовления оборудования для реакторной установки БН-800, специалистами ОАО «ОКБМ Африкантов» накоплен бесценный опыт по изготовлению крупногабаритного оборудования высокой точности.

УДК 621. 039

Г.С. ПРИКАЗЧИКОВ, А.В. БЕЗНОСОВ, П.А. БОКОВ, А.В. ЛЬВОВ, А.Д. ЗУДИН

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ ГЦН В РУ ТЖМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ресурс эксплуатации ЯЭУ с реакторами на быстрых нейтронах составляет 60 лет. Применение в качестве нижнего подшипникового узла гидродинамический подшипник, подшипник контактного трения недопустимо, поскольку данные типы опор не обеспечивают необходимый ресурс. Оптимальным вариантом является гидростатический подшипник, обеспечивая безызносность контактных поверхностей вала насоса и корпуса подшипника.

Целью работ являлось экспериментальное и расчетно-теоретическое обоснование работоспособности конструкций гидростатических подшипников, а также методики расчета и рекомендаций по созданию оптимальных конструкций подшипников скольжения ГЦН, перекачивающих высокотемпературный расплав свинцового теплоносителя для условий реакторного контура. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих научно-технических *задач:*

- предложить методологию исследования характеристик отдельных элементов гидростатических подшипников, и подшипников в целом с учетом специфики тяжелых жидкометаллических теплоносителей;
- разработать экспериментальные стенды с водяным и тяжелыми высокотемпературными жидкометаллическими теплоносителями и методики для проведения на них сравнительных гидродинамических и триботехнических исследований элементов гидростатических подшипников и ГСП в целом;
- провести сравнительные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования элементов ГСП и подшипников в целом на воде и на высокотемпературном жидкоме-

таллическом теплоносителе и выявить зависимость их характеристик от рабочей среды и параметров ГСП.

Для обоснования расчетной методики и оптимальной конструкции гидростатического подшипника в НГТУ проводилось исследование характеристик дросселей, входящих в его состав. Экспериментальное сравнительное исследование последовательно на воде и на свинце характеристик одних и тех же дросселей с диаметром отверстия от 2,0 до 6,0 мм с их толщиной от 3,0 до 7,0 мм проводилось на специально созданных в НГТУ водяном (t = 20ºС) и высокотемпературном свинцовом (t = 450 ÷ 500ºС) стендах при средней скорости потоков воды и свинца через отверстие дросселя от 1,0 до 30,0 м/с.

Экспериментально полученные зависимости коэффициента сопротивления от режима течения можно разбить на две группы:

а) зависимости при испытаниях на воде и на свинце при противодавлении минимальном ~ 0,01 кгс/см^2 (ати) и максимальном 1,2 кгс/см^2 (ати);

б) зависимости при испытаниях на воде и на свинце с противодавлением на выходе из дросселя 0,1 и 0,2 кгс/см^2 (ати)

Разрыв величин гидравлического сопротивления между результатами испытаний на воде и на свинце – до полупорядка. Полученные приведенные и другие экспериментальные данные убедительно показали, что использование существующей методики для расчета дросселей на свинце некорректно. Результаты расчета характеристик дросселей совпадают с результатами экспериментов на воде и не совпадают с результатами экспериментов на свинце.

УДК 621.039.

П.С. САЛЬНИКОВ, А.Г. ИЛЬЧЕНКО

ПРИМЕНЕНИЕ ПАССИВНЫХ СИСТЕМ АВАРИЙНОГО РАСХОЛАЖИВАНИЯ ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС ПРИ ПОЛНОМ ОБЕСТОЧИВАНИИ СТАНЦИИ

Ивановский государственный энергетический университет

Одной из аварийных ситуаций на АЭС с ВВЭР является полное обесточивание станции. Она опасна тем, что может привести к повреждению активной зоны реактора и выходу радиоактивных веществ за пределы АЭС.

При обесточивании энергоблока для электроснабжения на современных АЭС предусмотрена система аварийного электроснабжения (САЭ). Но для АЭС «Фукусима-1» этого оказалось недостаточно.

В новых проектах АЭС (в проектах реакторных установок нового поколения ВВЭР-1200, ВВЭР-1500, ВБЭР-300 и др. [2]) предусматривается применение систем, работающих по «пассивному» принципу, т.е. без внешних источников энергии.

Для действующих АЭС возможно использование для подачи питательной воды в парогенераторы энергии пара, сбрасываемого из них при расхолаживании.

Техническая реализация данного принципа может быть осуществлена разными способами [1,3-5]:установкой дополнительных электрогенераторов с паротурбинным или газотурбинным приводом, выдающих электроэнергию в систему надежного питания; установкой дополнительных насосов подачи питательной воды в парогенераторы с паротурбинным приводом; установкой паровых поршневых насосов подачи аварийной питательной воды; применением пароводяных инжекторов для подачи воды в парогенераторы.

Библиографический список

1. Пассивная система аварийного питания парогенераторов АЭС с пароводяным инжектором/ А.Г. Ильченко, А.Н. Страхов, Д.Н. Магницкий // Известия ВУЗов. Ядерная энергетика, 2009. №4. С. 39–44.
2. Атомная энергетика XXI века/ Б.А. Габарпаев, Ю.Б. Смирнов, Ю.С. Черепнин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 250 с.
3. Аварийный режим полного обесточивания АЭС (за рубежом): Обзор/А.С. Пиляев, В.А. Тищенко, В.Д. Виленский. – М.: ЦНИИатоминформ, 1988. – 40 с.

4. **Аминов, Р.З**. Оценка безопасности АЭС при резервировании собственных нужд газотурбинными установками // Атомная энергия. 2004. Т. 96. Вып. 6. С. 473–476.
5. Оценка снижения риска крупных аварий при комбинировании газотурбинных и газопоршневых установок с АЭС нового поколения / Р.З. Аминов [и др.] // Проблемы совершенствования топливно-энергетического комплекса: сб. науч. тр. – Саратов: СГУ, 2006. Вып. 4. С. 6–14.

УДК 539.1

С.С. САРМИЕНТО, А.Г. ИЛЬЧЕНКО

ПЕРСПЕКТИВЫ ТОРИЕВОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

ИГЭУ, г. Иваново

Уран является довольно редким элементом. Его содержание в земной коре 4×10-4 %. Содержание тория-232 в земной коре оценивается величиной 10-3 % и в три раза превышает содержание урана. Кроме того, реализованный сегодня на АЭС (с реакторами на тепловых нейтронах) открытый урановый топливный цикл имеет ряд недостатков: большая стоимость долговременных хранилищ и полигонов для захоронения, трудности обеспечения долговременной изоляции ТВС от биосферы, затраты на постоянную вооруженную охрану захоронений.

Ториевые ЯЭР, в отличие от урановых, не нарабатывают плутоний, что важно как с экологической точки зрения, так и с точки зрения нераспространения ядерного оружия. Применение тория в качестве топлива на ЯР обусловлено возможностью образования делящегося изотопа урана-233 в результате захвата теплового нейтрона природным торием-232. Уран-233 дает в тепловом спектре нейтронов примерно 0,2 «дополнительных» нейтрона по сравнению с ураном-235 и плутонием-239 и является основой торий-уранового ЯТЦ. Однако ториевый цикл имеет и свои недостатки. Сам торий-232 не может непосредственно являться ядерным топливом, поэтому в энергетике рассматриваются топливные смеси на основе тория и урана-235, а также тория и плутония-239.

С точки зрения переработки ОЯТ основным недостатком является присутствие источников жесткого γ-излучения. Это связано с накоплением в ходе топливной кампании урана-232 при протекании двухстадийной побочной реакции. В цепочке распада урана-232 в свинец присутствуют такие источники жесткого γ-излучения, как изотопы Bi-210 (энергия γ-излучения 1,6 МэВ), Po-212 (2,6 МэВ), Tl-208 (2,6 МэВ). Поэтому изготовление и переработка такого топлива должно быть организовано при полной защите от жесткого γ-излучения, что является дорогостоящей технологией.

В качестве топлива рассмотрим двуокись тория. Она во многом сходна с двуокисью урана. Первая имеет высокую температуру плавления (~ 3300°С) и не окисляется на воздухе. Двуокись тория – хрупкий материал. Предел прочности на сжатие при 20°С 24,5 МПа. Теплопроводность двуокиси тория незначительна и уменьшается с повышением температуры, приближаясь к теплопроводности двуокиси урана. Двуокись тория также совместима с различными материалами активной зоны современных тепловых реакторов в диапазоне рабочих температур. Поведение твердого раствора двуокиси тория и двуокиси урана при облучении сходно с поведением двуокиси урана. Перспективен вариант топливной загрузки, ориентированный на использование стартовых ториево-плутониевых комбинаций. На первом этапе можно использовать оружейный плутоний или плутоний из выгружаемого топлива реакторов на тепловых нейтронах. Потом при замыкании топливного цикла по урану-233 следует переходить на топливные загрузки с ураном-233, который будет нарабатываться в тепловых и быстрых реакторах.

Расчеты, проводимые в Национальном исследовательском томском политехническом университете, показали, что по основным параметрам (эффективный коэффициент размножения, доля запаздывающих нейтронов, длительность кампании, глубина выгорания) комбинированные (Th-U-Pu) загрузки и ториево-плутониевые превосходят стандартные (U235-

U238) загрузки. Можно сделать вывод, что на сегодняшний день не все ресурсы физики ядерного топлива и ядерного материаловедения задействованы, и торий обладает несомненным потенциалом в области применения его как ядерного топлива с возможностью замкнуть топливный цикл.

УДК 621.039:621.311.22

Д.В. СЕДОВ, А.Г. ИЛЬЧЕНКО

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДВКЛЮЧЕННЫХ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОГО ЦИКЛА ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС С ВВЭР

Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина

Термодинамический цикл АЭС с ВВЭР характеризуется относительно низкой тепловой эффективностью. Одним из способов повышения их тепловой экономичности является повышение среднетермодинамической температуры подвода теплоты к циклу с помощью предвключенных парогенераторов (ППГ), что является реализацией цикла двух давлений. Применение цикла двух давлений позволяет разбить температурный перепад теплоносителя на две части, тем самым получив за счет высокотемпературной части нагрева теплоносителя пар более высоких начальных параметров.

Пар из ППГ можно направить в предвключенный цилиндр (ПЦ), расположенный на одном валу с цилиндрами основной турбоустановки. С целью уменьшения влажности после предвключенного цилиндра целесообразна установка промежуточного сепаратора, после которого пар можно направить в голову или промежуточные отсеки ЦВД (рис. 1).

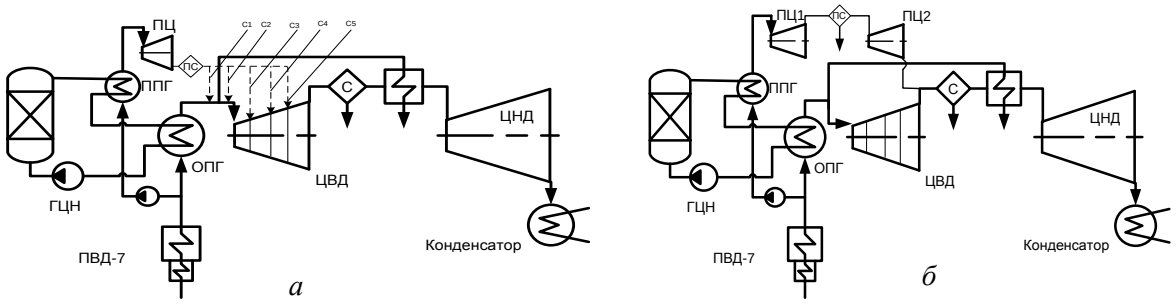


Рис.1. Возможные варианты реализации цикла двух давлений:
а – с одним ПЦ; *б* – с двумя ПЦ

При анализе эффективности цикла двух давлений произведено сравнение с базовым циклом, реализуемым на АЭС с ВВЭР-1000 и турбиной К-1000-5,9/50 ПО ЛМЗ. С помощью программного комплекса **“SXEMA”** были произведены расчеты тепловых схем при постоянной тепловой мощности реактора $Q_р$=3000 МВт. Расчеты проводились для вариантов с одним предключенным цилиндром и с последующим отводом пара из него в голову и промежуточные отсеки ЦВД для разных значений относительной мощности предвключенного парогенератора.

Расчеты выявили, что наибольшее приращение тепловой экономичности (~0,7%) имеет место для варианта с вводом пара из ПЦ в ЦВД после второго отсека при мощности ППГ, равной 75 % от мощности всей парогенераторной установки.

Реализация цикла двух давлений приводит к повышению капитальных затрат на дополнительный парогенератор, цилиндр турбоустановки, трубопроводы и другое оборудование, но, как показано в [1], такие затраты не оказывают существенного влияния на общую экономичность цикла.

1. **Ильченко А. Г**. Применение цикла двух давлений на энергоблоках АЭС с ВВЭР-1000 / Энерго- и ресурсосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / А.Г. Ильченко, Д.В. Седов // Всероссийская студенческая олимпиада, научно-практическая конференция и выставка студентов, аспирантов и молодых ученых: сб. материалов; УГТУ-УПИ. – Екатеринбург, 2007. С. 201–202.

УДК 621. 039

Т.М. СЕМАЕВА, А.В. БЕЗНОСОВ, О.О. НОВОЖИЛОВ, Т.А. ЛИВАНОВА

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ РУ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ ПГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В российской атомной промышленности в настоящее время ведутся разработки реакторных установок со свинцовым и свинец-висмутовым теплоносителем. Такими проектами являются реакторные установки СВБР-100, БРЕСТ-ОД-300, БРЕСТ-1200.

Цель данной работы – разработка перспективной реакторной установки с ТЖМТ, обеспечивающей более безопасную эксплуатацию, благодаря новой схеме расположения элементов установки, а именно, применению в реакторной установке горизонтального парогенератора.

Безусловным преимуществом реакторных установок (РУ) 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.

При возникновении одной из наиболее потенциально опасной аварийной ситуации в РУ с ТЖМТ – «межконтурная неплотность парогенератора»; вода, пар из контура рабочего тела с давлением 6 – 16 МПа и более поступают в реакторный контур с давлением в парогенераторе от ок. 0,01 МПа (0,1 кгс/см²) до 0,6 – 0,7 МПа (6 – 7 кгс/см²), определяемой высотой столба ТЖМТ в ПГ и давлением создаваемым ГЦН. Конструкция РУ должны исключать как поступления воды в активную зону, что в реакторах на быстрых нейтронах может привести к его «разгону», так и переопрессовки и разрушения реакторного контура, не рассчитанного на давление воды, пара в контуре рабочего тела.

Максимальной безопасностью будет обладать та РУ, в проекте которой может быть локализована авария с максимальным разумным расходом воды, пара, поступающих в реакторный контур, при которой исключается переопрессовка реакторного контура и ограничивается поступление воды, пара в активную зону до величины, гарантированно исключающей «разгон» реактора.

Учитывая в проекте возможность возникновения аварии «межконтурная неплотность парогенератора» в РУ с ТЖМТ, как показали экспериментальные и расчетно-теоретические исследования, будет обладать конструктивная схема установки с горизонтальными парогенераторами.

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»;
- обеспечить достаточно простое обнаружение и глушение аварийных трубок парогенератора;
- обеспечить компактность и минимизировать массогабаритные характеристики реакторной установки.

УДК 621.039.51

В.К. СЕМЕНОВ, М.А. ВОЛЬМАН

ОПТИМИЗАЦИЯ ВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА АЭС НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ТРЕНАЖЕРОВ-ИМИТАТОРОВ

Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

Важным фактором, гарантирующим безопасную и надежную эксплуатацию сложных технологических объектов и производств, является высокий уровень подготовки персонала. Для эффективного решения этой проблемы для атомных станций необходимо внедрение в вузовскую подготовку будущего оперативного персонала компьютерных тренажеров. Но для того чтобы работа студентов с тренажерами-имитаторами была максимально результативной важна теоретическая подготовка, формирующая понимание физических процессов, происходящих в оборудовании ядерного энергоблока. Для этого могут быть использованы численные эксперименты на основе математической модели, позволяющие количественно исследовать ряд важных для теории и практики нейтронно-физических процессов в ядерном реакторе.

Следующей стадией подготовки является овладение техникой физического эксперимента, что является одной из основных задач при подготовке специалистов, их эксплуатирующих. Перспективным направлением в связи с этим представляется разработка обучающих модулей, которые в качестве объекта исследования используют не сам реактор, а его математическую модель, реализованную в том или ином компьютерном тренажере. Функционально-аналитический тренажер (ФАТ) является электронной моделью энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000 (В-320), реализованной на персональном компьютере в программной среде 3KeyMaster. В основе ФАТ лежит математическое моделирование нейтронно-физических, тепломеханических, теплофизических и других процессов, и, как следствие, построение модели функционирования энергоблока в различных режимах. Широкие возможности ФАТ позволяют проводить эксперименты над активной зоной, моделировать различного рода штатные и аварийные ситуации. Мобильность и удобство при работе на персональном компьютере позволяют эффективно использовать ФАТ в учебном процессе.

Руководящие документы устанавливают объем, методики и порядок проведения физических экспериментов (алгоритмы выполнения операций) с целью определения нейтронно-физических характеристик ядерного энергетического реактора, требования к исходному состоянию реакторной установки (РУ) перед началом конкретного эксперимента, технические ограничения и меры по обеспечению ядерной безопасности, действия персонала в случае изменения состояния РУ, необходимого для проведения работ, а также критерии успешности и контроль правильности выполнения экспериментальных исследований. На основе этих документов разработаны методики проведения и обработки реакторных измерений на ФАТ, применение которых в учебном процессе позволяет решить обозначенные ранее проблемы подготовки, а также дает возможность систематизировать знания из различных дисциплин, касающиеся работы основного оборудования энергоблока и принципов управления им.

УДК 621. 039

Е.О.СКОБЛИКОВ, К.А. МАХОВ, Т.А. БОКОВА, А.В. БЕЗНОСОВ, А.И. ШУМИЛКОВ, К.С. МАРЬЕНКО

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ «ЧЕХОЛ – ОБОЛОЧКА СТЕРЖНЕЙ-ПОГЛОТИТЕЛЕЙ СУЗ» В СРЕДЕ ТЖМТ

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

Целью проводимых работ является установление характеристик трения и износа контактных пар системы «стержень поглощающего элемента – чехол», а также определение гидравлических характеристик канала в зависимости от различных состояний пристенной области (толщина отложений на поверхностях, шероховатость поверхностей наличие или отсутствие оксидного покрытия) и режимных параметров контура (расход теплоносителя, температура, термодинамическая активность кислорода в расплаве свинца). Объектом исследования является система «стержень поглощающего элемента – чехол» при продольном перемещении стержня относительно чехла.

Описание экспериментального стенда

На рис. 1 представлена схема экспериментального стенда ФТ-5.

Описание экспериментального участка

Экспериментальный участок представляет собой чехол, выполненный из аустенитной нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т с перемещающимся внутри стержнем, выполненным из стали ЭП 823 диаметром 9,5 мм х 0,5 мм. Съемный чехол позволит варьировать зазор в технологическом канале для оценки характеристик трения и износа, а также гидродинамических характеристик системы при различных сериях экспериментов.

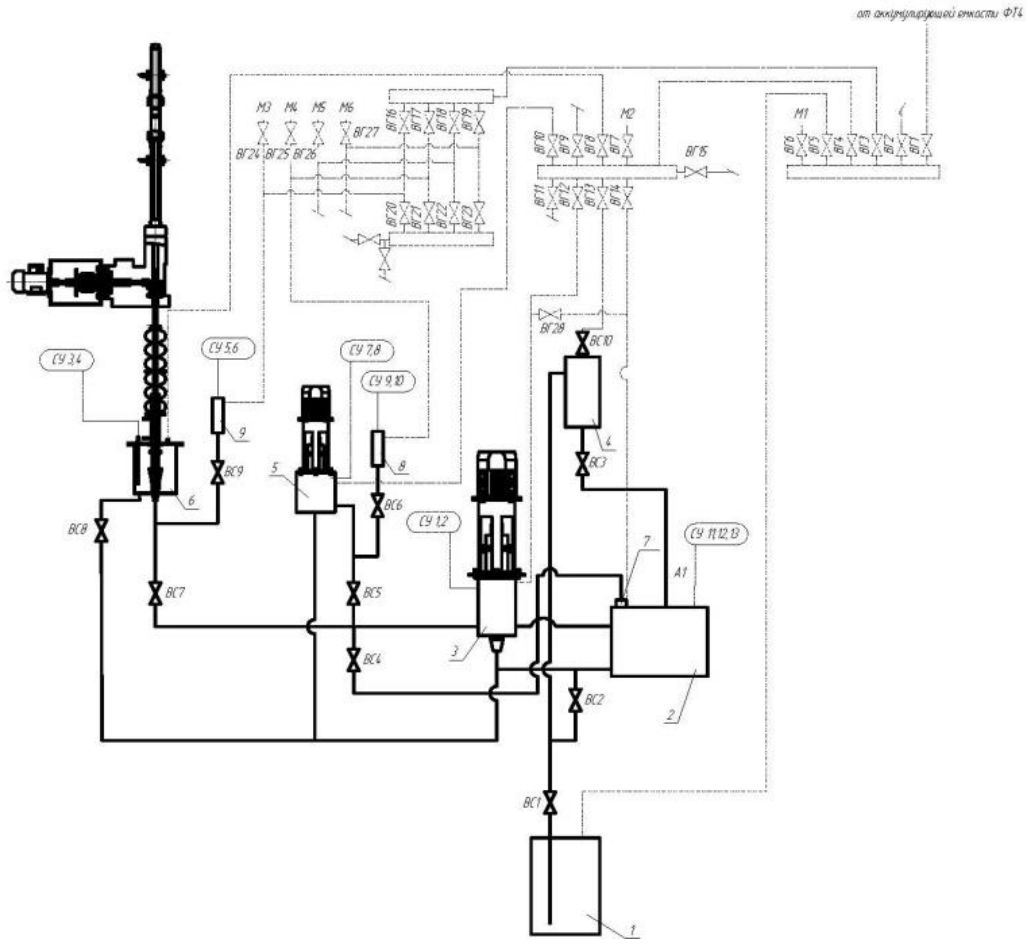


Рис. 1. Схема экспериментального стенда ФТ-5

Перемещение стержня внутри канала обеспечивается кинематической передачей .Для обеспечения плавности перемещения винта с закрепленным на нижнем конце стержнем используется шариковая гайка. Диапазон перемещений стержня регулируется кольцевыми индуктивными выключателями, подающими сигнал на остановку двигателя, приводящего систему в движение, и запускает его вращение в обратную сторону при достижении магнита 10 КИВов.

УДК 621. 039

А.О. СОЛОВЬЕВ, П.А. БОКОВ, А.В. ЛЬВОВ, А.В. БЕЗНОСОВ, Т.А. БОКОВА

ИЗУЧЕНИЕ КАВИТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВИНЦОВОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ И МОДЕЛИ ОСЕВОГО НАСОСА ГЦН РУ С ТЖМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Традиционное понятие *кавитации*, в лопастных насосах, объединяющее характеристики перекачиваемой среды и конструктивные особенности конкретного лопастного насоса.

Различные специалисты дают разные определения термину «*кавитация*». Практически во всех определениях признаком кавитации признается нарушение сплошности, разрыв в потоке капельной жидкости с формированием пузырей, каверн и др., движущихся с потоком жидкости и затем схлопывающихся. Применительно к лопастным насосам в расчетах, связанных с рассмотрением кавитационных режимов их работы, в качестве условия возникновения кавитации принимается достижение в межлопаточном пространстве критического давления. При этом в качестве критического давления, при котором начинается кавитация, принимают давление, насыщенных паров жидкости при данной температуре.

Анализ литературы показывает, что все авторы при рассмотрении кавитации в насосах в явном или в неявном виде во всех случаях в качестве перекачиваемых жидкостей принимают воду или близкие к ней по физическим свойствам жидкости (растворы солей, органические соединения и др.). В достаточно редких случаях рассмотрения расчетов проточной части насосов, отличающихся от воды – органических жидкостей: нефти, керосина, бензина и др., отличия их свойств от воды учитываются эмпирическими коэффициентами. Значения плотности перекачиваемой среды принимаются для фактических перекачиваемых жидкостей. Расчеты кавитационных и других характеристик производятся по эмпирическим формулам, полученным при испытаниях на воде, несмотря на то, что эти же авторы признают, что на процессы кавитации влияют термодинамические свойства жидкости, давление насыщенных паров, поверхностное натяжение и др.

Кавитационные характеристики свинцового теплоносителя существенно отличаются от таковых у других теплоносителей ядреных реакторов, таких как вода и натрий и, вероятно, близки к таким характеристикам, как свинец-висмутового теплоносителя.

К специфичным свойствам свинцового теплоносителя, определяющим процесс кавитации в лопастных насосах, относятся:

- низкое давление насыщенного пара $1{,}44\times10^{-17}$ Па при t = 127 °С, $5{,}38\times10^{-5}$ Па при t = 527 °С;
- высокая температура кипения $t_{кип}$ = 1750 °С при атмосферном давлении, в условиях реакторного контура – больше;
- большее, чем у воды, поверхностное натяжение $\sigma \approx 400$ н/м при t = 350 °С;
- существенно большая плотность $\rho = 10{,}5\times10^{-3}$ кг/м³ при t = 450 °С;
- теплопроводность λ = 16,58 Вт/мК при t = 400 °С, большая чем у воды, но меньшая, чем у натрия;

- кинематическая вязкость $\nu \approx 20{,}99\times10^{-8}$ м²/с при t = 400 °С.

УДК 66.048.3-986

М.М. ТРУБЯНОВ[1], Г.М. МОЧАЛОВ[1], С.С. СУВОРОВ[2], А.А. ПЕРЕВЕЗЕНЦЕВ[1]

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МАССООБМЕНА В ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОННАХ ПРИ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКЕ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[1],
ООО «Фирма «ХОРСТ» (Москва) [2]

В настоящее время в науке и технике огромную роль играют технологии разделения и очистки газов. На современном этапе развития технологий получения высокочистых материалов для микро-, опто- и наноэлектроники существенно расширен круг лимитируемых примесей и повышены необходимые уровни чистоты. Это требует развития новых физико-химических подходов, сосредоточенных на повышении эффективности технологий разделения. Не меньшее внимание уделяется повышению производительности и снижению энергозатрат на осуществление глубокой очистки.

Одним из вариантов реализации такого подхода является ректификация при повышенном давлении, все чаще используемая для разделения смесей сжиженных газов и их глубокой очистки, а также концентрирования изотопов, что связано с актуальной проблемой снижения энергоёмкости технологии. Кроме того, с повышением давления в колонне возрастает пропускная способность насадки, что позволяет увеличить производительность процесса. Однако повышение температуры, давления и нагрузки в колонне приводит к существенному изменению как фазового равновесия, так и кинетики массопередачи, что обусловливает необходимость исследования влияния технологических и физико-химических параметров на интенсивность массообмена и общую эффективность разделения.

В настоящей работе анализируется поведение маломасштабных ректификационных колонн с высокоэффективной спирально-призматической насадкой при глубокой очистке сжиженных газов в области температур выше нормальной точки кипения основного компонента. Изменение кинетики массопередачи и фазового равновесия с повышением давления и температуры исследуется экспериментально и расчетным путем на примере систем на основе высокочистого моносилана и высокочистого аммиака с примесями углеводородов, имеющих близкий к единице коэффициент разделения. Получены экспериментальные зависимости фактора разделения и высоты, эквивалентной теоретической тарелке, от температуры и давления в стационарном безотборном режиме при работе колонны с нагрузкой, равноудаленной от предельной. Показано, что с ростом температуры и давления массообмен интенсифицируется благодаря увеличению времени контакта фаз за счет снижения линейной скорости пара, уменьшению диффузионного сопротивления жидкой фазы, а также увеличению поверхности контакта фаз. С другой стороны, повышение температуры в колонне приводит к приближению коэффициента разделения к единице, что снижает фактор разделения. Взаимодействие двух противоположно направленных эффектов может привести к экстремальному характеру температурной зависимости фактора разделения. Экспериментальные и расчетные данные показывают хорошее согласие.

Результаты проведенных исследований представляют интерес для оптимизации процесса ректификационной очистки сжиженных газов по давлению и температуре с выявлением рабочих условий, обеспечивающих максимальный разделительный эффект для лимитируемых примесей. Показано, что повышение температуры и давления при ректификации сжиженных газов приводит к улучшению условий массопередачи, а также позволяет повысить энергоэффективность и производительность процесса очистки.

УДК 621. 039

Н.В. ТРУШКОВ, А.В. ЛЬВОВ, А.В. БЕЗНОСОВ, П. А. БОКОВ, А.Д. ЗУДИН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ОСЕВЫХ ГЦН РУ С ТЖМТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью работы является обоснование невозможности объективного, представительного расчета и проектирования циркуляционных осевых насосов, перекачивающих ТЖМТ по существующим методикам, в которых не учитываются специфические свойства ТЖМТ, и создание методик, позволяющих проводить расчет основных геометрических и гидравлических характеристик насосов, работающих в контурах энергетических установок с ТЖМТ. Целью работы является проведение экспериментальных и расчетно-теоретических исследований, обосновывающих проектные данные элементов циркуляционных насосов с ТЖМТ.

В настоящее время НГТУ обладает большим опытом в области создания и эксплуатации экспериментальных стендов с ТЖМТ при температурах перекачиваемых сред до 500°С, в составе которых успешно эксплуатируются лопастные насосы (НЦС-04 НГТУ). Создаются и отрабатываются механические насосы новых типов, например, лабиринтно-винтового типа. Выдача рекомендаций для проектирования базируется на опыте исследований и проектирования циркуляционных насосов на ТЖМТ, а также исследованиях, проводимых на создаваемом масштабном стенде, главный элемент которого – осевой насос, являющийся моделью главного циркуляционного насоса (ГЦН) реакторной установки (РУ) БРЕСТ ОД-300. На стенде ФТ-4 испытывались две модификации моделей проточной части ГЦН: разработки и поставки НГТУ и разработки и поставки ОАО ЦКБМ. Модель НГТУ выполнена в соответствии с теорией моделирования в геометрическом подобии к натурному насосу Кг=0,25, теплоноситель – свинец с температурой 500°С, расход свинца через проточную часть насоса– 200 м^3/ч.

Главный элемент стенда – осевой насос, являющийся моделью главного циркуляционного насоса (ГЦН) реакторной установки (РУ) БРЕСТ ОД-300. Модель выполнена в соответствии с теорией моделирования в геометрическом подобии к натурному насосу, теплоноситель – свинец с температурой 500°С, расход свинца через насос– 200 м^3/ч, напор насоса 2,2 м столба свинца. Рабочее колесо было спроектировано по известному образцу (модель ОД-1) [7], так как на данном этапе для ТЖМТ неизвестен характер взаимодействия теплоносителя и поверхности лопаток рабочего колеса, поэтому мы не можем говорить о оптимальности геометрии профиля лопаток исходя из данных, полученных на воде.

На сегодняшний день все методики расчета проточной части насосов базируются на полуэмпирических формулах с применением уточняющих коэффициентов, полученных для воды, и не пригодных для расчета высокотемпературных теплоносителей. Как уже отмечалось, ТЖМТ во многом отличаются от традиционных теплоносителей, при работе ЖМ насоса могут возникать эффекты, которые не проявляются на воде и натрии. Из-за того, что свинцовый теплоноситель не смачивает поверхности контура и проточной части насоса, возможен отрыв теплоносителя от поверхности лопаток колеса и соответственно ухудшение параметров насоса. Экспериментальный стенд ФТ-4 также позволяет решить широкий круг вопросов, связанных с функционированием различных элементов реакторного контура, но основным элементом для исследований является насос, и, в частности, его проточная часть. *Результаты* исследования позволят выдать рекомендации для проектирования ГЦН РУ типа БРЕСТ, скорректировать существующие методики расчета проточных частей осевых насосов перекачивающих ТЖМТ.

УДК 621

Н.А. ХАН, С.В. ГРУЗДЕВ, А.Г. ИЛЬЧЕНКО

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК НА АЭС С ВВЭР

Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина

Одним из перспективных направлений в решении проблемы повышения манёвренности атомных станций является комбинирование газотурбинной установки (ГТУ) с энергоблоками АЭС. Включение в работу газовой турбины параллельно с паровой, в совокупности с использованием теплоты выхлопных газов ГТУ в тепловой схеме паротурбинной установки (ПТУ), способствует не только получению дополнительной мощности на АЭС, но и увеличению тепловой экономичности всего энергоблока. Газотурбинная установка может работать при этом как в пиковом, так и базовом режимах. Были проведены расчеты парогазовых тепловых схем для серийных энергоблоков с турбоустановками К-1000-60/3000, К-500-65/3000 и К-220-44/3000 и рассмотрены следующие способы утилизации тепла выхлопных газов:

- схема с промежуточным газовым перегревом пара (ГПП);
- схема с подогревом питательной воды (или её части) в газоводяном теплообменнике (ГВП);
- схема с котлом-утилизатором (КУ).

Весьма эффективно использование первого варианта в пиковом режиме, поскольку дополнительная мощность энергоблока вырабатывается не только ГТУ, но также вытесняемым паром отборов на СПП. Схема позволяет получить температуру пара перед ЦНД до 350 °С и выше. При этом тепловой перепад в ЦНД турбины возрастает и ее мощность увеличивается. Влажность пара на выходе из цилиндра уменьшается, что продлевает ресурс работы лопаточного аппарата. В результате такая компоновка позволяет получить наибольший прирост мощности ПТУ (1133 МВт для турбоустановки К-1000-60/3000).

Недостаток этой схемы – высокая температура газа за ГПП, который не позволяет полностью использовать энергию уходящего газа. Дополнительное его охлаждение может быть осуществлено в газо-водяном теплообменнике (ГВП), включенном в тракт питательной воды или основного конденсата паровой турбины. Однако в этом случае экономичность паротурбинной установки снижается из-за ограничения собственной регенерации. Так как при пуске и останове ГТУ могут возникать значительные температурные напряжения, то использование вариантов с повышенной температурой перегрева для получения пиковой мощности снижает надежность работы ПТУ. В этой связи могут потребоваться специальные меры по ограничению скорости прогрева металла паровпуска и первых ступеней ЦНД турбины.

Поэтому такие варианты рекомендуются для использования в базовом режиме. Естественно, применение повышенных температур перегрева пара требует тщательного анализа возможности работы паровой турбины в этих режимах и, возможно, потребуется разработка новой турбины под высокие параметры пара.

В случае реконструкции действующих блоков АЭС использование газового перегрева пара или газового подогрева питательной воды сопряжено со значительными трудностями, связанными с необходимостью компоновки газотурбинного оборудования и газопаровых (газоводяных) теплообменников в машинном зале станции. В этом случае рационально применять схемы с котлами-утилизаторами. Пар, вырабатываемый в КУ, замещает либо греющий пар СПП, либо греющий пар регенеративных подогревателей ПТУ. Сама ГТУ вместе с котлом-утилизатором может размещаться в отдельном здании вне пределов главного корпуса. Трассировка же пароводяных коммуникаций относительно небольшого диаметра не должна встретить особых затруднений.

УДК 53.05

Н.В. ЯМУШЕВ, Д.А. ГАВРИЛОВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важнейших проблем устойчивого развития человеческой цивилизации является проблема защиты окружающей среды. Для её решения необходимо создание устойчивой системы, которая будет контролировать состояние этой среды, определять источники, факторы и степень техногенного воздействия на неё, находить элементы биосферы, наиболее подверженные воздействию. В связи с этим главной системой отслеживания качества окружающей среды становится экологический мониторинг – «система регулярных, длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающая информацию о состоянии окружающей среды с целью оценки прошлого, настоящего и прогнозов на будущее параметров окружающей среды, имеющих значение для человека». Одной из составляющих этой системы является радиационный мониторинг окружающей среды. В условиях значительного радиоактивного загрязнения территорий земного шара, вызванного авариями на ядерных объектах и использованием ядерных технологий в военных целях, развитие организации и проведения радиационного мониторинга остается очень актуальным.

Нельзя не отметить и участившиеся в связи с недавними событиями (авария на АЭС Фукусима-1) случаи обострения радиофобии. Радиофобия, как известно, – комплекс нервно-соматических психических и физиологических расстройств, выражающихся в необоснованной боязни различных источников ионизирующего излучения. Главная причина возникновения радиофобии – низкая экологическая грамотность населения. Факт того, что человек получает дозу радиации ежедневно (даже не выходя из дома) зачастую вызывает определенный шок.

Поэтому при выполнении нашей работы мы поставили перед собой следующие цели: в рамках работы со школой №30 г. Нижнего Новгорода провести ряд научно-познавательных лекций, посвященных явлению радиации, методам регистрации излучения и защиты от него; провести экомониторинг определенных районов и объектов Нижнего Новгорода, где радиационный фон должен быть заведомо ниже/выше среднего; измерить средний радиационный фон города; подтвердить или опровергнуть ряд «городских мифов» о повышенном уровне радиации в ряду городских объектов (ОКБМ им. Африкантова, завод «Красное Сормово» и т.д.); исследовать реакцию окружающих людей на наши исследования; на основе проведенных исследований сделать выводы и предложить пути преодоления радиофобии

В течение трех уроков, проведенных у 10-х и 11-х классов МОУ СОШ №30, мы постарались доступным для школьного уровня языком рассказать о радиации, её видах, методам регистрации излучения и защиты от него. После этого нами были сформированы бригады учащихся, каждая из которых занялась отдельным направлением работ. В ходе проведения радмониторинга нам удалось добиться повышения общего уровня знаний о проблемах радиационного загрязнения в городе среди школьников, были составлены таблицы измерений фона, получен навык «полевых работ». Самостоятельно нами был проведен ряд замеров: мы исследовали ряд объектов, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты. По итогам проделанной работы сформированы предложения по повышению экологической грамотности среди учащихся.

Подсекция 7.2

Физика волновых процессов

УДК 621.372.21

А.А. БАБКИН, Д.Н. ГУЛИН, А.С. РАЕВСКИЙ

РАСЧЕТ ОСЛАБЛЕНИЯ, ВНОСИМОГО ПЕРЕСТРАИВАЕМЫМ ВОЛОКОННЫМ АТТЕНЮАТОРОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАУССОВА ПУЧКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматривается перестраиваемый волоконно-оптический аттенюатор, представляющий собой два соосно расположенных оптических волокна. Рассчитывается затухание, вносимое таким аттенюатором в зависимости от расстояния между волокнами. Метод расчета сочетает электродинамический подход нахождения поля на торце излучающего открытого диэлектрического волновода (ОДВ), и лучевой подход, заключающийся в согласовании апертуры гауссова пучка в зазоре и апертуры приемного ОДВ.

Результирующее затухание определяется как комбинация следующих факторов:

1. Отражение на торце первого волновода.

Для нахождения отраженной от торца первого волновода мощности $P_{отр}^{(1)}$ решается дифракционная задача на стыке ОДВ и свободного пространства. При этом в качестве базиса свободного пространства используются функции Гаусса-Лагерра.

2. Уширение волнового пучка излученного с торца первого волновода по мере его распространения вдоль продольной оси, что является причиной того, что только часть излученной энергии попадет на торец сердцевину второго волокна. При расчете уширения используется модель гауссова пуска. Потеря мощности, вызванная уширением, определяется по следующей формуле:

$$P_{\sigma}(z) = \left(\sigma_0 \big/ \sigma(z) \right)^2,$$

где

$\sigma(z)^2 = \sigma_0^2 \left[1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi \sigma_0^2} \right)^2 \right]$, σ_0 – радиус перетяжки гауссова пучка.

3. Несоответствие апертуры волнового пучка, излученного с торца первого волновода и числовой апертуры второго волновода. Потеря мощности, вызванная этим фактом, определяется как

$$P_{NA}(z) = \left(\frac{\sin(\theta_{NA})}{\sin(\theta_c)} \right)^2,$$

где θ_{NA} - апертурный угол - максимальный угол, отсчитываемый от оси z, при котором еще выполняется полное внутренне отражение луча на границе сердцевина-оболочка; θ_c - угол, под которым видна сердцевина второго волокна из центра сердцевины первого.

4. Отражение от торца второго волновода $P_{отр}^{(2)}$.

Таким образом, суммарная мощность, которая будет распространяться во втором волокне, в расчете на единичную падающую мощность, определяется следующей формулой:

$$P(z)=\left(1-P_{отр}^{(1)}\right)P_{\sigma}(z)P_{NA}(z)\left(1-P_{отр}^{(2)}\right).$$

УДК 621.396.67

В.В. БИРЮКОВ, В.А. ГРАЧЕВ

ВЛИЯНИЕ КОНЕЧНОЙ ПРОВОДИМОСТИ СТЕНОК НА СТРУКТУРУ ПОЛЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ КРУГЛОГО ВОЛНОВОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Распространение электромагнитных волн в равновесных системах обязательно сопровождается диссипацией энергии. Тепловые потери являются важной характеристикой волновых процессов, во многом определяющей технические параметры разнообразных приборов и устройств СВЧ и КВЧ диапазонов. Поэтому расчету потерь при анализе электромагнитных полей в электродинамических системах уделяется достаточно большое внимание. При этом оказывается, что учет потерь приводит не только к количественным изменениям характеристик системы, но в ряде случаев и к качественному изменению структуры полей.

Решение уравнений Максвелла для адекватных реальным устройствам моделей представляет весьма трудную задачу. Один из эффективных методов упрощения этой задачи – метод эквивалентных граничных условий, позволяющий исключить из рассмотрения некоторую область пространства (и поле в ней), задавая соответствующие условия на ее границе. Классическим примером являются импедансные граничные условия Щукина-Леонтовича, описывающие поглощение энергии электромагнитного поля в хорошо проводящих средах.

Эти условия выводятся для плоской безграничной металлической поверхности. Но они применимы и для криволинейной поверхности, если радиус кривизны много больше характерного масштаба изменения поля (в этом случае граница ведет себя, как локально плоская). В произвольном случае можно получить более общие граничные условия, содержащие поправки на кривизну поверхности, и учитывающие особенности на углах и ребрах.

В работе рассмотрено использование импедансного метода для решения задачи о распространении волн в круглом волноводе с неидеально проводящей поверхностью. Приведено сравнение с результатами, получаемыми с помощью метода возмущений.

Сравнение коэффициентов затухания, полученных двумя этими методами, показывает их хорошее совпадение при значениях удельной проводимости $5{,}8\cdot10^7$ сим/м (проводимость меди). Отличие в этом случае составляет не более 0,05 дБ/км. Наблюдается некоторое занижение величины потерь (растущее с ростом частоты) при использовании метода возмущений. При уменьшении проводимости материала стенок волновода различие коэффициентов затухания становится более заметным.

Наличие потерь в стенках волновода может приводить к изменению структуры поля. Раздельное существование E и H волн становится невозможным (за исключением азимутально симметричных). В частности, основная волна круглого волновода H_{11} становится гибридной или «квазимагнитной» волной. О степени гибридности этой волны можно судить по соотношению амплитудных коэффициентов в выражениях для продольных компонент электрического и магнитного полей. Расчеты показывают, что с уменьшением удельной проводимости материала стенок волновода степень гибридности волны увеличивается. Это изменение необходимо учитывать как при расчёте затухания волны в таком волноводе, так и при проектировании устройств возбуждения.

УДК 621.372.831

С.М. ГАРАНИН, И.Н. ДАНИЛОВ, В.К. МАЙСТРЕНКО

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕДАЧИ ПЛАВНЫХ ПЕРЕХОДОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОФИЛЯ, СОЕДИНЯЮЩИХ ДВА ЭКРАНИРОВАННЫХ ВОЛНОВОДА КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ, МЕТОДОМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Предлагается метод решения задачи о расчете характеристик передачи нерегулярного участка в экранированном волноводе круглого поперечного сечения. Метод является методом интегральных уравнений, получаемых на основе интегральной записи леммы Лоренца.

В данной работе продемонстрирован самый общий подход к расчёту нерегулярности в линии передачи в виде плавных переходов, имеющих различные профили продольного сечения, между двумя экранированными круглыми волноводами различного поперечного сечения.

Целью решения данной задачи является построение алгоритма получения характеристик плавного перехода, соединяющего направляющие структуры различного круглого поперечного сечения. Данный алгоритм может быть использован для расчёта характеристик различных конфигураций перехода при учёте всех типов волн, существующих в стыкуемых направляющих системах.

Результатом данной работы являются решения дифракционной задачи на осесимметричном плавном переходе, соединяющем два круглых волновода различных поперечных сечений, иллюстрирующий предлагаемый метод. Проведено исследование сходимости рассмотренного метода. Проведено исследование характеристик плавных переходов в зависимости от геометрических параметров переходов. Сравнение характеристик передачи переходов различного профиля позволило определить оптимальный вид функции профиля продольного сечения перехода.

Необходимо отметить, что разработанный алгоритм получения характеристик передачи плавного перехода, соединяющего направляющие структуры различного поперечного сечения, полученный в ходе решения данной задачи, является универсальным для расчёта дифракции электромагнитных волн, распространяющихся в нерегулярных волноведущих структурах. При этом данный алгоритм даже в малом приближении может быть использован для расчёта электрических характеристик различных конфигураций переходов между двумя круглыми волноводами при учёте всех типов волн, существующих в стыкуемых направляющих системах.

УДК 621.372.831

С.М. ГАРАНИН, И.Н. ДАНИЛОВ, В.К. МАЙСТРЕНКО

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЛАВНЫХ ПЕРЕХОДОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОФИЛЯ, СОЕДИНЯЮЩИХ ДВА ЭКРАНИРОВАННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДА, МЕТОДОМ, ОСНОВАННЫМ НА ИНТЕГРАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ ЛОРЕНЦА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

К актуальным задачам в технической электродинамике в настоящее время относятся дифракционные задачи, в частности, задачи по расчёту характеристик передачи переходов между различными направляющими структурами СВЧ и КВЧ диапазонов. В том случае, если структуры имеют различными 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 интегрального уравнения, написанного на основе лем-

мы Лоренца. В данной работе продемонстрирован самый общий подход к расчёту нерегулярности в линии передачи в виде плавных переходов, имеющих различные профили продольного сечения, между двумя экранированными прямоугольными волноводами различного поперечного сечения. При этом в силу общности подхода к составлению интегрального уравнения, удаётся показать все достоинства предлагаемого метода, заключающиеся, благодаря инвариантности задачи по отношению к месту расположения вспомогательных источников, в достаточно простой процедуре её алгебраизации.

Целью решения данной задачи является построение алгоритма получения характеристик плавного перехода, соединяющего направляющие структуры различного прямоугольного поперечного сечения. Данный алгоритм может быть использован для расчёта характеристик различных конфигураций перехода при учёте всех типов волн, существующих в стыкуемых направляющих системах.

Результатом данной работы являются решения дифракционной задачи на осесимметричном плавном переходе, соединяющем два прямоугольных волновода различных поперечных сечений, иллюстрирующий предлагаемый метод. Проведено исследование сходимости рассмотренного метода. Проведено исследование характеристик плавных переходов в зависимости от геометрических параметров переходов в частотном диапазоне. Сравнение характеристик передачи переходов различного профиля (линейного, экспоненциального, косинусоидального, гиперболического) позволило определить оптимальный вид функции профиля продольного сечения перехода.

Необходимо отметить, что разработанный алгоритм получения характеристик передачи плавного перехода, соединяющего направляющие структуры различного поперечного сечения, полученный в ходе решения данной задачи, является принципиально новым и универсальным для расчёта дифракции электромагнитных волн, распространяющихся в нерегулярных волноведущих структурах прямоугольного поперечного сечения. При этом данный алгоритм даже в малом приближении может быть использован для расчёта характеристик передачи различных конфигураций переходов между двумя прямоугольными волноводами при учёте всех типов волн, существующих в стыкуемых направляющих системах.

УДК 621.372.829

Н.В. ГУСЕВ, В.А. ГРАЧЕВ, А.Б. БАРБАРИСОВА, Е.А. ЕРШОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НЕРЕЗОНАНСНОЙ ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В диапазоне сантиметровых и миллиметровых волн для получения узких диаграмм направленности (ДН), максимум которых ориентирован по нормали к антенне или отклонен от нее на некоторый угол, широко используются многощелевые волноводные антенны. Обычно применяются щели, прорезанные в узкой или широкой стенке прямоугольного волновода, работающего в режиме волны H_{10}, и возбуждаемые токами, текущими на внутренней поверхности стенок волновода.

Нерезонансные волноводно-щелевые антенны представляют собой один из вариантов антенн вытекающей волны. Антенны этого типа реализуются путем внесения различных излучающих неоднородностей в линию передачи энергии, вызывающих «вытекание» части энергии, переносимой данной линией.

Неоднородности могут быть выполнены в виде щелей, отверстий, решетки из металлических полосок или непрерывной узкой щели, прорезанной, например, в боковой стенке прямоугольного волновода. Распределение амплитуд в антенне вытекающей волны зависит в основном от размеров щелей и отверстий, а также от расстояний между ними. Фазовое распределение в антенне соответствует закону бегущей волны и определяется, главным образом, фазовой скоростью в невозмущенной линии передачи.

В практических конструкциях направление главного максимума может находиться в пределах $10° < \theta_{гл} < 85°$. Амплитудное и фазовое распределения могут регулироваться почти независимо друг от друга, особенно для длинных антенн, что позволяет реализовывать широкий класс диаграмм направленности.

В работе исследовались основные характеристики нерезонансной волноводно-щелевой антенной решетки, состоящей из 15 продольных щелей, расположенных по разные стороны относительно средней линии широкой стенки прямоугольного волновода. Частотное сканирование осуществлялось в диапазоне 26–40 ГГц. Для уменьшения влияния многолучевой интерференции на результаты измерений все исследования проводились в квазибезэховой зоне.

В ходе выполнения исследований были получены следующие результаты:

1) определен диапазон согласования волноводно-щелевой антенной решетки;

2) определена частотная зависимость угла места главного максимума излучения;

3) исследованы диаграммы направленности волноводно-щелевой антенной решетки для волн как основной поляризации, так и ортогональной ей;

4) определены частотные зависимости ширины главного лепестка диаграммы направленности и уровня боковых лепестков.

УДК 534.16

А.В. ДАНИЛОВ, А.А. РАДИОНОВ

К РАСЧЕТУ ОБЪЕМНЫХ ВОЛН В КРИСТАЛЛЕ НИОБАТ-ЛИТИЯ ($Li\,Nb\,O_3$)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время при создании СВЧ радиоаппаратуры широкое распространение получают функциональные узлы (резонаторы, фильтры, линии задержки и т.д.), выполняемые на основе объемных волн в монокристаллах ниобат лития ($L \cdot Nb \cdot O_3$). Такие узлы обладают малыми габаритами, высокими техническими характеристиками, хорошей сопрягаемостью с другими элементами аппаратуры, высокой стабильностью в процессе эксплуатации и надежностью работы, так как они выполняются обычно в виде монолитных твердотельных устройств. При конструировании узлов СВЧ устройств важной задачей является расчёт характеристик объёмных волн, таких как фазовая и групповая скорости, поляризация волн при различных направлениях распространения в кристалле.

В настоящем докладе приведены результаты расчёта различных характеристик объемных волн в кристалле ниобат-лития ($Li\,Nb\,O_3$). Проведен анализ полученных результатов.

УДК 621.396

В.А. МАЛАХОВ, К.В. ПОПКОВ

РАСЧЕТ СТЫКА ТРЁХСЛОЙНОГО ОТКРУТОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВОЛНОВОДОМ, ПОКРЫТЫМ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛЁНКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интенсивное развитие технологий напыления и измерения характеристик тонких металлических пленок, а также стремительное усовершенствование компьютерных технологий открывает возможность создания на их основе широкого спектра устройств. В структурах с металлическими нанопленками существуют плазмон-поляритонные волны, распространяющиеся вдоль границы раздела сред. Эти волны обладают рядом специфических свойств, ко-

торые могут быть использованы в оптических сенсорах, нанолитографии, микроскопии, интегральной оптике.

В докладе рассматривается постановка дифракционной задачи для стыка трёхслойного круглого открытого диэлектрического волновода (КОДВ) с диэлектрическим стержнем, покрытым металлической плёнкой.

Считается, что со стороны трёхслойного КОДВ на структуру падает одна из волн спектра КОДВ единичной амплитуды. Селекция мод в таком случае достигается применением каких-либо фильтров. Параметры волноводов подобраны таким образом, что в диэлектрическом стержне с металлической плёнкой могут существовать только плазмон-поляритонные волны. Таким образом, на стыке в трехслойном КОДВ возбуждается весь спектр отражённых волн, а в диэлектрическом стержне с металлической плёнкой – весь спектр плазмон-поляритонных волн.

Уравнения для компонент поля плазмон-поляритонов получаются из соответствующих уравнений для трёхслойного КОДВ с условием, что диэлектрическая проницаемость металлического слоя является комплексной величиной, рассчитываемой по формуле Друде-Зоммерфельда, и зависит от частоты волны.

Записываются условия непрерывности тангенциальных составляющих напряженностей электрических и магнитных полей на стыке волноводов. Полученное равенство для тангенциальных составляющих электрического поля умножается векторно на тангенциальную компоненту магнитного поля в трёхслойном КОДВ. А равенство тангенциальных составляющих магнитного поля умножается векторно на тангенциальную компоненту электрического поля в диэлектрическом стержне с металлической плёнкой. Оба равенства интегрируем по поперечному сечению в месте стыка волноводов. Используя условие энергетической ортогональности собственных волн волновода, получаем систему линейных однородных уравнений относительно неизвестных амплитудных коэффициентов волн.

Основным преимуществом данного алгоритма является возможность варьировать геометрические и диэлектрические параметры исследуемой структуры, не накладывая ограничений на их закон изменения. Значения коэффициентов, полученные в ходе решения системы уравнений, позволяют определить наиболее оптимальные условия для возбуждения плазмон-поляритонов в рассматриваемой структуре.

УДК 621.396.

В.А. МАЛАХОВ, А.А. ТИХОМИРОВ

ШУМОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА КРИОСТАТИРОВАННОГО УЧАСТКА ПРИЕМНОГО ТРАКТА РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО ПРИЕМНИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Радиоастрономический приемник предназначен для обнаружения и измерения радиоизлучения небесных источников. В большинстве случаев излучение является некогерентным и его статические свойства не отличаются от свойств шума, возникающего в приемнике, или излучения фона, который через антенну попадает на вход приемника. Уровень мощности сигнала на входе радиоастрономического приемника обычно очень мал и лежит в пределах 10^{-15}–10^{-20} Вт. Мощность фонового излучения, поступающая в приемник, может быть значительно выше, поэтому радиоастрономический приемник должен обладать высокой чувствительностью и высокой стабильностью.

Основной характеристикой радиометра является его флуктуационная чувствительность. Она определяется как минимально обнаруживаемое приращение антенной температуры, при котором среднее значение выходного сигнала равно действующему значению его флуктуаций. Идеальным устройством для приема шумоподобных сигналов в широком спектре частот является устройство, состоящее из нешумящего усилителя, квадратичного детек-

тора и интегратора, считывающего сигнал во время наблюдения. Для обеспечения высокой чувствительности приемников разработано несколько схем их построения. Основными являются следующие схемы радиометров: компенсационная, модуляционная, аддитивно-шумовая и корреляционная.

Стабильность работы радиометра определяется степенью постоянства коэффициента шума, полосы пропускания приемного устройства и коэффициента усиления. Если первые два параметра изменяются медленно и их влияние можно учесть при обработке результатов измерения, то изменение коэффициента усиления простым способом учесть не удается.

В качестве основы приемного тракта для радиотелескопа РАТАН-600 была выбрана модуляционная схема. Выбор обусловлен тем, что данная реализация приемника обладает высокой чувствительностью, широкополосностью и, что самое главное, способна уменьшить эффект изменения коэффициента усиления.

Схема приемного тракта содержит два усилительных каскада: охлаждаемый (криостатированный) и термостабилизированный (термостатированный). Первый усилитель приемного тракта вносит наибольший вклад в шумовую температуру, поэтому, для повышения чувствительности приемника, он помещается в охлаждаемый блок при температуре порядка 70 К. Усилитель, расположенный в термостабилизированном блоке, практически не влияет на величину шумовой температуры системы, поэтому он может работать при более высоких температурах, но рабочая температура должна быть предельно стабильной.

Для расчета шумовой температуры была написана программа на языке высокого уровня C++. Произведенные расчеты показали, что шумовая температура приемного тракта радиометрического приемника на частоте 20 ГГц теоретически может достигать значений 0.008 К.

УДК 621.396

В.А. МАЛАХОВ, И.С. ШИШМАКОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ HFSS ДЛЯ РАСЧЕТА НАПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СТРУКТУР С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАНОПЛЕНКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из основных элементом функциональных устройств, работающих в диапазоне существования поверхностных плазмон-поляритонных волн, является электродинамическая структура, представляющая собой тонкую металлическую нанопленку на диэлектрической подложке.

Расчеты характеристик плазмон-поляритонных волн производятся исходя из осцилляторной модели электронов в металле. Электроны металла рассматриваются как электронный газ, который колеблется относительно неподвижного ионного остова. В физике вводится понятие плазмон – квазичастица, которая и представляет собой колебания электронного газа. При взаимодействии электронного газа с падающей электромагнитной волной возникновению плазмон-поляритоны или плазмон-поляритонные волны.

В работе рассмотрено распространение поверхностных плазмон-поляритонных волн (ППП) в тонких пленках на частотах терагерцового и оптического диапазонов. Особенностью электрического поля ППП волн является наличие максимумов поля на границе металл-диэлектрик. Металлическая нанопленка в терагерцовом и оптическом диапазонах частот имеет комплексную диэлектрическую проницаемость. Рассматривалась электродинамическая структура, представляющая собой диэлектрическую подложку с металлической нанопленкой. Следует отметить, что диэлектрическая проницаемость пленки зависит от частоты и описывается формулой Друде-Зоммерфельда. Согласно этой формуле, действительная часть комплексной диэлектрической проницаемости металла отрицательная.

Расчет поля ППП волн производился в системе автоматизированного проектирования HFSS. Была смоделирована электродинамическая структура – диэлектрическая подложка с серебряной нанопленкой. Расчет производился на частотах 10 ТГц (терагерцовый диапазон) и 857 ТГц (оптический диапазон). Были заданы необходимые граничные условия. Пленка возбуждалась методом Отто, в HFSS это моделируется плоской волной. Согласно теории, максимумы электрического поля плазмон-поляритонных волн наблюдаются на границе металлическая пленка-диэлектрик. Были получены трехмерные распределения электрической составляющей электромагнитного поля ППП волн в пленке, и расчетные данные оказались близки к теоретическим в пределах погрешностей.

УДК 621.37

К.В. МИНЕЕВ

СЧИТЫВАНИЕ СИГНАЛА СО СВЕРХВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ БОЛОМЕТРОВ ТГЦ ДИАПАЗОНА ВОЛН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важной задачей фундаментальной науки в XXI веке является выяснение природы сил, вызывающих ускорение расширения Вселенной и прогнозирование ее судьбы. Для понимания природы этих явлений космологии требуется более детальная картина реликтового фонового излучения на субмиллиметровых волнах и новое поколение телескопов, датчиков для решения данных задач.

Было установлено, что выделение слабого сигнала в ТГц области невозможно без подавления тепловых шумов. Поэтому в качестве ТГц приѐмников позже стали использовать охлаждаемые до температур в несколько кельвин болометры.

В настоящее время профессором Чалмерского технологического университета Л.С. Кузьминым был предложен концепт болометра на холодных электронах (БХЭ). БХЭ - уникальный прибор, совмещающий две основные функции. Первая – это сверхчувствительное измерение малых сигналов, а вторая – электронное охлаждение наноабсорбера, на который падает измеряемое болометром излучение. Это приводит, в частности, к уменьшению шумов.

Для точных измерений низкоуровневых сигналов с болометра требуется нечто большее, нежели простое подключение его к схеме усилителя с последующей подачей усиленного сигнала на вход аналого-цифрового преобразователя. При имеющемся источнике возбуждения исследователь сталкивается с задачей измерения выходного сигнала и выявления критичных элементов схемы. Сопротивление проводов и помехи являются самыми большими проблемами в устройствах со сверхвысокочувствительными болометрами. Существуют различные подходы для того, чтобы получить оптимальную производительность измерительной системы.

Возбуждение датчика может производиться посредством сигнала либо постоянного, либо переменного тока. Среди преимуществ схем возбуждения постоянным током — простота применения и низкая стоимость. Отрицательной стороной является трудность разделения измеряемого сигнала и паразитного сигнала смещения усилителя и сигнала паразитных термопар. Смещение подвержено дрейфу; оно меняется при изменении температуры, а также под действием шума вида 1/f.

Схема возбуждения переменным током обладает теми достоинствами, что устраняет ошибку по постоянному току, подавляет шум вида 1/f и нейтрализует эффекты паразитных термопар. Снижение влияния шума 1/f позволяет получить достаточный выходной сигнал при гораздо меньшем напряжении или токе сигнала возбуждения. Уменьшение уровня сигнала возбуждения означает, что датчик будет гораздо меньше нагреваться от протекающего тока.

УДК 621.37

Е.А. МИХАЛИЦЫН, А.С. РАЕВСКИЙ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИК РАСЧЕТА КВЧ ФЕРРИТОВЫХ УСТРОЙСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной радиолокации существует несколько областей, в которых выбор как можно более высокой рабочей частоты является основным, если не единственным средством достижения тактико-технических характеристик проектируемых систем двойного и сугубо гражданского назначения. Именно в КВЧ диапазоне (28-40 ГГц, 60 ГГц, 90-100 ГГц) разрабатываются системы высокоточного оружия, системы скрытой связи, высокоскоростные системы беспроводной связи и телекоммуникационные системы большой емкости. При этом технологии создания изделий КВЧ электроники отнесены к критичным технологиям, которые во многом и определяют облик и технические возможности радиоэлектронных систем.

Ферритовые развязывающие и переключающие модули, а также фазовращатели АФАР являются неотъемлемыми элементами современных систем радиолокации миллиметрового диапазона. Ограничивающим фактором и, вместе с тем, источником дальнейшего развития таких устройств являются технологии производства ферритовых материалов с заданными свойствами. Большие перспективы открываются в связи с развертыванием работ по синтезу материалов с использованием нанотехнологий. Повышение намагниченности насыщения и поля магнитной кристаллографической анизотропии для материалов миллиметрового диапазона позволит провести модернизацию существующих волноводных ферритовых устройств. В этом смысле важное значение принимают методики расчета ферритовых циркуляторов и вентилей, позволяющие учесть неоднородный векторный характер внутреннего магнитного состояния ферритового элемента, ненасыщенное состояние намагниченности в устройствах с магнитной памятью, а также конструктивные особенности самого элемента и согласующих транформаторов. Электродинамические модели, позволяющие получить в результате расчета элементы матрицы рассеяния, отличаются от всех прочих очевидным преимуществом в плане сравнения результатов с экспериментальными данными и сравнения с результатами моделирования в современных САПР СВЧ ферритовых устройств. При этом нельзя не отметить, что сеточными методами расчета (FEM, FDTD), доступными для современного инженера в специализированных САПР широкого применения, возможно получение адекватных эксперименту результатов лишь в ряде частных случаев. Такие системы можно использовать в качестве предельного перехода для проверки собственных программных продуктов, в которых учитывается полный спектр магнитостатических эффектов.

Наряду с развитием традиционных методов конструирования за рубежом и в некоторых российских предприятиях проходит освоение инновационных технологических решений ферритовой техники, к числу которых следует в первую очередь отнести LTCC-технологии. Использование гибких керамических лент из ферритовых материалов с внутренним магнитным подмагничиванием на фоне всех преимуществ LTCC-технологий позволит реализовывать компактные устройства с внешним электрическим управлением, не требующие громоздких магнитных систем. Перспективные SIW ферритовые LTCC-структуры активно исследуются за рубежом. При этом в качестве метода расчета характеристик таких фазовращателей и циркуляторов приоритет отдается сеточным методам моделирования. А при анализе циркуляторов на тонких гексаферритовых пленках для монолитных интегральных схем используются хорошо известные и модернизированные, например, с использованием функции Грина, методы расчета микрополосковых устройств.

В докладе электродинамическим методам расчета волноводных и микрополосковых развязывающих ферритовых устройств уделяется особое внимание.

УДК 621.372.413

И.А. НЕФЕДЬЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Металлодиэлектрические резонаторы (МДР) применяются в составе различных радиоэлектронных устройств: в СВЧ-усилителях, автогенераторов, фильтров и др. Для расчета характеристик МДР (резонансных частот колебаний, структур их полей, добротности) широко используется метод частичных областей (МЧО). В настоящем докладе демонстрируются возможности одного из приближенных вариантов МЧО на примере цилиндрического экрана, в котором соосно расположен диэлектрический резонатор (ДР) на диэлектрической подложке. В резонаторе возбуждается основной тип колебаний.

С использованием данного варианта МЧО процедура составления характеристического уравнения ДР заключается в следующем. Резонансный объем цилиндрической поверхностью, ось которой совпадает с осью экрана, разбивается на две частичные области, заполненные слоистым диэлектриком (трех- и двухслойным). «Сшиванием» полей на границе раздела с использованием условий ортогональности собственных функций выделенных областей получается система однородных линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных амплитудных коэффициентов частичных областей.

В докладе рассматриваются результаты исследования сходимости решений характеристического уравнения в зависимости от числа собственных функций частичных областей. Представлены результаты расчета резонансной частоты в разных приближениях, полученные при различных значениях высоты и диаметра экрана, а также значениях «формата» ДР, т.е. отношения его диаметра к высоте. В докладе представлены результаты расчета структуры полей в колебательной системе и ее добротности. Эти расчеты также проводились в различных приближениях. Результаты расчетов показывают, что точность выполнения граничных условий на цилиндрической границе частичных областей быстро повышается с ростом приближения. Наблюдается также быстрая сходимость значений добротности.

Библиографический список

1. **Ильченко, М.Е.** Диэлектрические резонаторы / М.Е. Ильченко. – М.: Радио и связь, 1989. – 128 с.
2. **Иларионов, Ю.А.** Расчет гофрированных и частично заполненных волноводов / Ю.А. Илларионов. – М.: Сов. Радио, 1980. – 200 с.
3. **Веселов, Г.И.** Слоистые металло-диэлектрические волноводы / Г.И. Веселов, С.Б. Раевский. – М.: Радио и связь, 1988. – 248 с.

УДК 621.409

А.С. РАЕВСКИЙ, А.А. НИКИТИН

РЕШЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ЧАСТИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Бурное развитие высокочастотной радиоэлектроники в настоящее время делает актуальным повышения точности и быстродействия алгоритмов расчета для СВЧ – устройств. Решение внутренней задачи электродинамики, связанной с нахождением электромагнитных полей внутри различных линий передач, является достаточно сложным вопросом даже для простых элементов СВЧ, поэтому исследование современных методов расчета – важная задача в теории СВЧ.

В настоящем докладе предложен алгоритм к расчету экранированных направляющих систем, в одной из областей которых решение уравнения Гельмгольца имеет вид непрерывного спектра собственных функций. Использование непрерывного спектра собственных функции встречается обычно в случае, когда выделенная область либо вообще не имеет границ, либо такая граница есть, и она может быть непрерывно продолжена в бесконечность. Применение алгоритма расчета в сочетании с возможностями ЭВМ дает весьма неплохие перспективы в быстродействии и точности расчета.

Интерес к использованию непрерывного спектра собственных функции возник в связи с исследованием излома прямоугольного волновода, который возбуждается основной волной H_{10}.Для описания поля в волноводе будут учитываться падающие, отраженные и прошедшие волны прямоугольного волновода. Полученное при помощи данного алгоритма описание полей будет применяться в исследовании излома волновода.

УДК 537.874

В.А. УЗЛОВ, В.В. ЩЕРБАКОВ

ИЗМЕРЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ В СВОБОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Достаточную точность и простоту имеет метод измерения коэффициентов прохождения и отражения излучения от исследуемого образца в виде диэлектрической пластины. При формировании отраженной волны происходит интерференция сигналов, отраженных от передней и задней границ диэлектрической пластинки. Как результат, кривая отражения зависит, кроме угла падения, от таких параметров, как частота излучения, толщина пластинки. Причем эта зависимость из-за интерференции является немонотонной.

Методы измерений в свободном пространстве являются бесконтактными и неразрушающими, могут применяться для материалов, которые необходимо испытывать при высоких температурах или при неблагоприятных условиях окружающей среды или когда исследуются большие, плоские образцы с параллельными сторонами. При использовании метода необходимо учитывать пространственное распределение диэлектрической проницаемости образца, т.е. учитывать однородность образца. Причем метод измерений в свободном пространстве позволяет проводить изменение поляризации антенны для измерения свойств анизотропных материалов.

Знание диэлектрических свойств жидкостей необходимо для разработки ряда радиотехнических систем, развития методов анализа и контроля химического состава и решения многих практических проблем промышленности и технологии. Возможности современных ЭВМ, а также развитие экспериментальных методов измерения дали возможность автоматизировать проведение эксперимента, повысить точность, расширить перечень объектов исследования, диапазон частот и т.д.

Этот метод использует антенны для фокусировки энергии СВЧ-излучения сквозь слой исследуемого материала. Диапазон сверхвысоких частот ограничен практической длиной образца, а также рабочей полосой частот используемых антенн. Диапазон используемых в установке частот составляет 5 – 8 ГГц.

Измерительная система, использующая метод свободного пространства, состоит из векторного анализатора цепей Обзор-804/1, “устройства подключения” (антенны) программного обеспечения и компьютера. Калибровка анализатора цепей для измерений в свободном

пространстве достаточно сложна. Стандарты калибровки в свободном пространстве доставляют определенные проблемы из-за отсутствия соединителей. Калибровка может быть простой, как калибровка по отклику, или сложной, как полная двухпортовая калибровка, в зависимости от удобства и желаемой точности. Точные измерения в свободном пространстве возможны без применения дорогих антенн с фокусировкой в точку, оснастки для точного позиционирования или прямого доступа к приемнику. Программное обеспечение Обзор-804/1 автоматически устанавливает все параметры калибровки в свободном пространстве и параметры анализатора цепей, экономя время измерений. Источником систематических погрешностей при измерении будут в первую очередь многократные отражения от листа диэлектрика и антенн, влияющие на результат измерения фазы. Снизить погрешность за счет переотражений можно путем компенсации погрешности по знаку. Такое изменение получается при смещении листа вдоль оптической оси установки на величину λ/4.Относительная погрешность измерений диэлектрической проницаемости составляет 10%.

СЕКЦИЯ 8

МЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 616-71

А.А. ЕРМИЛИНА[1], И.В. ТУРЧИН[2],В.И. ПЛЕХАНОВ[2],
В. А. ВОРОБЬЕВ[2], М.Б. ПРУДНИКОВ[2]

УСТАНОВКА ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО И БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ИМИДЖИНГА ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[1],
Институт прикладной физики Российской академии наук[2]

Проблема борьбы со злокачественными новообразованиями до настоящего времени остается одной из важнейших в современной медицине. Поэтому одним из приоритетных направлений развития науки является поиск новых препаратов для лечения опухолей. Каждый противоопухолевый препарат до испытания в клинике проходит предклиническую апробацию. Его фармакологическое действие и токсические свойства детально определяются на моделях опухолей мелких лабораторных животных, как правило, мышей. Однако для проведения тканевого или молекулярного анализа необходимо умерщвлять животное, что не позволяет наблюдать изучаемый процесс in vivo. В этой связи, оптические технологии клеточной и молекулярной визуализации становятся все более востребованными инструментами для получения данных о биологических процессах in vivo.

Одной из таких технологий является флуоресцентный биоимиджинг живых организмов, при котором животным имплантируются опухоли, меченные флуоресцентными агентами. Наиболее простым методом определения размеров такой опухоли является метод поверхностной флуоресцентной визуализации в отраженном свете. В этом методе исследуемый объект облучается широким световым пучком, возбуждающим флуоресценцию, а флуоресцентное свечение регистрируется на поверхности животного цифровой камерой с фильтрами, отсекающими возбуждающее излучение. Результатом является двумерное изображение, которое представляет собой карту распределения флуорофора. Другим, не менее востребованным методом, позволяющим наблюдать имплантированные животным опухоли, является метод биолюминесцентного имиджинга, обладающий более высокой чувствительностью. Однако для визуализации биолюминесценции требуется высокочувствительная регистрация фотонов.

Так как существует огромное количество флуоресцирующих агентов, которые могут быть использованы для исследований, то разрабатываемая установка должна быть гибкой с точки зрения длин волн возбуждения и эмиссии. Поэтому были выбраны следующие оптические элементы:

1. Источниками излучения являются сверхяркие светодиоды. Каждый из них доступен только для узкого диапазона длин волн, поэтому для возбуждения флуорофоров с различными характеристиками возбуждения в приборе установлены светодиоды четырехспектральных диапазонов и предусмотрена возможность их замены.

2. Отделение спектра эмиссии флуоресцирующего агента от возбуждающего излучения происходит через интерференционный светофильтр с соответствующей спектральной полосой пропускания. Разработана автоматизированная смена светофильтров. Предусмотрена возможность их замены.

3. Высокочувствительным приемником оптического излучения является охлаждаемая ПЗС-камера с возможностью работы в режиме каскадного усиления фотоэлектронов – EMCCD.

Разработанная установка позволяет неинвазивно оценить поперечные размеры новообразования с использованием флуоресцентных или биолюминесцентных меток за 1–5 с. Может применяться для решения различных научно-технических задач, в частности, перспективна в экспериментальной онкологии для наблюдения роста опухолей in vivo и их регресса в ходе терапии, а также оценки эффективности новых противоопухолевых препаратов.

УДК 004.891

В.А. КАМАЕВ., Д.П. ПАНЧЕНКО, Н.В. ЛЕ, О. А. ТРУШКИНА

УПРАВЛЕНИЕ ВЫВОДОМ РЕШЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Волгоградский государственный технический университет

Одним из подходов создания медицинских систем диагностики является создание *экспертной системы*, основанной на сочетании нечетко-продукционных правил и фреймов.

Фреймовая модель использована для представления статических знаний о текущем состоянии области диагностики, а *нечетко-продукционная модель* –для динамических знаний о переходах между различными состояниями. Экспертная система должна функционировать даже при *неопределенности* информации, в условиях которой теория нечеткой логики позволяет успешно действовать. *Управление выводом решения* предназначено для получения диагностического решения на основании количественных оценок поступающих симптомов. Перед выводом решения необходимо ввести факты проявления симптомов в рабочую память. Поэтому управление выводом может осуществляться следующим образом: при уточнении диагностических гипотез инициируются процедуры-методы, реализующие *обратный вывод,* для выяснения значений исходных слотов возможных симптомов; при присваивании исходных значений слотам сработают процедуры-демоны, отвечающие за *прямой вывод*, которые выполняют нечеткий вывод для получения целевых значений слотов заболеваний.

Уточнение диагностических гипотез состоит из четырех следующих этапов: вычисление областей достоверного и недостоверного решений для каждого заболевания; выделение окончательного диагноза для заболевания; определение ведущего симптома выделенного заболевания; генерация дополнительного вопроса по ведущему симптому.

При *формировании стратегии прямого вывода* база медицинских знаний при трансляции преобразуется в сеть Rete, в конечных узлах которой расположены, с одной стороны, процедуры-демоны, присоединенные к исходным слотам, а с другой – процедуры-методы для получения значений целевых слотов при истинности предпосылки правил. Для управления неопределенностью использована *быстрая сеть Rete*, при которой единая сеть для всех правил не строится. Модифицированная сеть Rete хранит две компоненты: *список активации*, хранящие родительские слоты; *контекст активности*, хранящие ссылки на текущие фреймы, вызвавшие активацию. Поэтому образованная неявная унификация по наследованию, которая достигается за счет вызова процедур-демонов всех родительских фреймов с передачей текущего фрейма (вызвавшего активацию) в качестве контекста вызова.

Управление выводом диагностического решения состоит из четырех следующих шагов. *Сопоставление* симптомокомплексов выполняется с имеющимися фактами из рабочей памяти, и конфликтное множество состоит из потенциальных заболеваний. *Разрешение кон-*

фликта выполняется для выбора одного или нескольких наиболее подходящих заболеваний из конфликтного множества, и множество активных заболеваний состоит по критериям новизны и специфики. На этапе *срабатывания* при присваивании слоту значения выполняется срабатывание правил, связанных с этим слотом, т.е. в левой части которых фигурирует значение этого слота. На этапе *действия* результатом срабатывания нечетко-продукционных правил, скорее всего, обновлено состояние рабочей памяти. *Нечеткий вывод* на модели Мамдани включает следующие шаги: *фаззификация входных переменных*, т.е. приведение количественных оценок симптомов к нечеткости; *агрегирование предпосылки*, т.е. определение степеней истинности предпосылки для каждого правила; *активизация заключения*, т.е. определение активизированной функции принадлежности оценки заболевания терму из заключения для каждого правила; *аккумуляция заключений*, т.е. получение итогового нечеткого множества каждой переменной заболевания; *дефаззификация выходных переменных*, т.е. приведение нечетких значений переменных заболеваний к четкости.

УДК 618.19.

О.Б. КАЧАЛОВ, А.С. ПАВЛОВА

ДИАГНОСТИКА РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПО ОБЩЕМУ АНАЛИЗУ КРОВИ

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

При обнаружении рака молочной железы (РМЖ) на ранней стадии излечение достигает девяносто восемь процентов. В связи с этим актуальным становится вопрос о ранней диагностике этого заболевания на основе простых, дешевых и доступных методов. К их числу относится прогноз РМЖ первой и второй стадий по показателям общего анализа крови (ОАК).

Важнейшей целью медицинских исследований является классификация объекта, применительно к больному и заболеванию – диагностика. Так как поставить диагноз означает классифицировать, то задача диагностики становится математической задачей распознавания образов. При этом признаками, характеризующими образ, являются показатели общего анализа крови. По этим показателям диагностируемую пациентку можно отнести к соответствующему классу, а критериями отнесения в тот или иной класс будут расстояния в многомерном пространстве между диагностируемой точкой и точкой, соответствующей одному из классов (РМЖ или отсутствие этой болезни). В данной работе представлены результаты этих расчетов.

Расчеты проведены в среде MATLAB.

```
B=zscore(A);
C=[dist(B(1,:), B(3,:)'),dist(B(2,:),B(3,:)')];
D=C(2)/C(1),
```

где A – матрица входных данных;

B – матрица входных нормированных данных;

C(2) – расстояние между точками, соответствующими образу РМЖ и диагностируемой пациентки;

C(1) – расстояние между точками, соответствующими образу здоровой пациентки и диагностируемой пациентки.

В первой строке матрицы A приведены данные по образу «отсутствие РМЖ», во второй – данные по образу «РМЖ», в третьей – данные диагностируемой пациентки. Чем выше

величина D, тем ближе диагностируемая пациентка к образу «отсутствие РМЖ». Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатель ОАК	**Стадии рака молочной железы**					**Здоровые пациентки**		
	T_2	**T_2**	**T_2**	**T_1**	**T_1**	**1-я**	**2-я**	**3-я**
HGB, гемоглобин, г/л	118	120	143	128	127	124	135	130
WBC, лейкоциты, 10^9/л	3,5	18,0	12,6	5,0	9,3	6,6	7,0	5,9
LYM %, лимфоциты, %	20	29	19	52	47	34	36	33
PLT, тромбоциты, 10^9/л	196	190	149	215	210	249	231	241
СОЭ, мм/час	23	18	9	23	14	2	3	5
GRA, гранулоциты, %	81	79	89	73	78	58	61	65
Коэффициент D	1,02	0,87	0,99	1,02	0,69	3,41	2,51	4,22

Из результатов расчетов, приведенных в табл. 1, следует, что коэффициент D для больных первой и второй стадий рака молочной железы изменяется в пределах 0,69-1,02. Для здоровых женщин этот коэффициент существенно выше – 2,51-4,22.

Предлагаемая методика позволяет поставить сугубо предварительный диагноз. Окончательный диагноз может поставить только врач на основе современных диагностических процедур.

СЕКЦИЯ 9

ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ, БИО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 663.443

А.В. АВДОНИНА, А.В. АНУФРИЕВА, Г.В. ПАСТУХОВА, А.А. ПЕРЕТРУТОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТИРАНИЯ СОЛОДА НА ВОДЕ С РАЗНЫМ СОЛЕВЫМ СОСТАВОМ

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

Одним из основных компонентов пива является вода, которая должна соответствовать СаНПиН 2.1.4.1074-01. Однако, учитывая влияние воды на физико-химические и биохимические процессы при затирании, фильтровании и брожении сусла, к ней предъявляют дополнительные требования, в частности, по жесткости и соотношению Ca^{2+} и Mg^{2+}. Известно, что предпочтительным является наличие в воде ионов кальция, в то время как ионы магния могут отсутствовать. Оптимальное содержание Ca^{2+} составляет 2,25–2,75 мг-экв/л. При таком содержании ионы Ca^{2+} стабилизируют α-амилазу ячменного солода, участвующую в расщеплении крахмала, повышают её активность и переход экстрактивных веществ в сусло.

Проведены серии опытов по затиранию светлого ячменного солода на воде с разным солевым составом, а именно питьевой воде системы городского водоснабжения, питьевой воде с меньшей жесткостью, полученной в первом случае смешиванием с дистиллированной водой, а во втором – прошедшей обессоливание методом нанофильтрации в лабораторных условиях, а также на воде, используемой на ООО "Дзержинский пивоваренный завод" и прошедшей осветление, ионообменное умягчение и корректировку по содержанию Ca^{2+}. Данные экспериментов представлены на рис. 1.

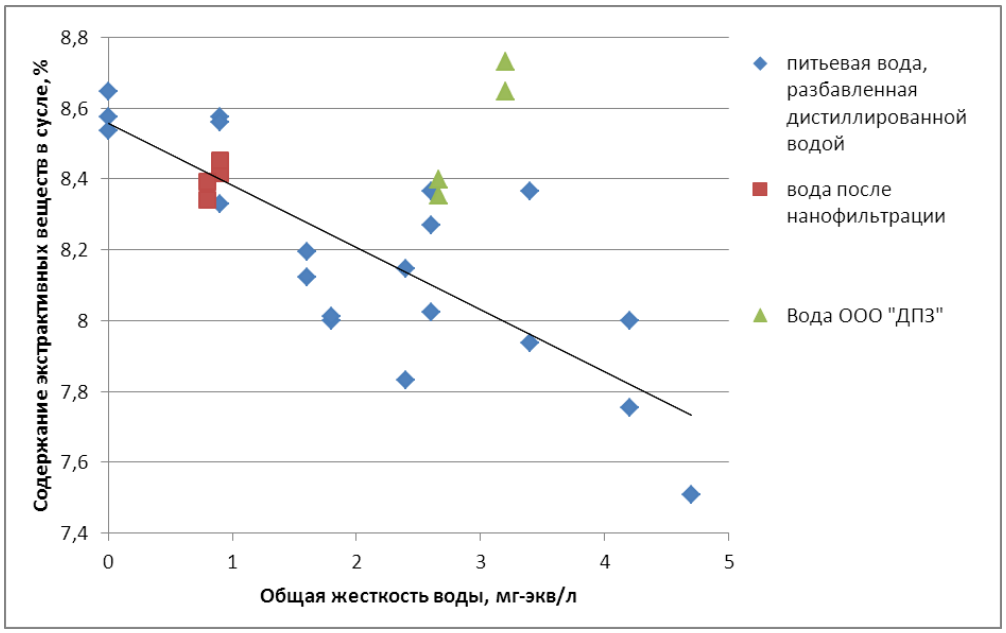


Рис. 1. Зависимость содержания экстрактивных веществ солода в сусле от общей жесткости воды

Как видно из графика, повышение общей жесткости от 0 до 4,7 мг-экв/л, соответствующих дистиллированной и питьевой воде, приводит к снижению содержания экстрактивных веществ в сусле на 1,1%, что подтверждает необходимость подготовки воды и снижения её жесткости.

Снижение жесткости питьевой воды путем разбавления дистиллированной водой до 0,9 – 3,5 мг-экв/л вызывает повышение содержания экстракта в сусле. Нанофильтрация воды, как и смешивание с дистиллированной водой до общей жесткости 0,8 – 0,9 мг-экв/л, показала хорошие результаты по затиранию. Наибольшее содержание экстрактивных веществ в сусле, приготовленном на заводской воде, составило 8,7%.

Таким образом, использование воды при затирании требует снижения её жесткости и корректировки по составу.

УДК 544.43

М.С. АСЫЛГУЖИНА, Е.В. СТЕПАШИНА

РЕДУЦИРОВАНИЕ СХЕМ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Стерлитамакский филиал
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Кинетические модели химических реакций в общем случае описываются системами нелинейных дифференциальных уравнений, число уравнений в которых определяется количеством участвующих в реакции веществ. Высокая размерность математических моделей схем химических реакций влечет за собой необходимость выполнения большого объема вычислений. Поэтому поиск рациональных подходов к замене исходной системы на эквивалентную ей систему с сохранением динамики концентраций целевых веществ, интересующих исследователя, представляет научный и практический интересы.

Сокращение схемы реакции, или редукцию, проводят в два этапа. Так как количество дифференциальных уравнений кинетической модели реакции определяется числом веществ, то на первом этапе необходимо исключить из схемы реакции вещества, слабо влияющие на образование и расходование целевого продукта.

Одним из методов, позволяющим реализовать первый этап редукции кинетической схемы реакции является метод анализа графа прямых связей с распространением ошибки (Direct Relation Graph with Error Propogation) [1]. Данный метод основан на расчете коэффициентов зависимости веществ друг от друга в ходе протекания реакции. При этом учитывается косвенное влияние веществ, то есть влияние посредством промежуточных соединений. Вещества, слабо связанные с целевыми веществами, удаляются из схемы реакции.

Второй этап сокращения кинетической схемы реакции связан с исключением ее стадий. Один из подходов к решению этой задачи – анализ матрицы чувствительности веществ к константам скоростей элементарных реакций. Методом, реализующим данный подход, является метод анализа главных компонент матрицы чувствительности (Principial Components Analysis (PCA)) [2]. Для того чтобы применить этот метод, необходимо рассчитать матрицу чувствительности во всех анализируемых моментах времени реакции.

Метод анализа главных компонент можно модифицировать применительно к температурному диапазону протекания реакций. Для этого температурный диапазон необходимо разбить точками на интервалы, и в каждой точке рассчитать матрицу чувствительности. В конце расчета по температуре составить матрицу из максимальных элементов чувствительности, а затем с помощью данной матрицы получить итоговую сокращенную схему реакции.

Библиографический список

1. **Xia, A.G.** Mechanism reduction for the formation of secondary organic aerosol for integration into a 3-dimensional regional air quality model: α-pinene oxidation system / A. G. Xia, D. V. Michelangeli, P. A. Makar. // Atmospheric Chemistry and Physics. 2009. V. 9. P. 4341-4362.
2. **Vajda, S.** Principal Component Analysis of Kinetic Models / S. Vajda, T.Turanui // Int. J. Chem. Kinet. 1985. V. 17. P. 55–81.

УДК 661

М.Л. БАХМАТОВ

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТРАВЛЕНИЯ НА МОРФОЛОГИЮ ПОВЕРХНОСТИ ПОРИСТОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ

Иркутский государственный технический университет

Карбид кремния является перспективным полупроводниковым материалом для высокотемпературной электроники. Ряд уникальных физических свойств карбида кремния (SiC), такие как высокие радиационная, механическая и химическая стойкость, теплопроводность, высокий предел рабочих температур приборов на его основе, обусловливает значительный интерес к этому полупроводнику в современной твердотельной электронике.

Особый интерес вызывает исследование пористого карбида кремния, обладающего развитой поверхностью, которая может быть использована в качестве чувствительного элемента в газовых сенсорах.

В работе исследовалось влияние режимов анодного травления на морфологию поверхности низкоомного и высокоомного пористого SiC, изготовленного фирмой BandgapTechnologies. Травление проводилось в растворе HF :H_2O:C_2H_5OH (1:1:2) без подсветки, и с подсветкой ультрафиолетовым светом при различной плотности тока.

Было установлено, что с проникновением в глубь подложки поры выстраиваются в направлении, перпендикулярном поверхности, и образуют в сечении разветвленную структуру. При этом существует четкая граница между подложкой и пористым слоем, позволяющая довольно точно определить толщину пористого слоя.

Полученные результаты дают возможность сделать следующие выводы:

- диаметр пор увеличивается с ростом плотности тока;
- при увеличении времени травления увеличивается глубина залегания пор и их
- размеры. При этом изменяется и сама их форма от окружностей до вытянутых
- эллипсов.

УДК:621.793.3:669.248

Н. М. БУКРЕЕВА, В.В. БАКАЕВ, В.В. РОГОЖИН

РАЗРАБОТКА СКОРОСТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НИКЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гальванический способ нанесения защитно-декоративных никелевых покрытий является одним из самых распространенных электрохимических процессов. С их помощью защищают детали из стали, меди и других металлов и сплавов от воздействия атмосферной коррозии, растворов органических кислот, солевых и щелочных сред.

В практике интенсивность осаждения никелевых покрытий ограничивается защелачиванием католита и образованием на поверхности деталей основных солей никеля, приводящие к браку. С целью повышения рабочих плотностей тока и увеличения скорости осаждения покрытия можно использовать сульфатные электролиты с пониженной величиной pH.

Скоростные электролиты никелирования позволяют вести процесс на высоких плотностях тока, что существенно повышает скорость осаждения покрытия. Разработка скоростных электролитов имеет практическую ценность не только при никелировании в ваннах, но и при восстановлении изношенных деталей способом электронатирания.

Авторами данной работы проведено сравнение сульфатных, хлоридных и фторборатных электролитов никелирования и добавок к ним с целью увеличения скорости осаждения

покрытий. Это сульфатные, хлоридные и фторборатные электролиты. По каждому из электролитов определены величины допустимых плотностей тока, качества покрытия и выхода по току. Эти данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика основных видов скоростных электролитов никелирования

№ п/п	Электролит	$j_{пред}$, А/дм^2	Вт,%	$\upsilon_{осажд.}$, мкм/мин	Качество покрытия
1	Сульфатный стандартный (Rado,НИБ)	10	92	1,81	Блестящее, хорошее сцепление
2	Сульфатный(1,4бутиндиол,НИБ)	15	93	3,05	Блестящее, хорошее сцепление
3	Сульфатный(винная к-та, этиленгликоль)	60	58	8,55	Матовое, дендриты при j>30А/дм^2
4	Сульфатный(аминоуксусная к-та, бура, 1,4 бутиндиол)	35	50	4,36	Блестящее, хорошее сцепление
5	Сульфатный(аминоуксусная к-та)	48	40	3,56	Полублестящее,дендриты при j>30А/дм^2
6	Хлоридный (гликолевая к-та)	60	10	1,12	Полублестящее, хорошее сцепление
7	Фторборатный	20	100	4,5	Матовое, хорошее сцепление

Из приведенных ранее данных видно, что наибольшей скоростью осаждения обладают электролиты №3, №4 и №7. При интенсивном осаждении покрытий наблюдается образование дендритов. для устранения их образования процесс осаждения никеля нужно производить при перемешивании электролита очищенным воздухом.

УДК 663.18

О.В. ГАЛАНИНА[1], А.Г. ТОЧИЛИНА[2], А.А. КАЛИНИНА[1], И.В. БЕЛОВА[2], И.В. СОЛОВЬЕВА [2]

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОТБОРУ ШТАММОВ И ВАЛИДАЦИИ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПРОБИОТИКОВ ПРИ СОВМЕСТНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[1],
Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной[2]

При разработке комплексных препаратов пробиотиков из двух и более стартерных культур могут быть использованы два технологических подхода – выращивание каждой монокультуры отдельно (периодическое культивирование) и совместное культивирование. Таким образом, задача конструирования новых комплексных пробиотических препаратов остается актуальной и диктует необходимость изыскания:

- совместимых композиций микроорганизмов;
- питательных сред оптимальных для выращивания всей композиции штаммов;
- новых технологических подходов контроля качества препарата, как на этапе культивирования, так и готовой продукции.

Цель работы: разработка новых подходов к подбору штаммов и контролю готового препарата на примере создания двухкомпонентного пробиотика из штаммов рода Lactobacil-

lus. При подборе штаммов использовали методику изучения межвидовых взаимоотношений лактобацилл, основанную на одновременном совместном культивировании индикаторного и испытуемого штаммов на поверхности плотной питательной среды МРС. Изучение динамики роста выбранных штаммов проводили по числу жизнеспособных клеток методом серийных разведений в условиях раздельного и совместного культивирования. Контроль титра микробных клеток каждого штамма в смешанной популяции проводили с помощью высева на вновь разработанную плотную питательную среду МДС-м и метода ПЦР.

Углубленное изучение фенотипических свойств группы биосовместимых лактобацилл позволило выбрать для создания пробиотика два штамма: L.plantarum и L.fermentum. С помощью среды МДС-м биосовместимость выбранных штаммов была доказана в эксперименте: установлено, что в течение первых девяти часов культивирования и далее соотношение клеток в смешанной популяции составляло 1:1, с небольшим преобладанием L. fermentum 39 в дальнейшем. К моменту выхода на стационарную фазу титр клеток обоих видов достигал 1×10^{10} по числу живых микробных тел, что должно обеспечивать высокую эффективность пробиотического препарата на их основе.

Важнейшим являлся вопрос разработки удобного в использовании и быстрого метода видового контроля штаммов-продуцентов пробиотика. Для этого была разработана методика индикации и идентификации бактерий рода Lactobacillus на основе мультиплексной ПЦР. Методика позволяет идентифицировать L. plantarum и L. fermentum как в чистой культуре, так и при совместном выращивании. С помощью параллельного применения ПЦР и среды МДС-м были определены контрольные разведения, т.е. те десятикратные разведения бактериальных культур, из которых целесообразно производить высевы на питательные среды и отбирать культуры для постановки родо- и видоспецифичной ПЦР в соответствующих периодах культивирования.

Таким образом, проведенные исследования позволили точно установить картину динамики роста штаммов-продуцентов в процессе совместного культивирования, охарактеризовать их взаимодействия как синергидные, доказать целесообразность создания пробиотического препарата на их основе с применением принципа совместного культивирования и разработать удобный метод контроля.

УДК 547.869

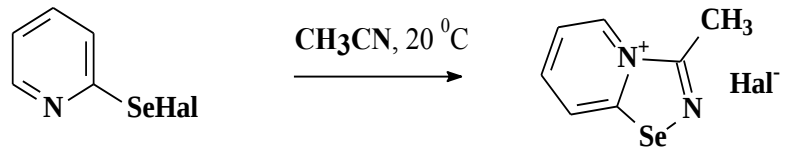
С.А. ЗАЛЕПКИНА, Ж.В. МАЦУЛЕВИЧ, В.К. ОСМАНОВ,
Г.Н. БОРИСОВА, А.В. БОРИСОВ

ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ 2-ПИРИДИНСЕЛЕНЕНИЛГАЛОГЕНИДОВ ПО НИТРИЛЬНОЙ ГРУППЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

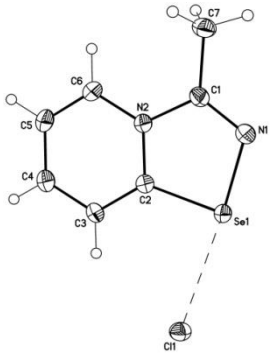
В последние годы нами сформирован и развивается новый подход к синтезу халькоген-, азотсодержащих гетероциклов на основе полярного циклоприсоединения халькогенцентрированных электрофилов по кратным связям углерод-углерод [1,2]. В гетероциклизации указанного типа нами вовлечен широкий круг непредельных углеводородов – алкенов, диенов и ацетиленов.

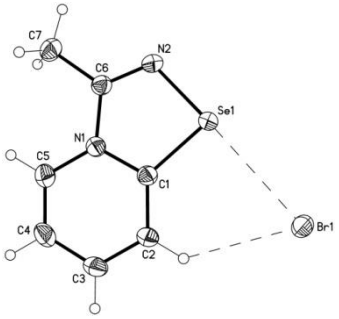
С целью вовлечения в процессы гетероциклизации с халькогенцентрированными электрофилами таких гетеронепредельных соединений, как нитрилы нами впервые изучены реакции 2-пиридинселененилхлорида **1** и бромида **2** с ацетонитрилом. Мы установили, что взаимодействие указанных реактантов протекает гладко при 20°С и приводит к образованию с высокими выходами продуктов циклоприсоединения по нитрильной группе – солей 3-метил[1,2,4]селенодиазоло [4,5-*a*]пиридиния **3,4.**



1,2 **Hal = Cl, Br** **4,5**

Структура полученных новых гетероциклических систем доказана методом рентгеноструктурного анализа.





Библиографический список

1. **Borisov, A.V.** Synthesis of condensed sulfur- and nitrogen-containing heterocycles *via* polar cycloaddition of hetarene sulfenyl chlorides to a C-C multiple bond / A.V. Borisov [et al.] // Mendeleev Comm. 2009. № 1. P. 49–51.
2. **Borisov, A.V.** 2-Pyridineselenenyl- and tellurenyl chlorides as building blocks for derivatives of 2,3-dihydro[1,3]selen(tellur)azolo[3,2-*a*]pyridin-4-ium / A.V. Borisov [et al.] // In: Heterocyclic Compounds: Synthesis, Properties and Applications. Ed.: K. Nylund, P. Johansson. Nova Science Publishers, Inc. New-York. 2010. Ch. 9. P. 211–218.

УДК 546

Т.А. ЗВОНАРЕВА

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КАРБИДА КРЕМНИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Иркутский государственный технический университет

Карбид кремния характеризуется большой шириной запрещённой зоны (2,86 эВ при 300 К), отличными температурной и химической стабильностью, высокими дрейфовой скоростью в режиме насыщения (2-10^7 см/с) и подвижностью электронов (~10^3см^2/В/с), сравнимой с тем же показателем для кремния.

Монокристаллические плёнки карбида кремния могут быть получены методом гетероэпитаксии на кремнии, а изолирующие покрытия на них - с помощью методов, используемых для изготовления МОП-структур. Это упрощает применение карбида кремния в микроэлектронике.

Важнейшей особенностью карбида кремния является возможность увеличения рабочей температуры до 500-600°С, что определяет перспективы применения при создании аппаратуры для тяжелых эксплуатационных условий.

На основе использования схем замещения выполнена разработка статической модели МОП - транзистора на основе карбида кремния и её исследование. При моделировании использовались SPICE-подобные модели МОП - транзисторов. Приводятся вольт-амперные характеристики в диапазоне температур до 600 °С, которые позволяют оценивать свойства транзисторов.

УДК 628.543

Т.Н. КАЗАНКОВА, Н.В. КСАНДРОВ, О.Р. ОЖОГИНА

АППРОКСИМАЦИЯ ЗАВИСИМОСТИ ПАРЦИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ АММИАКА НАД СОВМЕСТНЫМ ВОДНЫМ РАСТВОРОМ АММИАКА И ХЛОРИДА АММОНИЯ

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

Для извлечения меди и цинка из техногенных отходов применяют совместный раствор NH_3 и NH4Cl. Извлекаемые соединения меди и цинка переходят в раствор в виде комплексов $[Cu(NH_3)_n]^{2+}$ и $[Zn(NH_3)_n]^{2+}$. Медь и цинк осаждают из экстракта в виде их оксидов. В присутствии NH_4Cl возрастает степень извлечения меди и цинка, что вызвано большей величиной произведения растворимости солей $[Me(NH_3)_n]Cl_2$ по сравнению с $[Me(NH_3)_n](OH)_2$.

Для расчета потерь аммиака при проектировании установок аммиачно-аммонийной экстракции необходимо оценить влияние NH_4Cl на P_{NH3} – равновесное парциальное давление аммиака над экстрагирующим раствором. Данных по зависимости P_{NH3} от его концентрации в растворе в присутствии NH_4Cl недостаточно для названных расчетов, а влияние концентрации комплексов на летучесть аммиака вообще в литературе не рассматривается.

Цель данной работы состоит в разработке метода расчета P_{NH3} в системе «H_2O, NH_3, NH_4Cl», изоконцентрационной по NH_3, с используемым в опыте совместным раствором NH_3, NH_4Cl и $[Me(NH_3)_n]$.

С учетом частичного несовпадения справочных данных по P_{NH3} нами было измерено P_{NH3} над аммиачной водой и над совместным раствором NH_3 и NH_4Cl при температурах от 273 до 343 К. Опыт вели, используя барботаж известного объема воздуха через термостатированный дрексель с аммиачной водой с последующей абсорбцией аммиака, увлеченного воздуха, серной кислотой. В опытах определяли концентрацию $[NH_3]$ и концентрацию H_2SO_4 до и после продувки воздуха. Данные опытов с аммиачной водой со средним расхождением 1,1% определяемой величины совпадают со справочными данными. Данные измерений и справочные данные объединены для статической обработки в единый массив.

Зависимость давления паров аммиака над его водным раствором от концентрации и температуры раствора аппроксимированы уравнениями:

$$[NH_3]^{-1} = [NH_3]_0^{-1} + K\,P_{NH3}^{-1} \qquad (1)$$

$$\lg K = A + BT^{-1} \qquad (2)$$

С использованием метода наименьших квадратов найдены коэффициенты регрессии в уравнениях (1) и (2): $[NH_3]_0^{-1} = 0{,}024$; $A = 4{,}1486$; $B = -1764{,}8$. Расчет по уравнениям (1) и (2) при значениях P_{NH3}^{-1}, приведенных в справочной литературе, позволяет вычислить значения моляльности аммиака со средней ошибкой ± 2,7% определяемой величины при отсутствии ошибок, вдвое превышающих среднюю.

Влияние концентрации NH_4Cl на равновесное P_{NH3} аппроксимировано уравнением Сеченова:

$$\lg C_{NH3} = \lg C_0 + K\,C_{NH4Cl}\,, \qquad (3)$$

где C_{NH3} – концентрация NH_3 в совместном водном растворе NH_3 и NH_4Cl, моль/1000 г H_2O; C_0 – концентрация NH_3 в чистой аммиачной воде при равном P_{NH3}, моль/1000 г H_2O; C_{NH4Cl} – концентрация NH_4Cl в совместном водном растворе NH_3 и NH_4Cl, моль/1000 г H_2O.

В ходе расчетов было определено значение $K = 0{,}05$. При этом средняя ошибка опыта получилась равной ± 10 %.

УДК 661.25

В.П. КИМ, М.Н. ЧУБЕНКО, В.А. КОМАРОВ, П.П. КИМ

ДЕНИТРАЦИЯ ОТРАБОТАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ СУЛЬФИТНЫМИ ЩЕЛОКАМИ

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

При поглощении оксида серы из отходящих газов аммиачной водой образуются сульфитные щелока, утилизация которых актуальна не только с точки зрения ликвидации жидких отходов, но и рационального и комплексного использования сырья.

Одним из путей утилизации такого раствора является использование его в качестве денитрирующего агента для очистки нитрозной серной кислоты.

Был выполнен термодинамический анализ взаимодействия сульфита аммония с соединениями азота, результаты которого представлены в табл. 1.

Таблица1

Значение энергии Гиббса при взаимодействии оксида азота (III) (азотистой кислоты) и азотной кислоты с сульфитом аммония

Температура, °С	$-\Delta G_T^0$, кДж/моль $N_2O_3(HNO_2)$			$-\Delta G_T^0$, кДж/моль HNO_3		
	N_2	N_2O	NO	N_2	N_2O	NO
25	745 (366)	286 (136)	53 (20)	534	206	50
130	699 (362)	273 (149)	74 (50)	549	265	132

Из таблицы видно, что термодинамически разрешено протекание всех реакций с образованием представленных продуктов. Однако предпочтительнее протекание реакций с восстановлением оксида азота (III) и азотной кислоты до элементного азота. Энергия Гиббса по абсолютной величине значительно больше, чем при восстановлении соединений азота до оксида азота (I) и (II).

Анализ газовой фазы при денитрации показал, что при взаимодействии нитрозной серной кислоты, содержащей оксид азота (III) и азотную кислоту, с сульфитом аммония преимущественно выделяется элементный азот, а наличие небольшого количества оксидов азота связано со значительным парциальным давлением оксидов азота в присутствии азотной кислоты над нитрозным сернокислотным раствором.

Экспериментальные данные по денитрации нитрозы с массовой долей оксидов азота (III) 0,086 %, азотной кислоты 0,508 % и 70 % H_2SO_4 при температуре 20–130 °С и продолжительности 10–120 мин при расходе сульфитных щелоков 150 % от стехиометрии показали, что при температуре 130 °С и времени 120 мин степень денитрации оксида азота (III) достигала до 99 %, а азотной кислоты до 97 %.

Проведенные исследования показали возможность использования сульфитных щелоков, получающихся при очистке отходящих газов, содержащих оксид серы (IV), в качестве денитрирующего агента.

УДК 661.842

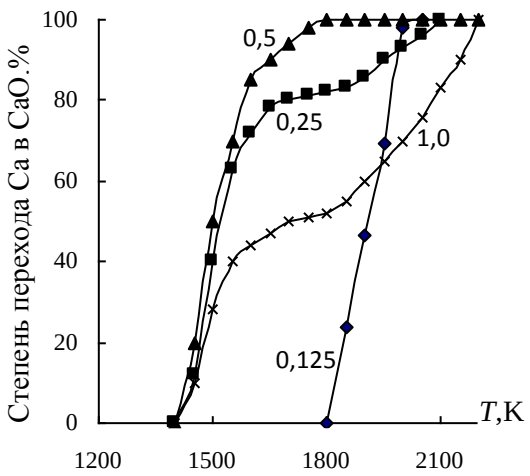
А.С. КОЛЕСНИКОВ, Б.А. КАПСАЛЯМОВ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ $CaSO_4$-H_2S, -NH_3

РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова»

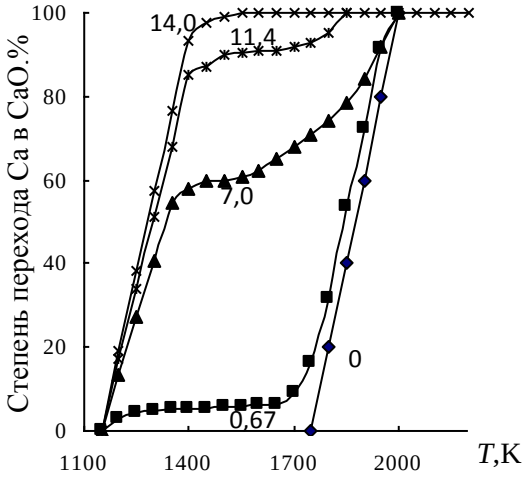
Исследования термодинамического моделирования проводились с помощью программного комплекса «Астра 4». В системе $CaSO_4$-H_2S взаимодействие рассматривалось исходя из мольного соотношении $H_2S/CaSO_4$. Для определения влияния H_2S на процесс отношение $H_2S/CaSO_4$ изменялось от 1 до 0,125. Как следует из рис. 1, наиболее полно процесс

проходит при отношении $H_2S/CaSO_4$=0,5. При этом αCa в CaO=100% отклоняется при *T*=1800К.



Цифры на графиках-мольное отношение $H_2S/CaSO_4$

Рис. 1. Влияние температуры (*T*) и мольного отношения $H_2S/CaSO_4$ на степень перехода Са из $CaSO_4$ в CaO в системе $CaSO_4$- H_2S



Цифры на графиках-числа молей NH_3

Рис. 2. Влияние температуры (*T*) и числа молей восстановителей на степень перехода Са из $CaSO_4$ в CaO в системе $CaSO_4$- fNH_3

Информация о влиянии температуры и количества NH_3 на α Са в CaO в системе $CaSO_4$-fNH_3 приведена на рис. 2. Здесь в качестве базовой рассматривалась реакция (с f=0,666): $CaSO_4 + 0{,}666NH_3 = CaO + SO_2 + H_2O + 0{,}3333N_2$.

Из рисунка следует, что при отклонении *n* от *f* = 0,666 процесс становится не эффективным. При этом степень достижения α Са в CaO приближается к 100% и перемещается в зону больших температур.

Необходимо отметить, что довольно полно CaO формируется из системы $3CaSO_4$ – CaS. Так, при *P*=0,1 МПа при *T*=1500К степень перехода Са из $CaSO_4$ в CaO, согласно реакции $3CaSO_4 + CaS = 4CaO + 4SO_2$, составляет 99,4%, а при Т=1500 - 99,9%. В табл. 1 приведена обобщенная информация о влиянии температуры и различных добавок на мольное разложение $CaSO_4$.

Таблица 1

Температура полного перехода Са из $CaSO_4$ в CaO

Система	$CaSO_4$	$CaSO_4$- CO_2	$CaSO_4$- H_2S	$CaSO_4$- C	$CaSO_4$- CO	$CaSO_4$- CH_4	$CaSO_4$- H_2	$CaSO_4$- NH_3
Т,К	1885	1760	1700	1570	1570	1565	1560	1500

Из проведенных исследований и табл. 1 следует, что реакционная способность веществ по отношению к $CaSO_4$ располагается в ряд: $NH_3 > H_2 > CH_4 > C$, $CO > H_2S > CO_2$.

УДК 661.842

А.С. КОЛЕСНИКОВ, Б.А. КАПСАЛЯМОВ

К ВОПРОСУ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОГИПСА

РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова»

В мировой практике построены и экспулатируются три предприятия по переработке фосфогипса с получением цемента и серной кислоты (табл. 1).

Таблица 1

Предприятия по получению серной кислоты из фосфогипса с попутным получением цемента

Страна, фирма	Мощность	Примечание
Австрия, “Chemiclinz A.G”	80 тыс. т/год	Работал с 1967 г. Законсервирован в 1988 г.
Австрия “Sentrachem LTD”	100 тыс.т./год	Работает с 1972 г.
Польша “Wisow”	Информация отсутствует	Фосфогипс используется с природным ангидридом

В основе этого способа являются реакции:

$$CaSO_4 + 2C \xrightarrow{t=900^oC} CaS + 2CO_2 \quad (1)$$

$$+ \quad 3CaSO_4 + CaS \xrightarrow{t=1200^oC} 4CaO + 4SO_2 \quad (2)$$

$$4CaSO_4 + 2C = 4CaO + 2CO_2 + 4SO_2. \quad (3)$$

Довольно большой объем научно-исследовательских работы с проведением полупромышленных испытаний связан с получением из фосфогипса извести и оксида серы (IV). Процесс описывается реакциями :

$$2CaSO_4 + C = 2CaO + 2SO_2 + CO_2; \quad (4)$$

$$CaSO_4 + CO = CaO + SO_2 + CO_2; \quad (5)$$

$$CaSO_4 + H_2 = CaO + SO_2 + H_2O. \quad (6)$$

При температуре 1850^{o}С степень разложения фосфогипса составила 97-99%, фосфоизвесть содержала 70% CaO. Концентрация SO_2 в газах составляла 6,5%.

При переработке фосфогипса в печи КС (при T=1070-1160^{o}С) на опытной установке полученная известь содержала 58-68% $CaO_{(акт.)}$, 1-1,8% CaS и 4,9-6,2% $CaSO_4$. Степень разложения составила 94,6-95,8% при содержании SO_2 в газах 7,8-8,7%. Подобные результаты были получены в США (фирма «Kont-ISU Ins»). В двухступенчатой печи КС при T=1200^{o}С степень десульфурации составила 96-97%, а содержание SO_2 в газах -9%.

В Германии предложена двухступенчатая переработка фосфогипса на карбид кальция и SO_2 в электропечи. На первой стадии в электропечи при T= 800-1200^{o}С (очевидно на колошнике) $CaSO_4$ восстанавливается до CaS :

$$2CaSO_4 + 2C = 2CaS + 2CO_2; \quad (7)$$

$$CaSO_4 + 4C = CaS + 4CO. \quad (8)$$

Затем при T=1900^{o}С (очевидно в нижних горизонтах печи) происходит конвертирование CaS в CaC_2 и серу:

$$2CaS + 4C = 2CaC_2 + S_2. \quad (9)$$

Однако подробных технологических параметров этого процесса (расход электроэнергии, литраж карбида кальция, степень десульфурации, содержание S в карбиде кальция, продолжительности процесса) в литературе не описано.

Таким образом, изучив существующие способы переработки фосфогипса, нами предлагается его электротермическая плавка с получением товарной продукции в виде ферросплава, карбида кальция и SO_2- содержащих газов.

УДК 661.842

А.С. КОЛЕСНИКОВ, Б.А. КАПСАЛЯМОВ

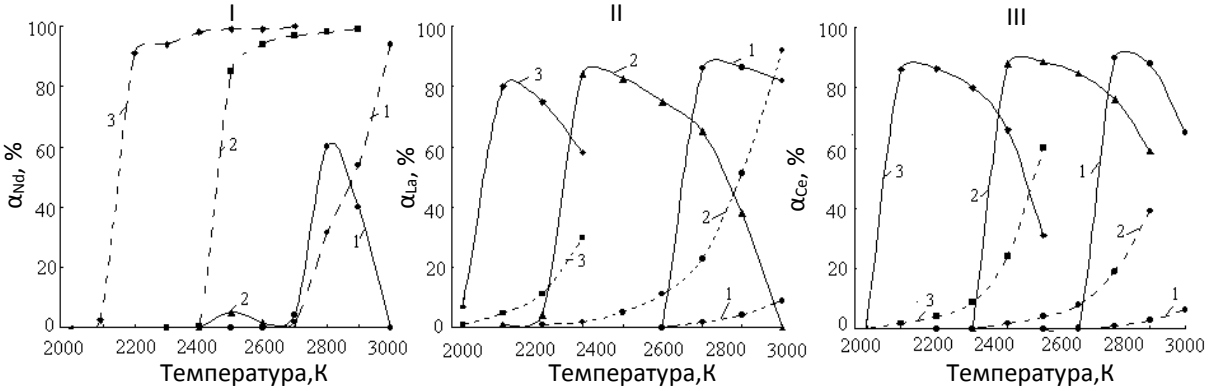
ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ Nd, Ce и La ИЗ СИСТЕМ Me_2O_3-C

РГП на ПХВ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова»

В соответствии с [1] в фосфогипсе содержание редкоземельных элементов (РЗЭ) составляет 0,3-0,4%. В ИМиО была выполнена работа по определению состава РЗЭ в фосфогипсе. Было установлено, что РЗЭ состоят из 43,48-52 % Ce; 14-16% Nd; 24-27% La; 4-6% Pr; 2,3-2,5% Sm; 1,1-1,3% Gd; 0,1-0,2% Eu. РЗЭ по химическому сродству к кислороду превосходят кремний и алюминий [138] (так как кальций растворяется в стали в незначительных количествах [0,012-0,018%]) и раскислительная способность у них больше, чем у кальция. Кроме того, РЗЭ в стали способствуют появлению модифицирующего эффекта: резко повышается вязкость, коррозионная стойкость, жаропрочность [1]. Для определения поведения РЗЭ при электроплавке фосфогипса нами проведено исследование восстановления оксидов РЗЭ углеродом в температурном интервале 1800-2800°С в интервале давлений 0,001-0,1МПа. Исследования проводили по методике, опубликованной в [2].

Поэтому нами первоначально была проверена возможность образования элементных Nd, Ce и La из систем Me_2O_3-C методом термодинамического моделирования программой «Астра». Результаты исследований приведены на рис. 1, из которого следует, что при давлении 0,1МПа восстановление металлов начинается (по температуре 1%-го образования) в температурном интервале 2620 (La) – 2710 (Ce) К. Причем, по мере развития процесса (при увеличении температуры) становится заметен переход металлов в газообразное состояние, особенно для неодима и в меньшей мере для - церия.

Таким образом, уменьшение давления до 0,001 МПа позволяет извлечь в элементное (конденсированное) состояние до 80,7% La (при T=2300) и 87,1% Ce при T=2200К.



1-P=0,1МПа, 2-P=0,01МПа, 3-P=0,001МПа

(____)-РЗЭ конденсированный; (------)-РЗЭ газообразный

I- Nd в в системе Nd_2O_3-3C, II- La в в системе La_2O_3-3C , III- Ce в в системе Ce_2O_3-3C

Рис. 1. Влияние температуры и давления на степень перехода РЗЭ в элементное состояние

Библиографический список

1. **Колесников, А.С**. Современное состояние проблемы утилизации техногенного отхода химической промышленности – фосфогипса и предложение нового способа его комплексной переработки [Электронный ресурс] / А.С. Колесников, Б.А. Капсалямов // Электронный периодический научный журнал «SCI-ARTICLE.RU». 2014. №5. С. 164–171.
2. **Синярев, Г.Б**. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов / Г.Б. Синярев [и др.]. – М.: Наука, 1982. – 263 с.

УДК 66.045.1:532.62

В.М. КОСЫРЕВ, А.С. ПОПОВ

О ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕВОДА КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ В ПЛЕНОЧНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ

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

Теплообменные аппараты (ТА) составляют от 60 до 80% всего оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств. Отсюда актуальность повышения их интенсивности и снижения металлоемкости. Прекрасные результаты дают пластинчатые ТА, однако их недостатками являются большое количество прокладок и необходимость осторожного обслуживания, что не всегда возможно. Поэтому лидирующее положение до сих пор занимают старые и проверенные кожухотрубчатые ТА. Между тем перевод кожухотрубчатых ТА в пленочный режим работы в ряде случаев позволяет улучшить эксплуатационные показатели ТА. Преимуществами пленочных аппаратов являются: возможность работы при низких разностях температур продукта и теплоносителя; небольшое гидравлическое сопротивление; низкий расход жидкости; высокая скорость движения тонкого слоя жидкости в пленке, что резко сокращает время контакта продукта с поверхностью теплообмена; высокая интенсивность теплоотдачи от стенки к тонкой жидкой пленке.

Для проверки этого на кафедре МАХПП были проведены эксперименты, в ходе которых испытали ТА с трубами Ø25х2 мм с длиной 1,2 м и поверхностью теплообмена – 0,24 м^2.

Важнейшей характеристикой работы ТА является коэффициент теплопередачи **К**. Именно он определяет интенсивность процесса, необходимую поверхность теплообменника, его массу и цену. Эксперименты по определению **К** для пленочного и кожухотрубчатого исполнения аппарата проводили на специальном стенде.

Расход горячей воды (в трубах) V_1 меняли от 0,13 до 0,42 м^3/ч. Расход холодной V_2 – от 0,18 до 0,33 м^3/ч. В каждой серии опытов работали и в пленочном и в полнопоточном режимах течения по трубам при V_2 = const. Всего выполнили 30 опытов при пленочном режиме и 30 при полнопоточном. Каждый опыт повторяли трижды. Коэффициент теплопередачи **К** определяли из основного уравнения теплопередачи.

Средний коэффициент теплопередачи по всем 30 опытам в пленочном режиме составил $\mathbf{К}_{пл.\,ср.}$ = 866 Вт/(м^{2}К), а в полнопоточном режиме – $\mathbf{К}_{кт.\,ср.}$ = 696 Вт/(м^2 К). Во всех опытах $\mathbf{К}_{пл.}$ больше чем $\mathbf{К}_{кт.}$. Таким образом, коэффициент теплопередачи при пленочном течении жидкости больше в среднем в 1,24 раза. Максимальное же различие составляло 1,85 раза. Это подтверждает целесообразность перехода на пленочный режим течения. Существует возможность при незначительном усложнении конструкции аппарата перевести кожухотрубчатый теплообменныый аппарат в пленочный режим работы.

Пленочный аппарат может быть выполнен на базе трубчатой части стандартного кожухотрубчатого теплообменника. Для конверсии кожухотрубчатого ТА в пленочный необходима установка оросителей-пленкообразователей на каждой трубе. При этом плотность орошения каждой трубы должна превышать минимально допустимую, для исключения сухих пятен (получают расчетом). Оросители-пленкообразователи, могут быть любого типа, например, в виде патрубков с тангенциальными отверстиями для прохода жидкости и формирования пленки. В верхней распределительной камере необходимо установить распределитель для равномерной подачи жидкости по всей площади верхней трубной доски. Аппарат должен быть установлен строго вертикально.

Таким образом, для получения пленочного ТА не требуется больших затрат.

УДК 541.136

В.С. КРАСНОВА, Н.Ю. ШАМИНА, А.А. ЧИЯНОВА, А.А. БАЧАЕВ

СОХРАННОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ ПОРОШКООБРАЗНЫХ ЦИНКОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ В СУХОМ СОСТОЯНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В резервных источниках тока используются цинковые порошкообразные электроды. В процессе длительного хранения структура осадка укрупняется, увеличивается содержание окиси цинка в порошкообразном электроде, что снижает коэффициент использования цинка при последующем разряде. С целью прогнозирования работоспособности электродов на длительное время исследования проводились при переменно-температурном режиме хранения. За критерии сохранности порошкообразного цинкового электрода приняты степень окисления цинка и коэффициент использования его при последующем разряде.

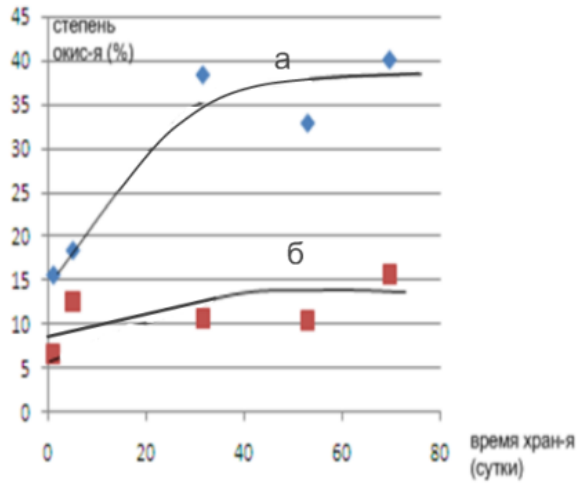


Рис. 1. Изменение степени окисленности цинкового порошка, осажденного из цинкатного электролита с добавкой и без нее, с течением времени:
а – без добавки; *б* – с добавкой

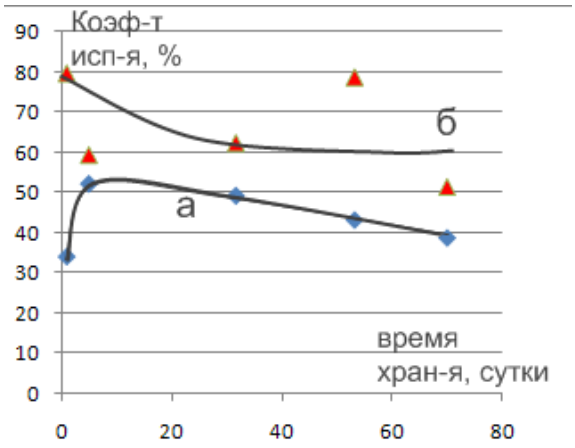


Рис. 2. Изменение коэффициента использования цинка при разряде порошкового электрода в зависимости от времени хранения сухозаряженных: электродов:
а – без добавки; *б* – с добавкой

Согласно полученным результатам, степень окисления с течением времени возрастает и для электродов, полученных из цинкатных растворов с добавкой «Цинкамин-02», и без нее. В первом случае степень окисления увеличивается в среднем с 6,6 до 15,7%, во втором случае – от 15,7 до 40,2% (рис. 1). Из-за высокой развитости поверхности электрода цинковый порошок легко взаимодействует с кислородом, окисляя цинк до его оксида. На электродах, полученных из раствора с добавкой, присутствует адсорбционная плёнка, которая препятствует доступу кислорода, что снижает степень окисленности цинкового порошка почти в 2,5 раза.

При разряде электродов, полученных из раствора без добавки, коэффициент использования цинка свежеизготовленного высушенного электрода составлял 34%, а через 5 суток хранения при комнатной температуре - 52,3%. Далее электроды хранились при переменно-температурном режиме, и коэффициент использования цинка снижается с течением времени до 38,7%. Такое изменение коэффициента использования цинка может быть связано с тем, что в начальный период времени оксидная пленка мешает проработке электрода. С течением времени (5 суток хранения) структура оксидной пленки может изменяться, давая возможность более полной проработке цинка. Дальнейшее хранение способствует наработке оксидной пленки, увеличению ее блокирующих свойств, что снижает коэффициент использования цинка (рис. 2).

В растворах без добавки порошок цинка получается рыхлым, частицы плохо сцеплены между собой, с чем возможно и связано более низкое значение коэффициента использования цинка при разряде электродов. Цинковая губка, полученная из растворов, содержащих добавку «Цинкамин-02», обладает хорошим сцеплением с основой и частиц между собой, образующийся осадок цинкового порошка компактен и имеет равномерную толщину. Это обеспечивает прочный токопроводящий каркас электрода и более высокий коэффициент использования цинка (до 80 %).

У электродов, полученных из раствора с добавкой, не наблюдается повышения коэффициента использования в начальный период хранения. Это может быть связано с тем, что добавка обладает адсорбционным действием, препятствует наработке и изменению структуры оксидной пленки.

УДК 621.355

Н.О. КУЗЯКИН, Ю.Л. ГУНЬКО

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Щелочные аккумуляторы занимают второе место среди источников тока по масштабам промышленного производства, уступая лишь свинцовым аккумуляторам. Щелочные аккумуляторы и батареи нашли широкое применение для обеспечения резервной энергии, в передвижных транспортных средствах, системах связи и сигнализации. Перспективность щелочных аккумуляторов определяется рядом преимуществ: это большой ресурс, достигающий 2000-3000 циклов, высокая механическая прочность, простота эксплуатационного обслуживания, хорошая обеспеченность сырьем.

В настоящее время в щелочных аккумуляторах в качестве положительного электрода используется оксидно-никелевые электроды различных конструкций. Ламельные электроды просты в изготовлении, недороги, однако имеют низкие электрические характеристики и подвержены разбуханию. Применение металлокерамических и фольговых электродов снижает их разбухание и сохраняет работоспособность аккумуляторов до минус 50 градусов, а удельные характеристики примерно в 1,5 раза выше. Однако такие электроды очень дороги в изготовлении и требуют большего расхода никеля на единицу емкости. Исключают данные недостатки оксидно-никелевые электроды, изготовленные с применением пористых полимерных основах. Однако изготовление таких электродов включает в себя операцию химического никелирования, что существенно повышает их стоимость и сопровождается большим объемом сточных вод.

Также была разработана технология изготовления электрода на полимерной основе, включающая нанесение первичного электропроводящего слоя на основе сульфида свинца. Однако сера, включаясь в слой гальванически осажденного никеля, неблагоприятно влияет на срок службы аккумулятора.

Разработанная нами технология включает в себя нанесение на предварительно подготовленную полимерную основу электропроводящего слоя меди. Далее полимерный материал никелируется в гальванической ванне специальной конструкции. После заполнения металлизированных основ гидроксидом никеля полученные электроды имеют на 10-15% более высокие удельные электрические характеристики, чем металлокерамические оксидно-никелевые электроды. Электроды, полученные таким способом, могут использоваться в никель-кадмиевых, никель-железных и никель-цинковых аккумуляторах при значительном снижении затрат и уменьшении экологической опасности производства.

УДК 663. 242

А.И. КУШНАРЕВА, Ю.С. ЯШИНА, А.А. ПЕРЕТРУТОВ, М.Н. ЧУБЕНКО, Г.В. ПАСТУХОВА

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ВИННЫХ ДРОЖЖЕЙ

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

В основе получения белого и красного вина, винного уксуса лежит брожение – биохимический процесс превращения сахаров соответствующего сусла в спирт под действием винных дрожжей и ферментов, вырабатываемых ими. Важные составные части питательной среды – сока или концентрата – это углеводы и белки. Для производства натурального уксуса используют в качестве углеродсодержащих компонентов также патоку или мелассу, добавляя их к разбавленным концентратам.

Термином «Винные дрожжи» обозначаются дрожжи, выделенные из винограда, бродящих сусел или вина. Основными агентами спиртового брожения являются дрожжи Saccharomyces, которые играют главную роль в технологии брожения. Из 41 вида дрожжей, описанных в литературе, более 20 используется для приготовления вин. Общей чертой этих дрожжей является то, что они интенсивно и полно сбраживают глюкозу и другие сахара. Среди сахаромицетов, нашедших применение для изготовления натурального уксуса из промежуточного продукта – вина, хорошо проявили себя дрожжи E2-FERM, Oeno-FERM C2, Oeno-FERM 300.

Таблица 1

Спиртообразующая способность дрожжей E2-FERM, Oeno-FERM C2, Oeno-FERM 300

Состав сусла	Белый виноград и глюкоза			Белый виноград и глюкоза (повтор)			Красный виноград и глюкоза			Белый виноград и сахароза			Красный виноград и сахароза		
Штамм дрожжей	300	E2	C2	300	E2	C2	300	E2	C2	300	E2	C2	300	E2	C2
Количество выделившегося углекислого газа (через 8 суток брожения), г	7,255	8,535	6,91	9,65	8,73	6,85	6,08	7,9	11,98	7,935	7,56	7,405	10,535	12,94	9,81
Максимальная скорость брожения,г/(л*ч)	0,3626	0,6233	0,4027	0,4853	0,408	0,308	0,4386	0,5067	0,6067	0,3567	0,3913	0,4527	0,3853	0,667	0,6773

Для исследования на кафедру процессов и аппаратов химической и пищевой технологии были доставлены три последних штамма. Цель исследования заключалась в нахождении условий брожения виноградного сусла с получением концентрации этанола не менее 8%. Исследование проводили, определяя количество зрелых клеток в разводке концентрата 1:5 с добавлением глюкозы, а затем сахарозы из расчета 20 г на 150 мл сусла. Использовали концентраты из красного и белого винограда. Одновременно были поставлены опыты по определению бродильной и спиртообразующей способности. Метод определения весовой - по количеству выделившегося углекислого газа, позволил найти максимальное количество спирта, образовавшегося при брожении, скорость сбраживания для всех штаммов, области привыкания дрожжей к среде, логарифмическую, стационарную фазы и фазу затухания. Так же проводили исследования с повторным использованием отфильтрованных после первого брожения дрожжей на сусле из концентрата белый виноград.

Скорость сбраживания определяли по фазам как отношение массы выделившегося углекислого газа к промежутку времени брожения. Результаты представлены для брожения на красном и белом виноградном сусле в табл. 1.

Из результатов видно, что заданных значений концентрации этанола достигли опыты с использованием сусла красный виноград и глюкоза с дрожжами Oeno-FERM C2 и красный виноград и сахароза с дрожжами E2-FERM и Oeno-FERM 300.

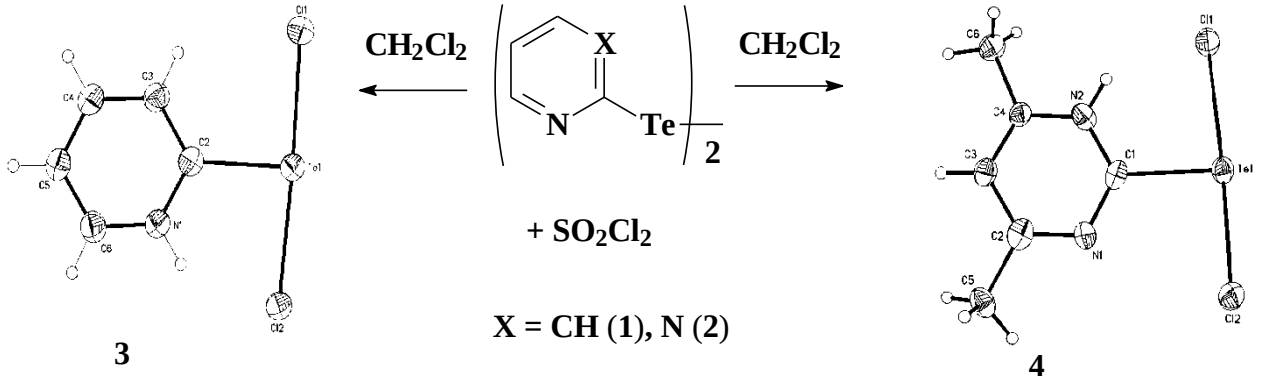
УДК 547.789

Ю. М. ЛУКЬЯНОВА, Ж.В. МАЦУЛЕВИЧ, В.К. ОСМАНОВ,
Г.Н. БОРИСОВА, А.В. БОРИСОВ

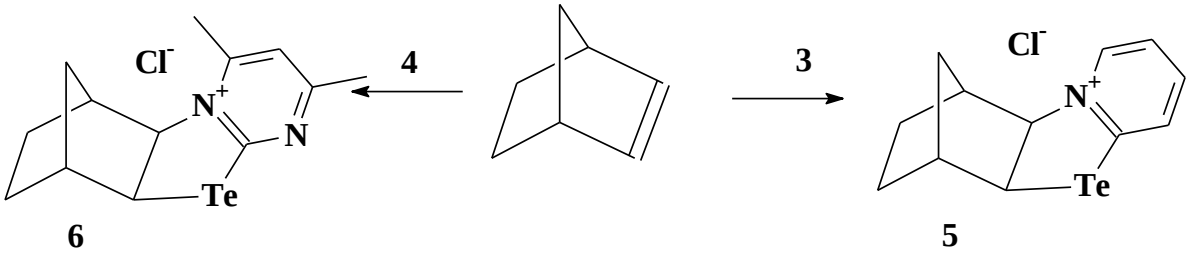
СИНТЕЗ, СРУКТУРА И РЕАКЦИИ ГЕТАРЕНТЕЛЛУРДИХЛОРИДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нами установлено, что при взаимодействии дигетарилдителлуридов (**1**) и (**2**) с сульфурилхлоридом в хлористом метилене с количественными выходами образуются цвиттер-ионные аддукты (**3**) и (**4**) соответственно. Методом рентгено-структурного анализа показано, что полученные соединения имеют Т-образную структуру с линейными фрагментами Cl-Te-Cl.



Полярное циклоприсоединение реагентов **3** и **4** к норборнену приводит к образованию новых гетероциклических систем **5** и **6**.



Строение полициклических конденсированных систем **5** и **6** доказано методами спектроскопии ЯМР и РСА.

Показано, что реакции протекают стереспецифично по схеме *экзо-цис*-циклоприсоединения бифункциональных теллурцентрированных электрофилов по кратной связи непредельного углеводорода.

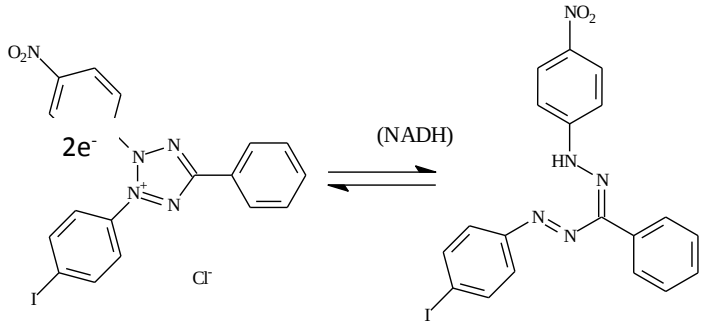
УДК 620.193

А.С. МАКЕДОШИН, С.Ю. РАДОСТИН, А.А. КАЛИНИНА,
Т.Н. СОКОЛОВА, В.Р. КАРТАШОВ

КИНЕТИКА БАКТЕРИАЛЬНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИОДНИТРОТЕТРАЗОЛИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Известно, что соли тетразолия широко используются как окислительно-восстановительные индикаторы в биохимических реакциях с участием электронотранспортных систем, в том числе сопровождающихся образованием радикальных форм кислорода, таких как супероксидный ион $O_2^{\cdot-}$. Акцептируя электроны радикальных частиц или промежуточных переносчиков электронов дегидрогеназных систем, они переходят в интенсивно окрашенные формазаны. Наиболее известным в таких исследованиях является нитросиний тетразолий. Однако его применение в экспериментах с бактериальными культурами затруднено из-за высокой адсорбции формазанов на клеточной стенке бактерий. В связи с чем в работе использован 2-(4-йодфенил)-3-(4-нитрофенил)-5-фенил-2Н-тетразолия хлорид (ИНТ), продукт восстановления которого относительно легко десорбируется с клеточной стенки бактерий:



(1) (2)

В качестве объектов исследования использовали штаммы грамположительных бактерий и штаммов грамотрицательных бактерий. Водный раствор ИНТ концентрацией 0,001 моль/л добавляли к определенному объему смыва суточной бактериальной культуры со скошенного мясопептонного агара, доведенному физиологическим раствором до оптической плотности $0{,}45 \pm 0{,}05$. Формазан (2) в аликвотном объеме после предварительной обработке ферментом лизоцимом экстрагировался этилацетатом и количественно анализировался в щелочной среде спектрофотометрически при $\lambda = 490$ нм. На рис. 1 в качестве примера представлены кинетические кривые восстановления ИНТ бактериями.

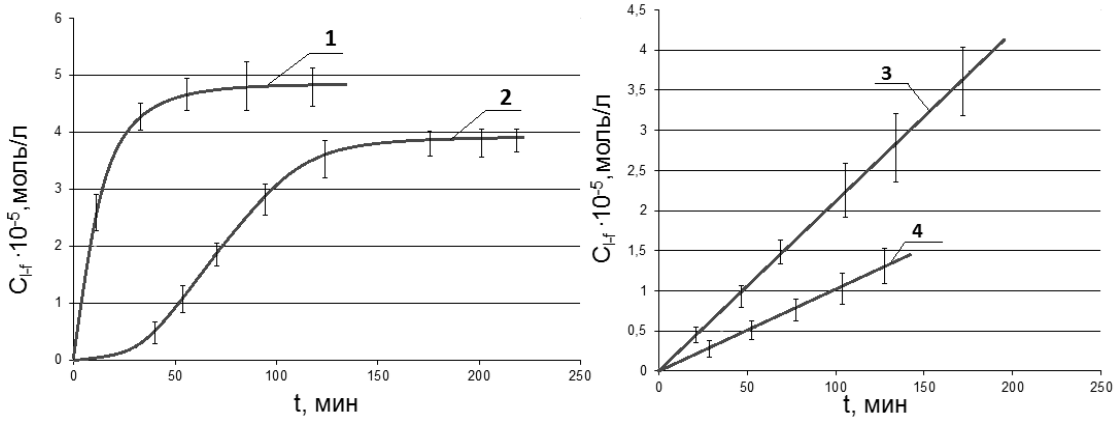


Рис. 1. Кинетические кривые восстановления ИНТ бактериями:
1 – bacillus subtilis; *2* – pseudomonas aeruginosa; *3* – pseudomonas fluorescens; *4* – proteus vulgaris

По скорости восстановления ИНТ исследуемые бактерии можно расположить в ряд:

Bacillus subtilis > *Clostridium spp.* ≫ *Pseudomonas aeruginosa* > *Pseudomonas fluorescens* > *Proteus vulgaris* > *Echerichia coli*.

Кинетика восстановления ИНТ может, на наш взгляд, косвенно служить критерием метаболической активности бактерий, в том числе их способности воздействовать на окружающую среду, а различные объекты, в том числе металлоконструкции.

УДК 621.794.61:621.357.8 (035)

Т.В. МАРКОВА, Т.И. ДЕВЯТКИНА, В.В. РОГОЖИН

АНОДНОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕМ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алюминиевые сплавы являются основным конструкционным материалом в различных отраслях промышленности. Меднение алюминиевых сплавов позволяет менять их поверхностные характеристики, существенно расширить функциональные свойства и область применения. Но нанесение гальванических покрытий на алюминиевые сплавы связано с рядом специфических трудностей, преодоление которых достигается специальными методами подготовки поверхности.

Наиболее оптимальным является предварительное анодирование в смеси серной и ортофосфорной кислот. Однако оксидная пленка, полученная при анодировании в смеси кислот, получается достаточно плотная, малопористая, (пористость составляет всего 7,3%), что приводит при плотностях тока 1 – 2А/дм^2 к непрокрытию медью поверхности оксида. Поэтому для нанесения гальванопокрытий с высокой степенью адгезии необходимо получение в процессе анодирования на поверхности алюминиевого сплава более пористой пленки, прочно сцепленной с основой. Для этого необходима электрохимическая активация оксидных пленок на стадии анодирования перед осаждением гальванических покрытий.

С этой целью дополнительно в электролит анодирования нами рекомендовано введение бифторида аммония, который способен активировать оксидную пленку, образующуюся на поверхности алюминия в процессе анодирования, не уменьшая при этом ее толщины. Кроме того, введение этой добавки в электролит анодирования приводит к существенному снижению напряжения на ванне до 4В вместо 20В в базовом электролите.

После анодирования и тщательной промывки на деталь наносилось медное покрытие из стандартного сернокислого электролита, отличающегося устойчивостью в работе, простотой анализа и корректировки, высоким катодным выходом по току. Качество нанесенного медного покрытия оценивалось визуально и с помощью микроскопа. В результате введения бифторида аммония в электролит анодирования при последовательном меднении вся поверхность алюминиевых сплавов была прокрыта медью при рабочих плотностях тока. Покрытие было мелкокристаллическим и полублестящим. Адгезия нанесенного покрытия определялась тремя независимыми методами: термоотжигом в вакуумной печи при температуре 200^{0}С в течение одного часа, методом сеток и крацеванием медными щетками. Отслоения покрытий не наблюдалось.

УДК 66.0

Д.В. МЕДВЕДЕВ

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Институт металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова
Иркутский государственный технический университет

Предприятия нефтехимического комплекса, а также автомобильный транспорт являются одним из основных источников загрязнения природы: атмосферы, почвы, рек, озер и морей.

Автомобильный транспорт является одним из главных источников загрязнения атмо-

сферного воздуха. 50% вредных выбросов приходится на его долю и 95% - на транспортный комплекс в целом. В крупных городах мира выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта во много раз превышают выбросы от предприятий нефтехимического комплекса.

31 декабря 2012 года Правительством России был принят технический регламент Таможенного союза «О требованиях к автомобильному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту».

В этом регламенте приняты жесткие нормы, в соответствии с ЕВРО стандартами, по содержанию серы, ароматических углеводородов для дизельного и судового топлив, а для бензинов дополнительно по содержанию бензола и олефинов. В США такие требования были приняты еще в 90-х годах XX века.

Для улучшения качества бензинов и для улучшения экологических характеристик в бензин вводят оксигенаты как индивидуальные вещества, так и их смеси, для более равномерного распределения по всей температуре кипения бензина. В качестве оксигенатов применяют спирты: метиловый, этиловый, изопропиловый и бутиловые спирты; и эфиры: метил-трет-бутиловый (МТБЭ), диизопропиловый (ДИПЭ), этил-трет-бутиловый (ЭТБЭ), метил-трет-амиловый (МТАЭ). Однако содержание оксигенатов в бензине нормируется техническим регламентом. Так, например, содержание метанола в бензине должно составлять не больше 1%, этанола – 5%, изо-пропанола, н-бутанола, изо-бутанола – 10%, трет-бутанола – 7%, содержание МТБЭ, ДИПЭ, ЭТБЭ, МТАЭ – 15%.

Еще одним способом уменьшения вредных выбросов, является использование безотходных производств, вовлечение в производство биосырья и вторсырья. Безотходное производство предполагает создание оптимальной технологической схемы с замкнутыми материальными и энергетическими потоками. К основным требованиям при создании безотходного производства следует отнести: комплексный подход к использованию углеводородного сырья; системный анализ технологических процессов переработки нефти и газа.

Таким образом, для уменьшения выбросов вредных веществ от нефтехимического комплекса необходимо модернизировать НПЗ, использовать втор-и биосырье, улучшать качество топлив.

УДК:621.793.3

Я.И. НИКИФОРОВА, Е.Ю. АНАНЬЕВА, А.М. АБРАМОВ, В.В. РОГОЖИН

ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ Ni-P, ЛЕГИРОВАННЫХ ДОБАВКОЙ БОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

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 ^{0}C, могут подвергаться пайке и сварке, сохраняя при этом традиционные свойства высокой твердости, износостойкости и коррозионной стойкости, присущих покрытиям Ni-P.

Нами исследовались добавки полиэдрических боратов и аминоборана как источников бора для введения в растворы химического никелирования с целью получения трехкомпонентных сплавов никель-фосфор-бор.

Для осаждения покрытий Ni-P-B был использован стандартный слабокислый раствор химического никелирования, работающий при температуре 92-95 ^{0}C при плотности загрузки 2,5 дм^2/л. Добавки вводились близкими концентрациями в пересчете на бор. Установлено, что введение добавок мало сказалось на скорости никелирования, которая составляла 6-8 микрон за

30 мин. Наблюдается некоторое снижение толщины покрытия с ростом концентрации добавок, особенно полиэдрических. Такие добавки не нарушали стабильности раствора никелирования, в то время как введение добавки аминоборана приводило к объемному разложению раствора.

Нами показано, что область адсорбции полиэдрических добавок совпадает с потенциальной областью химического никелирования, что позволяет получать покрытия с регулируемым содержанием бора от десятых долей до нескольких процентов в сплаве, содержание фосфора при этом меняется мало. Это отражается на свойствах полученных трехкомпонентных сплавов. При максимальных концентрациях борсодержащих добавок, при условии сохранения стабильности раствора, покрытия выдерживают термоудар, становятся термостойкими при температурах свыше 440 ^{0}C, обладают блеском, малой пористостью, являются твердыми и износостойкими.

В ряде случаев введение борсодержащих веществ в раствор химического никелирования обеспечивало придание свойств каталитичности некоторым традиционно не каталитически неактивным основам, что приводит к их прямому химическому никелированию без дополнительной обработки.

Модификация стандартного раствора химического никелирования борсодержащими добавками, позволяет получать трехкомпонентные покрытия, с широким спектром функциональных свойств, что расширяет области их практического использования.

УДК: 578.7

Е.Ю. ОПАЛЕВА, О.В. КУЗИНА, Е.В. ФИЛАТОВА

РАЗРАБОТКА И АТТЕСТАЦИЯ СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА ПРЕДПРИЯТИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДНК ПАРВОВИРУСА В19 (СОПр ДНК В19V) В ЛИОФИЛИЗИРОВАННОЙ ФОРМЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
цех диагностических препаратов филиала ФГУП НПО «Микроген» Минздрава России
в г. Нижний Новгород «Нижегородское предприятие
по производству бактерийных препаратов «ИмБио»

Целью данной работы было изготовление и аттестация стандартного образца предприятия содержания ДНК В19V, калиброванный в МЕ/мл.

Разработанный стандартный образец может быть использован при тестировании донорской крови на выявление и количественное определение ДНК В19V.

В качестве матрицы для получения стандартного образца предприятия ДНК В19V были использованы плазма крови вирусоносителя, содержащая ДНК В19V, но не содержащая поверхностного антигена (HBsAg), ДНК вируса гепатита В (ВГВ), антител к вирусу гепатита С (анти-ВГС), РНК ВГС, антител к вирусу иммунодефицита человека 1 и 2 типов (анти-ВИЧ-1,2) и РНК ВИЧ и плазма крови здорового донора, негативная по анти-ВГС, анти-ВИЧ-1,2, HBsAg, РНК ВГС, ДНК ВГВ, РНК ВИЧ и ДНК В19V.

Стандартный образец ДНК В19V был получен путем разведения ДНК В19V-позитивной плазмы крови на негативной плазме, разлит по 0,5 мл в стерильные стеклянные флаконы, лиофильно высушен, укупорен стерильными резиновыми пробками и завальцован алюминиевыми колпачками.

Для аттестации СОПр ДНК В19V выполнено три цикла исследований с использованием в каждом цикле одного флакона МСО и двух флаконов СОПр ДНК В19V. Аттестацию проводили относительно международной референс-панели ВОЗ «1st WHO International Reference Panel for Parvovirus B19 genotypes for NAT based assays», образца №1 (МСО).

В качестве метода измерения концентрации ДНК В19V в стандартном образце использовали попарное сравнение результатов, полученных при определении концентрации

ДНК B19V в серии кратных разведений для МСО и СОПр методом ПЦР, с последующей обработкой данных методом параллельных линий с использованием дисперсионного анализа, реализованного в виде программного модуля в среде Microsoft Excel.

Стандартному образцу ДНК B19V приписано значение концентрации ДНК B19V $(6{,}31\pm0{,}76)\times10^7$ МЕ/мл. Данный стандартный образец соответствует Рекомендациям ВОЗ по изготовлению стандартных образцов.

УДК:621.357.7:504

А.Б. ПОКРОВСКАЯ, Е.Ю. АНАНЬЕВА, В.В. РОГОЖИН

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ НИКЕЛЬ-БОР ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НИКЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Покрытия никель-бор обладают рядом функциональных характеристик, таких как термическая и коррозионная стойкость, способность к пайке и сварке, низким удельным и переходным электросопротивлением.

Гальванические покрытия никель-бор получаются при введении в стандартные электролиты никелирования борсодержащих добавок, часть из которых стала дефицитной.

В данной работе исследуются сильнощелочной электролит никелирования, в качестве борсодержащей добавки используется доступный для практики борогидрид натрия. Стойкость борогидрида только при pH 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. Выход по току для никеля в щелочном электролите составляет 95-98% и уменьшается с ростом плотности тока. Данный электролит позволяет получать до 1,2% бора в покрытии, а с ростом плотности тока наблюдается уменьшение его содержания в покрытии.

Альтернативой щелочного электролита является сульфатный слабокислый электролит никелирования (pH=4-5), в котором применяется полиэдрическая борсодержащая добавка додека- клозо- додекаборат калия ($K_2B_{12}H_{12}$). В данном электролите мы можем получать аналогичные по составу покрытия. Выход по току по никелю в сульфатном электролите составляет 98-99% и с увеличением плотности тока существенного изменения Вт не наблюдается. Добавка $K_2B_{12}H_{12}$ считается наиболее устойчивой из-за симметричного строения бороводородного каркаса аниона и может быть синтезирована по упрощенной технологии. Данная добавка позволяет получать покрытия никель-бор с различным содержанием бора, но при увеличении плотности тока содержание бора уменьшается. Установлено, что уменьшение скорости включения бора при больших плотностях тока связано с десорбцией $K_2B_{12}H_{12}$ при сильно отрицательных потенциалах.

УДК 628.543

Д.А. ПРЕСНЯКОВА, И.В. ИСАКОВ, И.В. ПАВЛОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ОПЫТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

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

Сточная жидкость представляет собой воду, использованную на бытовые, производственные или другие нужды и загрязненную различными примесями, изменившими её первоначальный химический состав и физические свойства. Стоки бывают нескольких типов: хозяйственно-бытовые, промышленные, ливневые. В литературе описано большое количество методов очистки сточных вод, наиболее оптимальным из них является биологическая

обработка с использованием организмов активного ила. Этот метод минимизирует содержание в стоках большого числа компонентов химического и биологического происхождения.

Главным объектом исследовательской деятельности является иловая смесь или активный ил. Он состоит из твердого субстрата и сообщества живых организмов: бактерии, черви, плесневые грибы, дрожжи, водоросли и др. В основном активный ил представлен 12 видами микроорганизмов и простейших, по фазово-дисперсному состоянию - это амфотерная коллоидная система. Основным моментом в работе очистных систем с иловой смесью является поддержание ее массы во взвешенном состоянии с использованием аэрации и перемешивающих устройств. При отсутствии данных средств активный ил начинает образовывать залежи и гибнуть, что ведет к остановке работы системы биологической очистки. Процесс ее проводят в аэротенке, где происходит непосредственный контакт сточной жидкости с оптимальным количеством активного ила в присутствии соответствующего количества растворенного кислорода в течение необходимого периода времени.

Нами было изучено влияние качества поступающих сточных вод, объема подаваемого воздуха на эффективность работы аэротенка; получены данные по оптимальным концентрациям загрязняющих веществ, геометрии сооружений с высотными точками расположения и коммуникациями; произведены измерения содержания аммоний - ионов, нитратов, растворенного кислорода в поперечном сечении аэротенка. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели технологического процесса очистки сточных вод

Показатель	Величина	Единица измерения
БПК	63,58	мг/л
ХПК	323,86	мг/л
Концентрация аммония-иона	32,62	мг/л
Концентрация нитрат-иона	0,43	мг/л
Объем подаваемого воздуха	6428	$м^3$/ч
Объем подаваемой сточной воды	19131,7	$м^3$/ч

Дальнейшие научные изыскания будут проводиться на опытно-эксплуатационной модели аэротенка. Необходимость её использования вызвана отсутствием точных данных по ряду параметров, являющихся определяющими в процессе проектирования. Данная установка позволит наиболее точно смоделировать все протекающие процессы, изменить, если потребуется, принятые при математическом моделировании коэффициенты, оптимизировать процесс биоочистки стоков на действующих очистных сооружениях. Проведенные в дальнейшем исследования позволят сократить затраты на проектирование, эксплуатацию и гарантировать степень очистки в соответствии с требованиями и нормативами на сброс очищенных сточных вод в водоем рыбохозяйственного назначения.

УДК 620.193

С.Ю. РАДОСТИН, А.С. МАКЕДОШИН, А.А. КАЛИНИНА,
Т.Н. СОКОЛОВА, В.Р. КАРТАШОВ

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ЭКЗОМЕТАБОЛИТНЫЙ СОСТАВ БАКТЕРИИ *BACILLUSSUBTILIS* В ХОДЕ БИОКОРРОЗИИ ЦИНКА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Для выявления влияния состава питательной среды на состав экзометаболитов бактерии *Bacillussubtilis* при биокоррозии цинка, были выбраны два типа твёрдой питательной среды: мясопептонный агар (МПА, содержит азот в органическом виде) и минеральная среда, не содержащая азотных соединений (в качестве источника углерода глюкоза). Наблюдаемые нами закономерности согласуются с основами жизнедеятельности бактерий.

Установлено, что экспонирование на минеральной среде сопровождается более интенсивным секретированием H_2O_2 (рис. 1). На основность экссудата, выделяющегося на поверхности цинка, состав питательной среды практически не влияет (рис. 2). Ионы аммония обнаруживаются в экссудате только при экспонировании бактерий на мясопептонном агаре, причем концентрация NH_4^+ на третьи суткиэкспозиции в экссудате составляет примерно $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л и снижается по мере истощения питательной среды до 10^{-3} моль/л к десятым суткам экспозиции.

Можно полагать, что при отсутствии источника органического азота, метаболизм поддерживается за счет усиления электрон-транспортных процессов, побочными метаболитами которых являются H_2O_2, OH^-. Экстремальный характер концентрационных зависимостей определяется выделением бактериями в околоклеточную среду каталазы по мере увеличения в экссудате H_2O_2. Наличие каталазы в экссудате подтверждено экспериментально.

Агрессивные экзометаболиты инициируют коррозионный процесс более активно в случае благоприятной для жизнедеятельности бактерий среды.

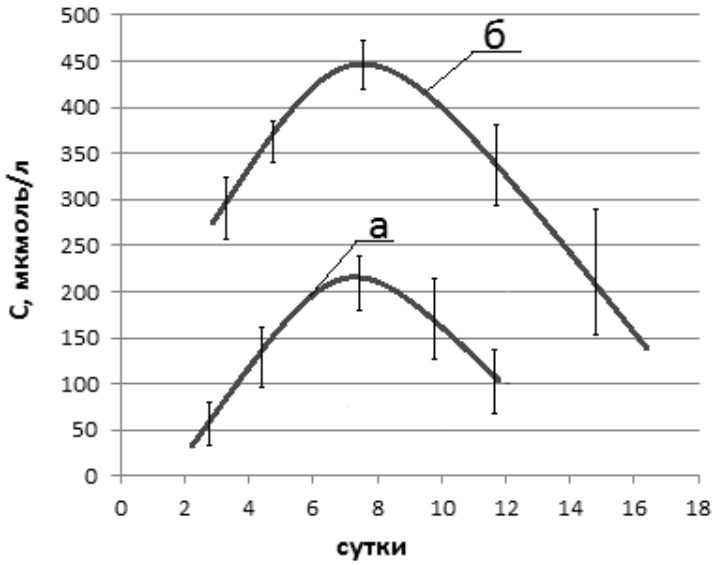


Рис. 1.Накопление пероксида водорода в экссудате:
а – МПА; *б* – минеральная среда

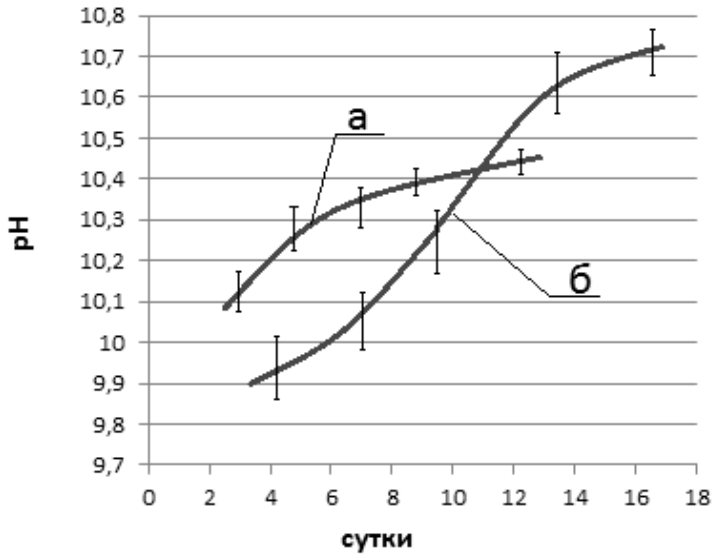


Рис. 2. Изменение pH экссудата в ходе экспонирования образов цинка:
а – МПА; *б* – минеральная среда

УДК 541.182:546.776

Т.В. СВИРИДОВА, А.А. АНТОНОВА, Ю.В. СКАКУН,
А.С. ЛОГВИНОВИЧ, Д.В. СВИРИДОВ

СОЛЬВОТЕРМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СМЕШАННООКСИДНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ, ГИБРИДНЫХ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЗАЩИТНО-КОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Белорусский государственный университет, г. Минск

Интерес к разработке новых методов управляемого синтеза индивидуальных и смешанных оксидов с регулируемыми структурно-морфологическими характеристиками обусловлен перспективами создания новых гетерогенных катализаторов, фотокаталитических систем для окислительной деструкции органических поллютантов и безреагентнтной дезинфекции, металл-матричных композитов, содержащих дисперсные фазы с управляемой морфологией, а также функциональных покрытий различного назначения. Для решения указанных задач особый интерес представляет сольвотермический синтез, заключающийся в контролируемой термостимулируемой поликонденсации полимерных оксокислот переходных металлов с целью получения оксидных частиц заданного габитуса, состава и дисперсности, что становится возможным за счет строгого контроля условий синтеза (природы используемого растворителя, кислотности раствора, концентрационных и температурных условий процесса, а также его стадийности).

Авторами предложен новый вариант сольвотермического синтеза индивидуальных и смешанных оксидов молибдена и ванадия, обеспечивающий получение дисперсных фаз в виде частиц различного размера (от десятков нанометров до десятков и сотен микрометров в зависимости от условий синтеза) и морфологии (аморфные образования, ламеллярные конгломераты, иглоподобные частицы, мультимикронные усы, тубулены, микрометровые четко ограненные кристаллы, а также эпитаксильные и островковые оболочки). Изучена структура и состав получаемых дисперсных оксидов. Оценка каталитических свойств смешаннооксидных фаз молибдена и ванадия, полученных сольвотермическим методом, по отношению к реакции селективного окисления тиофена в среде бензола и додекана продемонстрировала их перспективность для создания систем низкотемпературного (250 ºС) каталитических обессеривания углеводородного сырья.

Разработанный метод сольвотермического синтеза позволил продемонстрировать возможность создания гибридных фотокатализаторов на основе дисперсного диоксида титана, на поверхность частиц которого нанесены островковые оболочки индивидуальных и смешанных оксидов молибдена, вольфрама и ванадия. Показано, системы такого рода характеризуются высокой фотокаталитической активностью, в ряде случаев превышающей соответствующий показатель для индивидуального диоксида титана в 5–7 раз, и способны сохранять окислительную активность в темновых условиях в течение длительного времени после прекращения облучения.

В рамках выполненного исследования была продемонстрирована возможность стимулированного ультразвуком сольвотермического нанесения на поверхность металлов защитных оксидных покрытий с контролируемой пористостью и микроструктурой, допированных ингибиторами коррозии. Такое модифицирование способно увеличить коррозионную устойчивость металлов в 2–7 раз при одновременном возрастании триботехнических показателей (в частности, износостойкости и микротвердости) в 3–10 раз и снижении коэффициента трения.

УДК 66.011

Е.В. СВИРИДОВА, М.В. КИРГИНА

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЦЕПТУР СМЕШЕНИЯ ТОВАРНЫХ БЕНЗИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

На сегодняшний день большинство нефтяных компаний России реализуют программы по реконструкции и модернизации нефтеперерабатывающих заводов, увеличивая объемы производства товарных бензинов и глубину переработки нефти. Но первостепенной задачей для производителя является выпуск продукции, которая будет соответствовать мировым стандартам: к 2020 году нефтеперерабатывающие компании России обязались выпускать бензин стандарта Евро-5. Таким образом, повышение качества выпускаемых нефтепродуктов является приоритетной задачей для любого производителя. Для этого необходимым является совершенствование процесса компаундирования – заключительной стадии производства товарного бензина. Компаундирование представляет собой процесс смешения различных углеводородных потоков, таких как продукты каталитического риформинга, изомеризации, крекинга, алкилирования, а также антидетонационных присадок и добавок-оксигенатов.

Развитие производства бензинов в первую очередь связано со стремлением улучшить основное эксплуатационное свойство топлива – детонационную стойкость, численным эквивалентом которой является октановое число (ОЧ) бензина. Для повышения детонационной стойкости бензина используются различные методы, такие как: использование в качестве базовых компонентов бензинов наиболее высокооктановых вторичных продуктов переработки нефти; широкое использование компонентов с высокими детонационными характеристиками (изопарафины, ароматические углеводороды), а также применение антидетонационных присадок и добавок-оксигенатов.

Так как вовлечение различных компонентов, в частности, ароматических углеводородов и бензола в производство бензина ограничивается экологическими стандартами, а добавки и присадки являются весьма дорогостоящими, любой производитель старается выбрать в качестве базовых компонентов бензина наиболее высокооктановые потоки. В связи с этим вопрос исследования сырья процесса компаундирования является крайне актуальным.

Ранее на кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики Института природных ресурсов ТПУ была разработана компьютерная моделирующая система для расчета процесса компаундирования «Compaunding», позволяющая рассчитывать октановые числа потоков с учетом возникающих межмолекулярных взаимодействий, а также учитывать влияние добавок и присадок на прирост октанового числа товарного бензина.

В ходе работы были исследованы составы и свойства базовых компонентов процесса компаундирования, таких как изомеризаты, алкилаты и риформаты различных нефтеперерабатывающих предприятий страны. С использованием разработанной моделирующей системы «Compaunding» были рассчитаны октановые числа по моторному (ОЧМ) и исследовательскому (ОЧИ) методам, исследовано влияние состава потока на октановое число, а также разработаны рецептуры смешения бензина марки Регуляр-92, отвечающие всем требованиям ГОСТ Р 51866-2002 и Технического регламента.

УДК 539.232

Е.В. СЕМКИНА, Б.И. БАЙРАЧНЫЙ

ФОРМИРОВАНИЕ МЕДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Национальный технический университет,
Харьковский политехнический институт

Интенсивное развитие науки и техники обусловливает необходимость формирования материалов с новыми функциональными характеристиками. Внимание многих исследователей привлекают структуры на основе матрицы упорядоченного пористого оксида алюминия (ПОА), в поры которой внедрены различные металлы, оксиды и пр. Особый интерес пред-

ставляют наноструктуры на основе меди, которые возможно применить в опто-, микроэлектронике, гетерогенном катализе, сенсорных системах. Наиболее эффективным способом заполнения матрицы является электрохимический метод, позволяющий с высокой точностью контролировать скорость и полноту заполнения пор.

Пленки Al_2O_3 получали на алюминиевой фольге чистотой 99,99 % в растворах щавелевой кислоты различной концентрации при варьировании формирующего напряжения. Для осаждения меди использовали мембраны, полученные при напряжении 55 В в 0,5М $(COOH)_2$ (диаметр пор 52 нм, объем пор составил 12% объема оксида, пористость $16 \cdot 10^9$ пор/см^2) толщиной 140 мкм, микрофотографии которых показали наибольшую степень упорядоченности. Электролит меднения содержал $CuSO_4$ – 0,1М, $KNaC_4H_4O_6$ – 0,25М, pH 9.

Данные СЭМ и рентгеновской дифрактометрии показали наличие в ПОА медных нановолокон. Результаты электрохимической импедансной спектроскопии (рис. 1), полученные до и после осаждения меди, показали резкое уменьшение модуля импеданса после внедрения металла в поры.

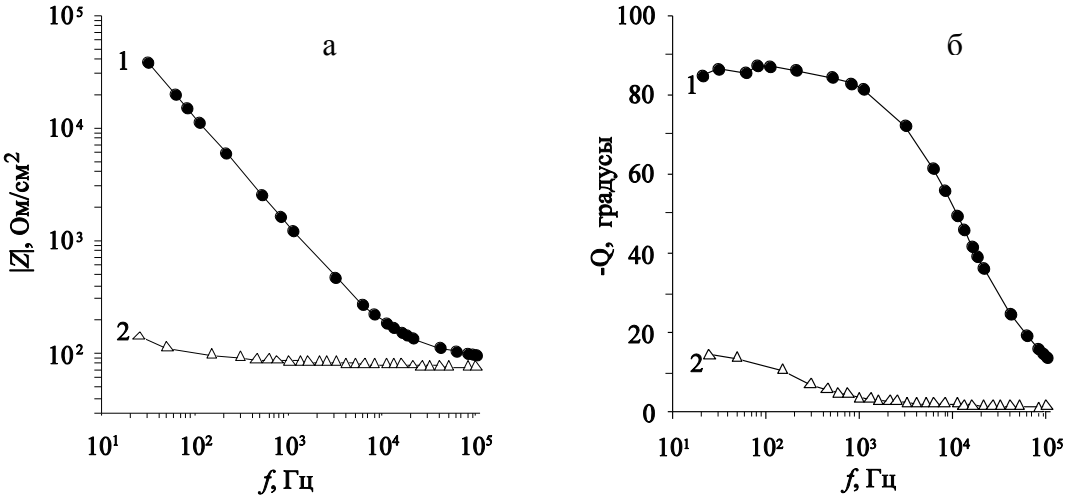


Рис. 1. Изменение модуля импеданса (*а*) и фазового угла *(б*) матрицы анодного оксида алюминия до *1* и после *2* осаждения меди

Изучена кинетика электроосаждения путем снятия потенциостатических поляризационных кривых. Выявлено, что восстановление металла в порах контролируется смешанной кинетикой с предшествующей замедленной стадией распада тартратного комплекса меди. По количеству электричества, пропущенного при различных плотностях тока, определили параметры электролиза, способствующие высокой степени заполнения матрицы медью.

УДК 664.3

Т.С. СМЫСЛОВА, Т.Н. СОКОЛОВА, А.В. КУЗЬМИН

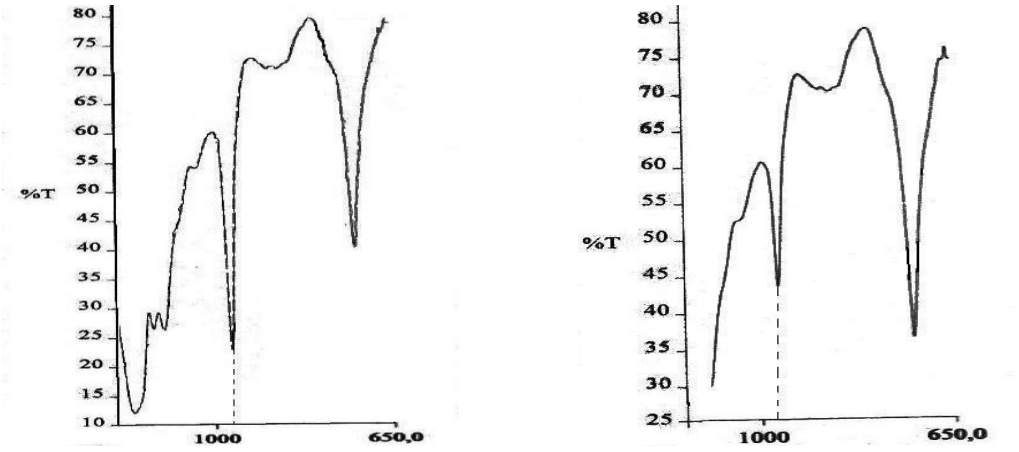
ПОДБОР МАСЛОЖИРОВОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ САЛОМАСА С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ТРАНСИЗОМЕРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Традиционным сырьем для твердых пищевых масложировых продуктов является саломас марки ПМ2 – продукт гидрирования рафинированных растительных масел, в основном линолево-олеиновой группы. Механизм гетерогенного каталитического гидрирования является причиной образования в качестве побочных веществ – трансизомеров жирных кислот (до 40%). Вступление России в ВТО привело к пересмотру требований к допустимым уровням содержания трансизомеров жирных кислот для твердых масложировых продуктов.

Поскольку образование трансизомеров связано с механизмом гидрирования, то одним из направлений снижения их содержания может быть правильный подбор исходного сырья для получения саломаса.

В настоящей работе предложено для гидрирования использовать жидкую фракцию пальмового масла (пальмовый олеина), а также комбинации пальмового олеина и подсолнечного масла. Опытные образцы были получены на пилотной установке. Содержание трансизомеров определялось с использованием ИК-Фурье-спектрометра, после преобразования жирных кислот в метиловые эфиры, по максимуму базовой линии (966-968 $см^{-1}$), которая устанавливается по градуировочному раствору, содержащему 70% трансизомеров.



I II

Рис. 1. Хроматограммы метиловых эфиров:
I – гидрогенизованного подсолнечного масла; II – гидрогенизованного пальмового олеина

Анализ саломаса на основе пальмового олеина показал его соответствие основным физико-химическим показателям саломаса ПМ2, при этом содержание транс-изомеров составляет 20,6%. Для сравнения в саломасе, полученном гидрированием подсолнечного масла, количество трансизомеров 52,7%; комбинации подсолнечное масло - пальмовый олеин (70:30) – 33,1%, подсолнечное масло - пальмовый олеин (60:40) – 31,6%.

Таким образом, пальмовый олеин может быть рекомендован для получения саломаса пищевого назначения.

УДК 543.421

И.А. СПИРИН, А.Н. ПЕТУХОВ, И.Ю. КАЛАГАЕВ, А.В. ВОРОТЫНЦЕВ,
И.И. ГРИНВАЛЬД, И.В. ВОРОТЫНЦЕВ

ИК-СПЕКТРАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АКВАКОМПЛЕКСОВ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ В МАТРИЦЕ KBr

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вода, как известно, является системой, состоящей из свободных молекул и кластеров, в которых появляется подвижный атом водорода, связанный одновременно с несколькими молекулами воды и способный достаточно легко переноситься от одной молекулы к другой. Такие частицы можно представить в форме сольватированного гидроксоний иона $[OH^{-}(H_3O)^{+}\cdot(H_2O)_n]$. В соответствии с этим при взаимодействии с компонентом **A** - акцептором протона, могут образоваться комплексы свободных молекул воды типа **A**···H···OH (1) и интермедиаты **A**···H^{+}···$H_{2n}On$ (2), являющиеся комплексами молекулярных ансамблей, со сдвигом или переносом атома водорода к компоненту **A**. В первом случае следует ожидать

появление ИК-полос, относящихся к комплексу, в высокочастотной области (диапазон валентных колебаний молекулы воды), а для комплексов второго типа в среднечастотной области, поскольку валентные колебания связанного протона в кластерах воды проявляются при 2400 - 2200 $см^{-1}$. В настоящей работе, с использованием разработанной нами методики, показано для нескольких систем существование комплексов типа (1) и (2), стабилизированных в матрице бромистого калия.

При насыщении порошка KBr водой и аммиаком появляются новые полосы, которых нет в ИК-спектре исходных компонентов, как в высокочастотной области (3240 $см^{-1}$), так и среднечастотной (1420 $см^{-1}$). Среднечастотная полоса близка по положению к валентным колебаниям в аммонийных солях. В случае CO_2 так же, как для аммиака, появляются новые полосы и в высокочастотной (3120, 2925 $см^{-1}$), и в среднечастотной (1385 $см^{-1}$) области. Поскольку для всех этих полос наблюдается изотопный сдвиг (H/D), равный 1,35-1,36, для смеси, содержащей D_2O, данные полосы были отнесены к колебаниям атома водорода в аквакомплексах двух типов: в высокочастотной области к комплексу (1), а в среднечастотной к комплексу (2).

В системе, содержащей молекулы бензола и воды, новые полосы наблюдаются только в среднечастотном диапазоне (около 1740 $см^{-1}$). При увеличении содержания воды в смеси эта полоса исчезает, но появляется полоса при 1458 $см^{-1}$. Для смеси, содержащей бензол и D_2O, проявляются две новые полосы поглощения при 1072 $см^{-1}$, (ν_H/ν_D)=1,36 и при 1022 $см^{-1}$, (ν_H/ν_D)=1,35. Мы предполагаем, что в этом случае в системе образуются только комплексы типа (2).

Для смеси, содержащей щелочь (NaOH), наблюдаются несколько новых полос только в высокочастотной области (3100-2300 $см^{-1}$) , а в смеси с D_2O полоса 1815 cm^{-1}, что соответствует изотопному сдвигу (H/D) валентных колебаний атомов водорода. Для системы соль щелочного металла (Na_2CO_3, $NaNO_3$) – вода новые полосы проявляются в области 2800-2500 $см^{-1}$ и смещаются до 2085, 1855 $см^{-1}$ для Na_2CO_3 и до 2315 $см^{-1}$ для $NaNO_3$ в смеси с D_2O.

Таким образом, в матрице KBr были зафиксированы аквакомплексы, как с переносом атома водорода, типа (2), так и интермедиаты без такого переноса, типа (1).

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, грант №14-08-00898-а.

УДК 544.43

Е.В. СТЕПАШИНА

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Стерлитамакский филиал
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Одной из важнейших задач химической кинетики является установление механизмов протекания сложных химических реакций. Обратная кинетическая задача – это задача восстановления вида кинетической модели и ее параметров на основе экспериментальных данных.

Зависимость константы скорости реакции от температуры определяется по уравнению Аррениуса:

$$k_j(T) = k_{0j} \exp\left(-\frac{E_j}{RT}\right) \ (j = 1,\ldots, m), \qquad (1)$$

где k_{0j} – вектор значений предэкспоненциальных множителей (их размерность совпадает с размерностью k_j); E_j – значение энергии активации j-й стадии (кДж/моль); T – температура протекания реакции (К): R – универсальная газовая постоянная (8,31 Дж/(моль·К)).

Для решения задачи идентификации математической модели схемы реакции необходимо рассчитать значения кинетических констант k_{0j} и энергий активации E_j (j=1,..,m, m – количество стадий схемы реакции), исходя из которых определяются константы скоростей стадий согласно уравнению Аррениуса. Процедура решения обратной задачи состоит в поиске констант скоростей стадий, минимизирующих функционал отклонения между расчетными и экспериментальными значениями концентраций веществ, т.е. в решении экстремальной задачи [1]:

$$Q = \sum_{i=1}^{l}\sum_{j=1}^{n}\left|C_{ij}^{P} - C_{ij}^{\Э}\right| \to \min, \qquad (2)$$

где C_{ij}^{P} – расчетные значения концентраций веществ; $C_{ij}^{Ý}$ – значения концентраций веществ, полученные экспериментальным путем; l – количество точек эксперимента; n – количество веществ.

Существенными недостатками большинства численных методов поиска экстремума функций являются трудности в достижении сходимости процесса, которая напрямую зависит от выбора начального приближения.

В настоящее время широко применяются методы компьютерной симуляции и разработанные на их основе генетические алгоритмы, которые позволяют эффективно находить глобальный оптимум за приемлемое время. Одним из достоинств генетических алгоритмов является то, что для них неважно начальное приближение.

Таким образом, для нахождения минимума функционала отклонения между расчетными и экспериментальными данными (2) можно построить генетический алгоритм. Тогда найденные с его помощью константы скоростей стадий химической реакции не будут зависеть от выбранного начального приближения.

---

1. **Спивак, С.И.** Обратные задачи химической кинетики: учеб. пособие / С.И. Спивак, И.М. Губайдуллин, Е.В. Вайман. – Уфа: РИО БашГУ, 2003. – 110 с.

УДК 628.477:678:546.26

Д.В. СЫЧЕНКО, А.М. ВОЛОДИН, В.В. ЛАРИЧКИН, Н.Ю. ЧЕРКАСОВА

УТИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ СФЕРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ УГЛЕРОДА

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,
Новосибирский государственный технический университет

Анализ состояния и тенденций развития объектов наноиндустрии в настоящее время позволяет сделать вывод о том, что одной из наиболее перспективных областей нанотехнологий является синтез углеродных наноматериалов, представляющих собой аллотропные модификации углерод. Широкое использование структурных образований углерода в промышленности обусловлено их физико-химическими свойствами. Присутствие таких соединений в композиционных смесях во многих случаях положительно влияет на свойства получаемого продукта.

Для решения экологических проблем, связанных с утилизацией пластиковых отходов, мы предлагаем новый способ переработки, который преобразует пластиковые отходы в структурированный углерод. Такой материал может обладать многими привлекательными потребительскими свойствами, например, высокой проводимостью и механической прочностью, интересными химическими и поверхностными свойствами. Потенциальными областями применения структурированного углерода могут быть - механические приводы, электроника, катализ, датчики, композитные материалы и др.

В данной работе для получения структурных модификаций углерода из полимерных отходов использовался метод RAPET (Reaction under Autogenic Pressure at Elevated Temperatures), предложенный группой исследователей во главе с профессором А. Геданкеным. Его достоинство в том, что это одноступенчатый, технологически простой способ получения сферических микрочастиц углерода. Применение его для утилизации пластиковых отходов может быть целесообразно, потому, что исключается необходимость разделения отходов, что значительно снижает стоимость полученного продукта и уменьшает время проведения процесса.

В качестве исследуемых материалов были использованы образцы пластиковых отходов: полиэтилен, ABS-пластик (сополимер акрилонитрила с бутадиеном и стиролом), полихлорвинил, тефлон (полифторированный углерод). Тефлон в данном эксперименте был использован как полимер, не содержащий в своем составе атомов водорода и, следовательно, не образующий радикалов при деструкции.

С помощью растрового электронного микроскопа EVO50 XVP был проведен анализ различных образцов полимерных отходов, в результате которого было изучено образование структурированного углерода от аморфного состояния до упорядоченной структуры.

Для определения температуры, при которой начинается процесс разрушения полимерных отходов, были проведены ЭПР-измерения, позволяющие фиксировать процесс начала деструкции полимера.

Полученная структурированная форма углерода является промежуточным продуктом процесса термолиза углеродсодержащих соединений. В присутствии катализаторов структурированный углерод способен преобразовываться в углеродные наноструктуры (нанотрубки, нановолокна). В настоящее время ведутся работы по изучению этих процессов. Результаты исследований влияния катализатора на происходящие превращения будут изложены в дальнейших публикациях.

УДК 614.75

Р.С. ФЕДЮК

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

Дальневосточный федеральный университет

Не только лишь технические характеристики, но и другие, не менее важные критерии следует учитывать при оценке материалов для строительства. Воздействие, оказываемое этим материалом на окружающую среду и здоровье человека, является одним из приоритетных параметров безопасности. В наши дни при строительстве зданий большое внимание уделяется аспектам здоровья, в строительной сфере принята концепция HSE (Health, Safety, Environment – здоровье, безопасность, окружающая среда), вводится добровольная Система сертификации «Зеленые стандарты», зарегистрированная 18 февраля 2010 года Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, разработанная в рамках осуществления планов Министерства природных ресурсов России по введению проекта национального стандарта «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

В.В. Мальцев приводит факты, что пенополистирол - опасный материал в строительстве. ППС – газонаполненный пенопласт на основе полистирола (ПС). Основная токсикологическая полистирола и пенополистирола заключается в том, что ПС относится к равновесным полимерам, которые при обычных условиях эксплуатации подвержены процессу деполимеризации и в результате уже при обычных условиях эксплуатации ПС находится в равновесии со своим высокотоксичным мономером – стиролом, который из любой конструкции постоянно испаряется.

Член-корреспондент Российской академии наук Борис Гусев и его коллеги обнаружили, что за период эксплуатации разлагается до 10–15% пенополистирола, притом разложив-

шаяся часть – на 65% стирол, который имеет повышенные кумулятивные свойства – накапливается в печени, но не выводится. От микродоз стирола страдает сердце, особые проблемы возникают у женщин.

Концентрация стирола в полистироле зависит от температуры (повышение температуры вызывает повышение концентрации стирола). При температуре 25°С концентрация стирола в полистироле составляет 10,6 Кмолей/м^3. Так как один Кмоль ПС составляет 104 грамма, то при 25°С в 1 м^3 ППС будет содержаться 104 микрограмм стирола, что очень много с учетом того, что величина ПДК для развитых стран составляет 0,002 мг/м^3 для воздуха населенных мест и помещений.

Основной метод получения стирола – каталитическое дегидрирование этилбензола, который в дальнейшем как примесь сопровождает стирол и попадает в состав ПС и ППС. Технический этилбензол (из которого получают стирол), в свою очередь содержит примеси бензола, толуола, кумола, этилтолуола и др.

При окислении стирола кислородом воздуха образуется бензальдегид и формальдегид. Международное агентство по исследованию рака, являющееся частью Всемирной организации здравоохранения, признало, что накоплено достаточно данных, что это вещество может вызывать онкологические заболевания (повышенный риск развития раковых опухолей носоглотки).

Таким образом, налицо тот факт, что ППС является экологически опасным материалом, поэтому внутренний контакт его с помещениями недопустим. В качестве варианта решения данной проблемы может быть предложено утепление стены с наружной стороны.

УДК 541.136

А.И. ЧИЯНОВА, А.А. БАЧАЕВ

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ЦИНКАМИН-02 НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРООСАЖДЕННОГО ПОРОШКОВОГО ЦИНКОВОГО ЭЛЕКТРОДА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И РАЗРЯДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для обеспечения высокой работоспособности на интенсивных режимах разряда резервного источника тока цинковый электрод должен иметь высокоразвитую поверхность, электропроводный каркас и в то же время быть достаточно прочным. Этого удалось достичь электролитическим осаждением губки цинка на медный освинцованный токоподвод из цинкатных растворов с добавкой Цинкамин-02 с выходом по току цинка не менее 60 % при заданной катодной плотности тока 40 А/дм^2. Несмотря на высокий коэффициент использования цинка (не менее 75 %) при разряде плотностью тока 100 мА/см^2, процесс имеет повышенную анодную поляризацию. Это может быть связано с тем, что на поверхности электрода присутствует адсорбционная плёнка добавки. Наличие пленки на поверхности цинкового порошка подтверждают электронно-микроскопические снимки порошков, полученных из электролита с добавкой и без.

При введении в 7 М раствор КОН добавки Цинкамин-02 потенциодинамические анодные кривые на монолитном цинковом электроде характеризуются меньшей величиной пика плотности тока и смещением его в область более положительных потенциалов. Это объясняется тем, что добавка адсорбируется на поверхности электрода, что приводит к экранированию активных участков поверхности и затруднению анодного процесса на цинке.

Присутствие на электроде адсорбционной плёнки добавки Цинкамин-02 препятствует окислению порошка в процессе его отмывки и сушки. Это подтверждается тем, что обработка в спиртово-ацетоновой смеси практически не вызвала изменений степени окисленности

порошка цинка, осажденного из электролита с добавкой (таблица). Кроме того, наличие ингибирующих свойств пленки косвенно подтверждается значениями степени окисленности порошка цинка, полученного из цинкатного электролита без добавки (табл. 1). В результате обработки порошка спиртово-ацетоновой смесью степень окисленности имеет приблизительно тоже значение, что и без обработки осажденного в присутствии добавки.

Таблица 1

Влияние времени обработки порошка цинка в спиртово-ацетоновой смеси на степень окисления порошка, осажденного из цинкатного раствора с добавкой «Цинкамин-02» и без нее, при заданной катодной плотности тока 40 А/дм^2

Состав электролита осаждения порошка цинка	Время обработки в спиртово-ацетоновой смеси, мин	Привес, г	Степень окисления, %
7 М NaOH, 27,5 г/л Zn^{2+}, 10 мл/л добавки «Цинкамин-02»	Без обработки	1,156	7,0
	10	1,153	6,3
	20	1,154	6,9
	30	1,155	7,0
7 М NaOH, 27,5 г/л Zn^{2+}	Без обработки	1,176	31
	15	1,149	8,5

Таким образом, порошковый цинковый электрод, полученный из электролитов с добавкой Цинкамин-02, не нуждается в отмывке в спиртово-ацетоновой смеси для предотвращения окисления цинкового порошка за счет наличия на поверхности частиц цинка адсорбционной пленки добавки. Степень окисленности порошка не превышает 7 %. Использование добавки дает возможность исключить из технологической схемы две операции – вальцевания и сушки в спиртово-ацетоновой смеси.

УДК 543.6

Т.О. ЧУБЕНКО, А.И. ТРИФОНОВА

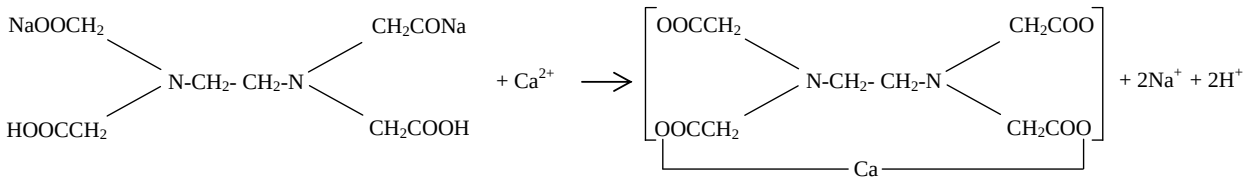
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИНГИБИТОРОВ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ

Белорусский государственный университет, г. Минск

Рассмотрены методы, применяемые для определения эффективности ингибиторов солеотложений в системах оборотного водоснабжения. Отмечены основные недостатки существующих методик: такие, как трудоемкость и материалоемкость, необходимость применения специального, как правило. Дорогостоящего оборудования.

Предложен новый состав для обеспечения ингибирования солеотложения и коррозии комбинации оксиэтилиденфосфониевой кислоты и натриевой соли нитрилотриметилфосфоновой кислоты. Действующие вещества, входящие в состав реагента, безопасны для окружающей среды и здоровья человека, а также эффективны в небольших концентрациях, что отличает данный ингибитор от большинства используемых в промышленности (содержащих.как правило, тяжелые металлы в значительных количествах).

Разработана титраметрическая методика определения эффективности ингибитора, а также метод подбора эффективной концентрации реагента для предотвращения солеотложения. В основе метода лежит реакция комплексообразования с ЭДТА. Эффективность ингибирования определяется методом комплексонометрического титрования кальция как элемента, вносящего наибольший вклад в процессы солеотложения в оборотных циклах:



Методика оценки эффективности ингибирования была проверена на модельном растворе, содержащем сульфат-,карбонат-,хлорид-анионы, катионы кальция, магния, натрия, калия, а также образцы питьевой воды, технической во ОАО «Речицкий метизный завод» и воды оборотного цикла филиала «Минские тепловые сети» РУП «Минскэнерго». С помощью данной методики были подобраны оптимальные концентрации ингибитора для каждого образца. Подтверждена эффективность разработанного состава как ингибитора солеотложения. Установлено, что показатель эффективности имеет сложную зависимость от концентрации реагента. Обоснована целесообразность индивидуального реагента для каждого объекта.

УДК 541.136

Н.Ю. ШАМИНА, А.А. ЧИЯНОВА, А.А. БАЧАЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ «ЦИНКАМИН-02» НА ОСАЖДЕНИЕ ЦИНКА ИЗ ЦИНКАТНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА МЕТОДОМ ПЕРЕМЕННО-ТОКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Предложено [1] в качестве электролита для получения заряженных порошковых цинковых электродов использовать цинкатный раствор, содержащий добавку «Цинкамин-02». Она имеет полимерную структуру, стабильна в щелочных растворах и электронеактивна, обеспечивает высокую рассеивающую способность электролита.

В присутствии добавки «Цинкамин-02» значительно тормозиться разряд ионов цинка, меняется характер образующегося порошка. В растворах без добавки порошок цинка получается рыхлым, частицы плохо сцеплены между собой, а при введении добавки «Цинкамин-02», цинковая губка обладает хорошим сцеплением с основой и частиц между собой, образующийся осадок цинкового порошка компактен и имеет равномерную толщину, что обеспечивает прочный токопроводящий каркас электрода. Известно [2, 3], что подобное влияние добавок на осаждение цинка связано с блокировкой поверхности адсорбированными соединениями. Но не до конца остается ясным, адсорбируются ли на поверхности электрода комплекс цинката с добавкой или сама добавка, создавая энергетический барьер для разряда ионов цинка.

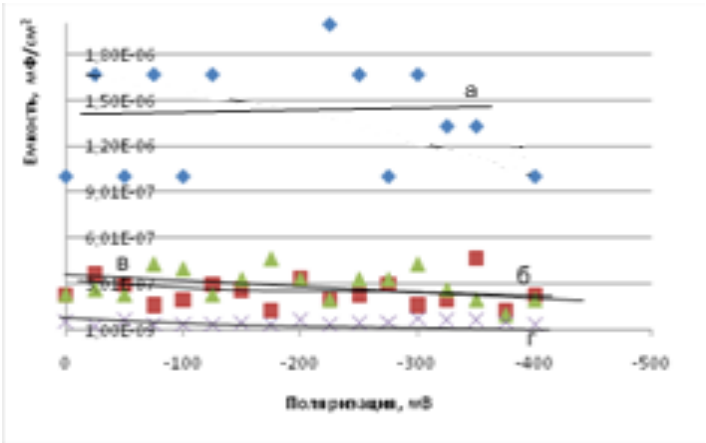


Рис. 1. Зависимость емкости ДЭС от величины поляризации

С целью выявления влияния добавки «Цинкамин-02» на катодный процесс осаждения цинка была определена емкость двойного электрического слоя (ДЭС) цинкового электрода (S=0,28 $см^2$) методом переменно-токовых измерений в растворах следующего состава: 5,32 М NaOH; 5,32 М NaOH и 10 мл/л «Цинкамин-02»; 7 М NaOH и 26,2 г/л [Zn^{2+}]; 7 М NaOH, 26,2 г/л [Zn^{2+}] и 10 мл/л «Цинкамин-02» (в двух последних растворах содержание свободной щелочи 5,32 М).

При введении добавки «Цинкамин-02» в раствор щелочи емкость ДЭС снижается примерно в 10 раз (рисунок) по сравнению с раствором щелочи без добавки, что свидетельствует об адсорбционном действии добавки.

В цинкатном растворе по сравнению со щелочным также наблюдается уменьшение емкости ДЭС примерно на порядок (рисунок). Это может быть связано с адсорбцией комплекса цинката. При введении в цинкатный раствор добавки емкость ДЭС снизилась еще на порядок (рис. 1), т.е. можно сделать вывод, что добавка адсорбируется вместе с комплексным ионом цинката.

Библиографический список

1. **Шамина, Н. Ю.** Оптимизация состава раствора для получения цинковых порошкообразных электродов / Н.Ю. Шамина [и др.] // Будущее технической науки: сборник материалов XII Международной молодежной научно-технической конференции; НГТУ. – Н. Новгород, 2013. С. 402–403.
2. **Алексеева, М.Е.** Влияние высокомолекулярных поверхностно-активных веществ на катодный и анодный процессы на цинковом электроде в щелочной среде / М.Е. Алексеева [и др.] // ЖПХ. 1976. № 3. С. 573–576.
3. **Блинов, В.М**. Электроосаждение цинка из щелочных растворов с добавкой полимерной тетраалкиламмониевой соли. / В.М. Блинов [и др.] // Электрохимия. 1988. Вып. 4. С. 461-465

УДК 663. 242

Ю.С. ЯШИНА, А.И. КУШНАРЕВА, А.А. ПЕРЕТРУТОВ,
Е.Н. САЖИНА, Г.В. ПАСТУХОВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ БРОЖЕНИЯ ЯБЛОЧНОГО СУСЛА ВИННЫМИ ДРОЖЖАМИ

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

Выполненная научная работа была посвящена нахождению оптимальных условий брожения яблочного сусла с помощью дрожжей типа Oeno-FERM 300, E2-FERM, Oeno-FERM C2 с получением концентрации этанола не менее 8%. Исследование проводили по методике, соответствующей пособию «Микробиология виноделия» в редакции Н.И. Бурьян. В ходе исследования определяли массу выделившейся углекислоты и количество зрелых клеток в разводке концентрата 1:5 с добавлением глюкозы или сахарозы или мальтозы из расчета 20 г на 150 мл сусла. Сусло предварительно стерилизовали, затем, охладив, вводили сухие дрожжи из расчета 0,15 кг/т. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Брожение идет неравномерно, начальный период характеризуется увеличением скорости, максимальная скорость наблюдается в интервале от 24 до 100 ч. Увеличение скорости брожения вызывается ростом числа зрелых клеток дрожжей, что определяется микрокопированием бродящего сусла с помощью камеры Горяева. На восходящей ветви кривой скорости брожения рост числа клеток запаздывает, максимальное число клеток соответствует максимальной скорости брожения. Логарифм наибольшего количества клеток Oeno-FERM 300 составляет 10,5, что соответствует 10,5 млрд клеток в одном миллилитре. Снижение скорости брожения объясняется обеднением субстрата и увеличением концентрации спирта как продукта метаболизма дрожжей. Кроме того, клетки существуют в искусственно обедненном субстрате без добавления азота, фосфора и серы в виде диаммонийфосфата и сульта аммо-

ния. Для использования естественно чистой культуры клетки дрожжей отделяли от сброженного сусла и количественно вводили в свежие порции субстрата и вновь определяли скорость брожения и численность клеток.

Таблица 1

Спиртообразующая способность дрожжей Oeno-FERM 300, E2-FERM, Oeno-FERM C2

Состав сусла	Яблоко и глюкоза			Яблоко и глюкоза (повтор)			Яблоко и сахароза		
Штамм дрожжей	300	E2	C2	300	E2	C2	300	E2	C2
Количество выделившегося углекислого газа (через восемь суток брожения), г	7,33	8,075	8,625	7,65	6,73	6,85	9,94	8,335	8,28
Максимальная скорость брожения,г/(л*ч)	0,45	0,426	0,533	0,476	0,407	0,308	0,759	0,631	0,455

По полученным результатам установлено, что дрожжи повторного использования штамма Oeno-FERM 300 так же активны, как и свежие, E2-FERM – несколько уступают, Oeno-FERM C2 – теряют свою активность. Максимальное число клеток в процессе роста и брожения для Oeno-FERM 300 остается в том же интервале.

Таким образом, из проведенных исследований следует, что наибольшей активностью обладают дрожжи штамма Oeno-FERM 300, они пригодны для многократного использования и дают повышенную концентрацию спирта, как на моносахариде, так и на дисахариде, что соответствует 100 и 150 кг 100%-ного спирта за восемь суток брожения с одного кубометра сусла.

СЕКЦИЯ 10

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 681.5:004

А.Ф. АНТИПИН

STEP-TIME АЛГОРИТМ ИНТЕРВАЛИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Стерлитамакский филиал
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Известно, что в нечетких регуляторах из-за наложения смежных термов друг на друга требуется в каждом цикле сканирования системы правил отрабатывать алгоритм фаззификации полностью, независимо от текущего значения непрерывной физической величины.

В многомерном нечетком интервально-логическом регуляторе, который служит разновидностью нечетких регуляторов, используется STEP-TIME (т. е. непрерывный в течение некоторого периода времени) алгоритм интервализации непрерывных величин.

Например, при прямом характере определения принадлежности термов система продукционных правил STEP-TIME алгоритма интервализации физической величины x будет иметь вид [1]:

IF $x < x_0$ **THEN** *ALARM*;
IF $x < x_1$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_1^{(x)}$;
IF $x < x_2$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_2^{(x)}$;
…
IF $x \le x_n$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_n^{(x)}$ **ELSE** *ALARM*;

или

IF $x > x_n$ **THEN** *ALARM*;
IF $x \ge x_{n-1}$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_1^{(x)}$;
IF $x \ge x_{n-2}$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_2^{(x)}$;
…
IF $x \ge x_0$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_n^{(x)}$ **ELSE** *ALARM*;

в зависимости от порядка распределения термов T на оси (прямой или обратный).

При обратном характере определения принадлежности термов:

IF $x < x_0$ **THEN** *ALARM*;
IF $x \le x_1$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_1^{(x)}$;
IF $x \le x_2$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_2^{(x)}$;
…
IF $x \le x_n$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_n^{(x)}$ **ELSE** *ALARM*;

или

IF $x > x_n$ **THEN** *ALARM*;
IF $x > x_{n-1}$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_1^{(x)}$;
IF $x > x_{n-2}$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_2^{(x)}$;
…

IF $x \geq x_0$ **THEN** $T^{(x)} \equiv T_n^{(x)}$ **ELSE** *ALARM*;

в зависимости от порядка распределения термов T на оси (прямой или обратный).

Таким образом, STEP-TIME алгоритм интервализации непрерывных физических величин завершает обработку или сканирование системы продукционных правил после нахождения терма, значение которого равно логической единице в текущий момент t.

---

1. **Антипин, А. Ф.** Об одном способе анализа структуры многомерного четкого логического регулятора // Прикладная информатика. 2012. № 5. С. 30–36.

УДК 004

А.Ф. АНТИПИН

ВОПРОСЫ ТЕСТИРОВАНИЯ И ОТЛАДКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Стерлитамакский филиал
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Информационные и коммуникационные технологии с каждым днем все больше и больше входят в нашу жизнь в тех или иных формах. Люди тесно связаны с ними на работе и в жизни. Интернет, социальные сети и электронная почта стали неотъемлемой ее частью. Связующим звеном этих и других технологий являются программы, которые представляют собой алгоритмы, записанные на том или ином языке.

Известные методы верификации программ, такие как тестирование и отладка, не позволяют в полной мере подтвердить правильность заложенных в них алгоритмов [1]. Актуальность разработки подобных методов сложно переоценить. Так, автору известны случаи пуска в эксплуатацию автоматических систем с ошибками в программах работы контроллеров, выявляемых только после возникновения аварийных ситуаций.

Таким образом, при разработке и создании программ возникает необходимость в автоматизации некоторых функций программистов, отвечающих за проверку и анализ семантики кода, во избежание ошибок, связанных с человеческим фактором.

Целью семантического анализа программ служит выявление смысловых ошибок в их коде до начала процесса тестирования и отладки, что дает возможность увеличить эффективность программ, снизить стоимость и сократить сроки разработки.

Автором предлагается использовать в процессе разработки и отладки программ методику семантического анализа структуры многомерного логического регулятора [2] (МЛР), что позволяет выявить повторяющиеся, взаимодополняющие и противоречащие друг другу операторы.

Для того чтобы осуществить полноценный автоматический анализ программы с использованием данной методики необходимо, как минимум:

1) задать диапазоны значений, которые могут принимать переменные в процессе работы программы;

2) внутри диапазонов для каждой переменной необходимо выделить интервалы (термы), при попадании в которые любой из переменных происходит отработка какого-либо продукционного правила;

3) составить таблицу взаимосвязей между всеми переменными программы;

4) составить систему правил для всех переменных программы, значения которых формируются в результате вычислений некоторых логических функций, аргументами которых служат взаимосвязанные переменные.

Семантический анализ программ МЛР выполняется автоматически при помощи специально разработанного программного обеспечения [3].

Библиографический список

1. **Синицын, С. В**. Верификация программного обеспечения / С.В. Синицын. Н.Ю. Налютин. – М.: БИНОМ, 2008. – 368 с.
2. **Антипин, А. Ф.** Об одном способе анализа структуры многомерного четкого логического регулятора // Прикладная информатика. 2012. № 5. С. 30–36.
3. **Антипин, А. Ф**. Система автоматизированной разработки многомерных логических регуляторов с переменными в виде совокупности аргументов двузначной логики // Автоматизация в промышленности. 2011. № 3. С. 12–16.

УДК 681.5

Д.И. БАРАНОВА, Н.И. БАРАНОВА

АНАЛИЗ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ РАСХОДОМЕРА ПЕРЕМЕННОГО ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева,
Дзержинск политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Расходомер переменного перепада давления (РППД) – это измерительный комплекс, основными узлами которого являются: сужающее устройство (СУ), дифманометр и выходной прибор. Принцип работы расходомера заключается в том, что в измерительном трубопроводе, устанавливают СУ, создающее местное сужение потока. Вследствие перехода части потенциальной энергии потока в кинетическую, средняя скорость потока в суженном сечении повышается, в результате чего – статическое давление в этом сечении становится меньше статического давления перед СУ. Разность этих давлений тем больше, чем больше расход протекающей среды.

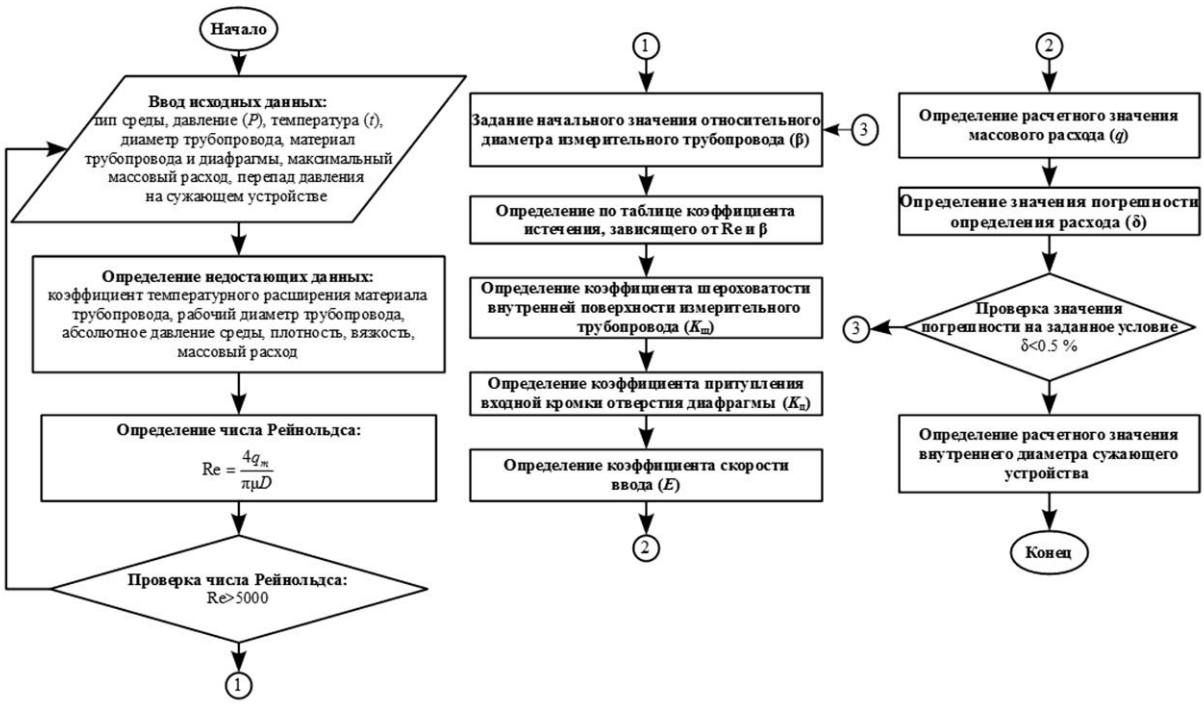


Рис. 1. Алгоритм расчета сужающего устройства расходомера переменного перепада давления

Основной задачей расчета сужающего устройства РППД является определение его сечения, при котором максимальному перепаду давления при принятых исходных условиях будет соответствовать максимальный расчетный расход измеряемой среды. Метод расчета

изложен в ГОСТ 8.563.1 – 3 – 97 «Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления». На основании данного метода в среде Visual Basic был разработан программный продукт «Расход». Программа позволяет определить внутренний диаметр сужающего устройства, соответствующий заданному расходу вещества, протекающему по технологическому трубопроводу, с учетом исходных данных. Алгоритм расчета представлен на рис. 1.

По результатам расчета программа сформирует отчет, содержащий иллюстративный материал, в виде самого сужающего устройства выбранного типа, его численных геометрических характеристик, а также данные, полученные при расчете.

Таким образом, в работе была изучена методика расчета сужающих устройств расходомера переменного перепада давления, проанализирован алгоритм работы программы «Расход».

УДК 681.5

Н. И. БАРАНОВА

РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА КАРБАМИДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Анализ современных методов промышленного синтеза карбамида показал, что процесс основан на реакциях А. И. Базарова. Из всех известных способов получения карбамида широкое промышленное значение получил процесс синтеза карбамида из аммиака и диоксида углерода по схеме со стриппинг-процессом. Метод получения карбамида основан на взаимодействии аммиака и двуокиси углерода в жидкой фазе. При этом основной процесс протекает в колонне синтеза в две стадии: превращение аммиака (NH_3) и двуокиси углерода (CO_2) в карбамат аммония (NH_4COONH_2); дегидратация карбамата аммония и образование карбамида ($CO(NH_2)_2$).

Важную роль при решении задач об эффективной работе химико-технологических производств, а также об улучшении качества выпускаемой продукции занимают задачи автоматизации, как производства в целом, так и отдельных его участков. Функционирование технологического процесса (ТП) невозможно без системы управления, обеспечивающей пуск и вывод ТП на безопасный устойчивый режим функционирования, изменение нагрузки в процессе работы и т. д. Предлагаемая система управления процессом синтеза имеет классическую трехуровневую структуру: нижний уровень, включающий средства измерения и исполнительные механизмы; средний уровень, представленный микропроцессорным контроллером; на верхнем уровне располагается станция оператора, позволяющая реализовывать централизованный контроль параметров и дистанционное управление процессом на основе математической модели.

Рассматриваемый ТП относится к сложным объектам управления, которым характерен ряд особенностей, связанных с нелинейностью его характеристик, большими транспортными и переходными запаздываниями в каналах управления, высоким уровнем контролируемых и неконтролируемых возмущений, отсутствием автоматических измерителей ряда важных параметров.

Важным показателем производства является степень конверсии CO_2 в карбамид. Отсутствие автоматических измерителей данного параметра создает значительные трудности в реализации высокоэффективных систем управления ТП производства карбамида. Длительное время только лабораторные анализы являлись основным источником информации о качестве ведения процесса синтеза карбамида. Однако в настоящее время известно несколько подходов к автоматическому контролю степени конверсии углекислоты в карбамид.

Экспериментально установлено, что степень конверсии диоксида углерода в карбамид

зависит от взаимного влияния всех параметров синтеза – температуры, давления, времени пребывания реагирующих веществ в реакционном объеме, чистоты исходных компонентов и соотношения между ними. Так как все параметры технологического процесса взаимосвязаны, возможно применить «информационно-технологический» подход к оценке степени конверсии, основанный на математическом моделировании ТП синтеза и дистилляции карбамида. Для реализации подхода потребуются достоверные математические модели, разработанные с использованием информации о кинетике, гидродинамике, тепловых и массообменных процессах.

Разработанные математические модели могут служить не только для оценки степени конверсии, но и для расчета оптимального мольного соотношения исходных компонентов. Полученная информация используется для управления ТП, способствующего получению максимально возможной степени конверсии диоксида углерода в карбамид.

УДК 541.12.085

М.М. БОРИСОВА

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО КОНТУРА НА МЭМС

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

Задача постоянного повышения точности информационных систем с одновременным улучшением массогабаритных характеристик имеет актуальность на сегодняшний день. В докладе рассматривается такая задача применительно к информационной системе резервного контура (ИСРК). Она предназначена для формирования, индикации и выдачи потребителю гиромагнитного курса, заданного курса, углов крена и тангажа, давления у поверхности Земли, абсолютной и относительной барометрической высот, вертикальной и приборной скоростей, а также для индикации параметров, поступающих на вход системы от бортовой аппаратуры.

В состав блока ИСРК входят:

- модуль фильтров, три вторичных источника питания, модуль защиты и фильтрации;
- делитель напряжения;
- блок датчиков ориентации;
- два датчика давления;
- модуль преобразования;
- модуль сопряжения;
- процессорный модуль;
- адаптер интерфейса;
- видеомодуль.

В качестве основного прототипа ИСРК была выбрана интегрированная система резервных приборов ИСРП-26 ОАО «АНПП «ТЕМП-АВИА» (Россия) [1]. В проектируемой ИСРК для определения параметров угловой скорости и линейного ускорения используются датчики первичной информации, основанные на микроэлектромеханических системах (МЭМС), которые передают информацию в цифровом виде. Популярность данных устройств обусловлена рядом причин, основными из которых являются миниатюрность, высокая надежность, функциональность, малое энергопотребление, простота интегрирования, стойкость к внешним воздействиям, низкая стоимость.

Для реализации ИСРК предлагается заменить в ИСРП-26 три акселерометра с магнитоэлектрической обратной связью компенсационного типа традиционного исполнения на трехосевой микроэлектромеханический акселерометр и три волоконных датчика вращения на трехосевой датчик угловых скоростей *STIM210* компания *Sensonor* (Норвегия) [2]. Выход-

ной сигнал, поступающий с датчиков традиционного исполнения, является аналоговым, и для его преобразования в цифровой код необходима плата преобразования сигнала, что усложняет работу прибора. Микроэлектромеханические датчики *STIM210* и трехосевой акселерометр выдают измеряемые параметры в виде цифровых сигналов, поэтому нет необходимости ставить плату преобразования аналоговых сигналов. Переход на МЭМС-технологии позволит повысить точность ИСРК, снизить массу системы на 22 % и уменьшить габаритные размеры на 15 %.

Библиографический список

1. ИСРП-26 ОАО АНПП «ТЕМП-АВИА» [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.temp-avia.ru/index-5.htm
2. *STIM210* компания *Sensonor* [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.sensonor.com/gyro-products/gyro-modules/stim210.aspx

УДК 681.2

К.Е. БЫКОВА

ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕГРАЛЬНОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ

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

Целью работы является оптимизация параметров чувствительного элемента интегрального датчика абсолютного давления тензорезисторного типа. Такие датчики применяют в химической промышленности для измерения технологических параметров давления, расхода (количества) жидких и газовых сред при производстве химической продукции; в атомной энергетике для измерения параметров давления, перепада давления, расхода теплоносителя, измерения статодинамических режимов пара, паро-водной смеси на реакторах; в нефтяной и газовой промышленности для измерения параметров давления и расхода на скважинах нефти и газа и т.д.

Чувствительный элемент исследуемого датчика давления представляет собой кремниевую мембрану с расположенными на ней интегральными тензорезисторами. Задача работы заключалась в определении формы, размеров и места расположения тензорезисторов на мембране, при которых чувствительность датчика была бы максимальной, а погрешность линейности – минимальной.

Известные аналитические зависимости механических напряжений плоской мембраны от координат *x* и *y* не учитывают несимметрию формы мембраны, вызванную анизотропным травлением, и собственно анизотропию материала. Для точного определения распределения механических напряжений по плоскости мембраны под действием давления была разработана модель мембраны в пакете программ ANSYS.

В ходе моделирования были определены области наибольшей концентрации напряжения. Исходя из полученных данных, было решено разместить два тензорезистора ближе к центру мембраны, где имеет место максимальная отрицательная деформация, а два других тензорезистора в краевой области, с максимальной положительной деформацией.

Из-за большой нелинейности распределения механических напряжений в области их максимальной концентрации механические напряжения по длине одного тензорезистора распределяются неравномерно. Для учета неравномерности механических напряжений в тензорезистроре для предполагаемой области размещения тензорезистора путем аппроксимации степенным полиномом данных численного моделирования получена аналитическая зависимость механических напряжений от координат *x* и *y*. Полученная зависимость позволяет с большей точностью произвести расчеты выходной характеристики датчика давления и уменьшить ее нелинейность.

В результаты проведенных расчетов определены точные координаты расположения тензорезисторов выбранной формы, при которых чувствительность измерительной схемы (и всего датчика) будет максимальной.

Изменение соотношения размеров и формы тензорезисторов позволяет при оптимальном расположении тензорезисторов обеспечить минимальное значение погрешности линейности.

УДК 519.711

Д.А. БЫСТРОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ САУ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В УСЛОВИЯХ ТУРБУЛЕНТНОЙ АТМОСФЕРЫ

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

В современных условиях необходимо получение быстрых, качественных и точных решений задач автоматизации управления, поэтому самыми актуальными стали вопросы, связанные с интеграцией разнообразных методов, позволяющих автоматизировать не отдельные компоненты, а весь процесс проектирования, конструирования и производства.

Целью данной работы является разработка средств автоматизации проектирования контура стабилизации летательного аппарата, управление которым формируется в боковом канале САУ, а также моделирование полученной системы в условиях турбулентной атмосферы.

Исходными данными при проектировании САУ ЛА являются аэродинамические характеристики. Эти данные связаны системой нелинейных дифференциальных уравнений, аналитически неинтегрируемых. В соответствии с методом линеаризации, предложенным А.А. Красовским, производится синтез системы уравнений первого приближения. По теореме Ляпунова об устойчивости по первому приближению можно судить и об устойчивости исходной нелинейной системы. Полученные уравнения описывают упрощенную линейную стационарную модель рассматриваемого короткопериодического движения. Выходными данными системы являются отклонения угловых скоростей крена и рысканья, отклонения скольжения и крена. Полученную систему следует задать в пространстве состояний, так как это позволит сформировать оптимальное управление. В такой системе входными переменными являются аэродинамические параметры, к которым применяется аффинная модель неопределенности для учёта разброса от номинального значения в соответствии с техническим заданием. Для проверки устойчивости системы необходимо решить матричное неравенство Риккати, которое подходит для решения задач оптимального управления. Используя теорему о дополнении Шура, повысив при этом размерность, необходимо решить неравенство, представленное в матричной форме. Найдя все неизвестные, удовлетворяющие неравенству, на выходе получим искомое управление.

Использование пакетов прикладных программ позволяет автоматизировать весь этап проектирования. В качестве программного средства для реализации работы выбран пакет прикладных программ MATLAB. В результате работы составленной программы синтезировано управление с обратной связью по выходу, обеспечивающее заданные показатели качества, такие как время переходного процесса, величина перерегулирования и область допустимых вариаций параметров. Моделирование синтезированной системы в условиях полета в турбулентной атмосфере с учётом привода реализуется в Simulink (приложение к пакету MATLAB, предназначенное для моделирования, симуляции и анализа динамических систем). По полученным данным моделирования сделан вывод об устойчивости синтезированной модели.

После определения алгоритма проектирования системы стабилизации ЛА и средств их реализации, был проведен синтез данной системы. Полученный результат удовлетворяет требованиям технического задания. Разработанная система проходит испытания на реальных объектах управления на предприятии ОАО АНПП «Темп – Авиа».

УДК 681.2

С.В. ЗАЛОМОВ

МЕТОД КОМПЕНСАЦИИ АСИММЕТРИИ И ДРЕЙФА НУЛЕВОГО СИГНАЛА ДАТЧИКА УГЛА РОТОРНОГО ВИБРАЦИОННОГО ГИРОСКОПА

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

Объектом исследования является роторно-вибрационный гироскоп (РВГ).

РВГ состоит из ротора (чувствительного элемента), расположенного на валу приводного двигателя с помощью упругого подвеса, который выполняется в виде торсионов. Сигнал снимается с помощью датчика угла (ДУ), который представляет собой четыре трансформатора, расположенных на основании. Принцип действия основан на выделении разностного сигнала ЭДС, наводимых в сигнальных обмотках трансформаторов, магнитными потоками, создаваемыми обмотками возбуждения.

Основной причиной погрешностей является изменение параметров элементов и узлов при изменении собственной температуры прибора. Поскольку термостабилизация для приборов с малым временем готовности (1-5 с) неприемлема, то для стабилизации параметров прибора в целом необходимо подбирать конструкции элементов таким образом, чтобы изменения их температурных характеристик взаимокомпенсировали друг друга или степень влияния данных изменений была очень мала. Так, изменение параметров чувствительного элемента и упругого подвеса роторного вибрационного гироскопа компенсируется изменением схемы преобразователя угла.

Задача состоит в расчете схемы компенсации асимметрии обмоток датчика угла и нахождении оптимальных сопротивлений резисторов нагрузки.

Схема представлена на рис. 1.

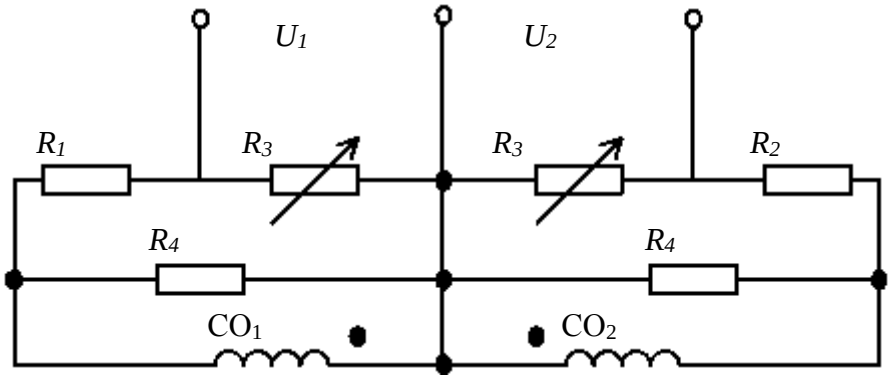


Рис. 1. Схема компенсации асимметрии обмоток датчика угла

Результатом применения схемы является выравнивание фаз сигнальных обмоток (СО), уменьшение разностного сигнала и его изменения при изменении рабочей температуры.

В ходе работы была построена модель трансформаторного датчика угла, определено изменение зазора из-за неперпендикулярности плоскости ДУ с осью вращения чувствительного элемента, рассчитана зависимость нулевого сигнала от изменения рабочей температуры. Исходя из этих данных, было решено разместить параллельно сигнальным обмоткам два резистора, предназначенных для выравнивания фаз СО, тензорезисторы для компенсации изменения сигнала при изменении рабочей температуры, а также резисторы, компенсирующие асимметрию.

УДК 681.5

А.В. КАБАНОВ

СТАБИЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА РЕАКТОРА СИНТЕЗА АММИАКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

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

В работе рассматривается задача стабилизации температурного режима потенциально опасного процесса синтеза аммиака из азотоводородной смеси с использованием нечеткого регулятора.

Применение нечеткой логики в технологических процессах – это отрасль знаний, которая в последнее время достаточно активно развивается. Нечеткая логика оперирует нечеткими лингвистическими высказываниями вместо огромного количества математических формул и чисел, что значительно улучшает понимание технологических процессов, а также снижает сложность в управлении большими промышленными объектами, так как методы, которые заложены в управление синтезом аммиака, построены на сложных математических вычислениях. Применение нечеткой логики в управлении температурным режимом в колонне синтеза должно упростить регулирование процессов нагревания и охлаждения, сделать модель управления более простой и понятной, а также снизить расход сырья, требуемый на производство продукции.

Постоянным приемом регулирования температуры процесса синтеза аммиака является изменение соотношений газовых потоков, направляемых в колонну через главный вентиль и холодный байпас. Имеется одно управляющее воздействие (MN) – изменение расхода АВС по холодному байпасу, а управляемых параметров несколько: отклонение температуры потока на выходе из реактора от заданного значения (OTN); первая производная по отклонению (PRN); вторая производная по отклонению (PR2N) и интеграл от отклонения (INN).

Нечеткий регулятор используется с тремя термами лингвистических переменных: «отрицательный», «близкий к нулю», «положительный». Функции принадлежности трем указанным термам выбраны в форме треугольника. Для определения значения управляющего воздействия формируется «результирующая фигура», ограниченная результирующей функцией принадлежности. Далее находится координата центра тяжести этой фигуры, а по значению координаты центра тяжести – величина управляющего воздействия (степень открытия регулирующего клапана на холодном байпасе). Настройка нечеткого регулятора выполняется с помощью изменения диапазона лингвистической переменной.

Переходный процесс управления температурным режимом реактора синтеза аммиака был смоделирован. В результате чего были найдены оптимальные настройки нечеткого регулятора по минимальному значению интегрально-квадратичного критерия:

- отклонение температуры потока от заданного значения OTN = 3;
- первая производная по отклонению PRN = 0,05;
- вторая производная по отклонению (PR2N = 0,2;
- интеграл от отклонения INN = 130;
- значение управляющего воздействия MN = 0,085.

Моделирование производилось для изменения температуры на 20^{o}C. По графикам переходного процесса можно выделить некоторые характеристики:

- минимальное значение интегрально-квадратичного критерия INKVK = 133,7967;
- продолжительность переходного процесса 100 с;
- значение перерегулирования составляет 48%.

УДК 681.2

Е.С. КОКУРИНА, А.А. ГУСЬКОВ

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ БЕСПЛАТФОРМЕННОГО НЕПРЕРЫВНОГО ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ИНКЛИНОМЕТРА

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

В настоящее время в области инклинометрии нефтегазовых скважин существует ряд актуальных задач, для решения которых необходим малогабаритный гироскопический инклинометр. Такие приборы могут быть реализованы только по бесплатформенной схеме. Проблема их создания заключается в несопоставимой по величине скорости вращения корпуса вокруг продольной оси (особенно на начальных участках скважин) и требуемой точности измерения угловой скорости, при использовании одних и тех же датчиков. В существующих в настоящее время бесплатформенных гироинклинометрах реализованы схемы, в которых, либо используется точечный режим при зенитных углах, не превышающих 10 градусов, либо дополнительный грубый микромеханический гироскоп, применение которого не гарантирует точное измерение азимута. По этой причине при переходе на большие зенитные углы возникает необходимость повторного проведения начальной выставки.

В работе предложена схема построения непрерывного бесплатформенного гироинклинометра малого диаметра, позволяющая проводить измерения в непрерывном режиме без потери точности определения траектории скважины при малых зенитных углах. Скважинный прибор гироинклиноментра содержит три акселерометра и два двухкомпонентных трехстепенных гироскопа, работающих в режиме измерения угловой скорости по двум взаимоперпендикулярным осям. Измерительные оси акселерометров взаимно перпендикулярны. Два гироскопа на неподвижном основании размещены таким образом, что вектор кинетического момента и одна из осей чувствительности датчика угловой скорости (ДУС) каждого гироскопа развернуты на небольшой, известный угол α, а ось чувствительности второго канала ДУС перпендикулярна продольной оси прибора. При этом оси чувствительности ДУС разных гироскопов, предназначенных для измерения угловой скорости по одной оси, направлены встречно.

Небольшой угол наклона α осей гироскопа необходим для сохранения чувствительности ДУС при малых углах зенита скважины и вычисления с достаточной точностью азимута таких участков скважины. Таким образом, предложенная схема гироскопического инклинометра позволяет рассчитать три составляющих угловой скорости движения прибора и соответственно смоделировать положение приборной системы координат относительно системы координат привязанной к начальному (известному) положению при любых зенитных углах. Каждый канал ДУС имеет двойное резервирование, что позволяет использовать математическую обработку показаний ДУС, тем самым повысить точность определения азимутального угла.

Разработан алгоритм определения матрицы ориентации (матрицы направляющих косинусов) на основе численного решения уравнения Пуассона. Исходными данными на каждом такте расчета являются предыдущее значение матрицы ориентации и текущие показания трех акселерометров и двух пар ДУС. Начальное значение матрицы ориентации формируется в процессе начальной выставки. За счет избыточности информации возможно компенсирование систематических и случайных погрешностей ДУС и расчет траектории скважины с необходимой точностью.

УДК 681.2

С.И. КОШЕЛЕВ, М.А. БОРИСОВ

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАЧАЛЬНОЙ ВЫСТАВКИ ГИРОИНКЛИНОМЕТРА

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

Объектом исследования является гироинклинометр ИГН 73–100/80, предназначенный для многократного определения в непрерывном режиме пространственных координат (траектории) обсаженных и необсаженных нефтегазовых скважин. Качественное определение траектории скважины с помощью гироинлинометрической системы позволяет увеличить эффективность использования данных скважин.

Алгоритм работы прибора основывается на численном решении уравнения Пуассона для определения в каждый момент матрицы направляющих косинусов. Для реализации алгоритма требуется начальная выставка (начальная азимутальная ориентация), в процессе которой определяется начальное положение осей приборной системы координат относительно географической системы координат. Начальная выставка является наиболее ответственным этапом проведения измерений, так как доля погрешности начальной азимутальной ориентации может достигать 80 процентов в суммарной погрешности определения траектории. Поэтому работы по повышению точности начальной азимутальной ориентации являются актуальными.

Определение начальной азимутальной ориентации основывается на измерении горизонтальной составляющей угловой скорости вращения Земли с помощью датчика угловой скорости (ДУС). В процессе начальной выставки измеритель угловой скорости непрерывно вращается вокруг продольной оси прибора с заданной скоростью. При этом выходной сигнал ДУС в идеальном случае должен представлять собой синусоиду, амплитуда которой равна горизонтальной составляющей угловой скорости Земли для данной широты места, а фаза определяет начальный разворот приборной системы координат относительно севера, то есть угол начальной азимутальной ориентации. Реальный сигнал ДУС в силу наличия систематических и случайных погрешностей отличается от идеального. Влияние случайных погрешностей учитывается применением статистических методов на этапе алгоритмической обработки результатов начальной выставки.

Задачей данного исследования является проведение численного моделирования процесса начальной выставки с целью определения степени влияния различных факторов на точность начальной азимутальной ориентации и разработка алгоритмов, позволяющих учесть влияющие факторы, исключить систематические погрешности и повысить точность определения азимутального угла.

В работе предложена полная математическая модель сигнала ДУС в процессе начальной выставки, позволяющая учесть линейное и нелинейное (экспоненциальное) изменение масштабного коэффициента ДУС, линейное и нелинейное изменение дрейфа (нулевого сигнала ДУС), нестабильность скорости вращения ДУС в ходе начальной выставки, наличие в измеренном сигнале гармоник высших порядков.

Разработана программа, которая позволяет путем задания параметров выявить влияние того или другого фактора на точность определения начальной азимутальной ориентации. Выделены наиболее влияющие факторы. Предложены алгоритмические пути компенсации. Проведено численное моделирование, показавшее эффективность предложенных решений.

УДК 681.5

А.И. КУЛЬКОВ

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА

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

В данной работе рассматривается решение задачи оптимального управления процессом алкилирования бензола. Процесс является каталитическим, проводимым в изотермическом режиме в реакторе периодического действия. Перед проведением процесса в реактор

загружается бензол и катализаторный комплекс, затем реакционная смесь нагревается до рабочей температуры и это значение температуры в дальнейшем поддерживается регулятором. После завершения этих стадий процесса в реактор начинает подаваться поток олефинов с заданным значением расхода, обеспечиваемым соответствующим регулятором. Эта стадия и называется алкилированием. Затем, после принятия персоналом решения об окончании реакции между олефинами и бензолом, готовая смесь выгружается из реактора. Цель проведения процесса – получить как можно большее количество алкилбензола.

Возмущающим воздействием на стадии алкилирования является потеря активности катализаторного комплекса по мере протекания процесса. До введения оптимального управления задание регулятору расхода олефинов давалось вручную, без предварительного расчета оптимальных значений расхода. О завершении реакции судили по прекращению возрастания температуры реакционной массы. После выгрузки реакционной смеси из реактора оказывалось, что оставалось большое количество непрореагировавших олефинов (около 50 % от общей массы, введенных в процесс). Это экономически неэффективно, так как идёт перерасход исходных веществ. Также, следует отметить, что чем больше в готовой смеси находится олефинов, тем энергозатратней получится процесс выделения из готовой смеси алкилбензола.

Для оценки активности катализаторного комплекса необходимо определять скорость химической реакции в процессе ее проведения. В случае изотермического процесса определение скорости реакции можно выполнить путем измерения количества тепловой энергии, отводимой хладагентом из рубашки реактора, по разности температур выходного и входного потока хладагента и его расхода с использованием уравнения теплового баланса реактора. Для управления процессом скорость реакции должна не только измеряться, а оцениваться с предвидением по уравнению кинетики. Мерой активности катализаторного комплекса является константа скорости реакции, которая уменьшается по мере протекания процесса алкилирования бензола. В качестве меры протекания процесса может рассматриваться величина превращенных в конечный продукт олефинов в единице реакционного объема. Зависимость величины константы скорости от олефинов, превращенных в конечный продукт, будем рассматривать как формализованную модель, которую нужно будет построить для каждой партии катализаторного комплекса. После определения необходимых коэффициентов этой модели появляется возможность решения задачи оптимального управления процессом в режиме предвидения. В качестве управляющего воздействия примем расход олефинов, подаваемых в реактор , который будем изменять каждые 15 мин. Значения оптимальных расходов определяются на основании метода Розенброка по степени конверсии олефинов в алкилбензол. Данный метод основан на нахождении максимизирующей функции, в данном случае степени конверсии олефинов. Все операции по управлению процессом, в том числе и решение задачи оптимального управления, предлагается перенести на микропроцессорный контроллер.

УДК 681.5

Ю.А. ЛОВДАР

МЕТОДИКА СУММИРОВАНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

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

Измерительные каналы могут включать в себя различную совокупность технических средств измерительной системы (датчики, унифицированные преобразователи, аналого-цифровые преобразователи и другое). Погрешность такой системы лучше определять экспериментальным путем, но это не всегда бывает, возможно и целесообразно, тогда используют расчетный метод. Погрешности делятся на случайные и систематические, аддитивные и мультипликативные. Случайные погрешности, в свою очередь, подразделяются на коррелированные и некоррелированные. При расчете суммирующей погрешности измерительного

канала каждой из составляющих погрешности необходимо приписать соответствующий закон распределения, найти среднеквадратичное отклонение (с.к.о.) и разделить погрешности на аддитивные и мультипликативные. Погрешности суммируют по однородным группам, затем находят общую погрешность, используя геометрическое суммирование для случайных погрешностей и алгебраическое для детерминированных.

Полное определение итоговой погрешности измерительного канала как бы состоит в нахождении функции распределения суммы нескольких погрешностей измерения. Это приводит к значительным практическим трудностям. Поэтому для оценки итоговой погрешности ограничиваются только суммированием дисперсий погрешностей, то есть с.к.о. Для того чтобы отдельные составляющие погрешности средств измерений можно было суммировать расчетным путем, они должны быть предварительно представлены своими средними квадратическими значениями, а не «максимальными» или «доверительными» значениями.

Суммарный закон распределения должен определяться как композиция законов распределения ее составляющих, но возникает масса трудностей. *Во-первых*, законы распределения составляющих, как правило, неизвестны, поскольку для их определения необходимо проводить трудоемкие исследования. *Во-вторых*, определение композиции законов распределения нескольких слагаемых является весьма трудной математической задачей. В связи с этим часто предполагают, что суммарная случайная погрешность СИ имеет нормальное распределение.

В этой методике суммирования погрешностей являются нахождение с. к. о. всех составляющих по известным их интервальным оценкам и определение интервальной оценки результирующей погрешности по полученному в результате расчета ее с. к. о., так как и тот и другой переход требуют знания формы закона распределения. Отсюда пути возможного упрощения методики суммирования погрешностей сводятся к использованию упрощенных методов осуществления этих переходов.

Один из возможных методов такого упрощения может основываться на том, что при суммировании большого числа составляющих закон распределения результирующей погрешности все более и более приближается к нормальному. Однако без соответствующего анализа степень близости распределения результирующей погрешности к нормальному установить невозможно. Поэтому предположение о близости распределения результирующей погрешности к нормальному достаточно рискованно даже и при большом числе суммируемых составляющих. Тем не менее, при недостатке времени и невысоких требованиях к точности получаемого результата использование такого предположения вполне возможно.

УДК 531.768

М.Е. ЛОПУХОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА АКСЕЛЕРОМЕТРА

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

Акселерометры компенсационного типа, имеющие совершенные по механическим свойствам кварцевые или кремниевые маятники в качестве чувствительного элемента, широко применяются в различных технических отраслях. К таким приборам предъявляются особые требования по динамическим характеристикам и их точности, в связи с чем возникает потребность в оптимизации узлов с целью достижения требуемого результата.

Доклад посвящен оптимизации чувствительного элемента (ЧЭ) кварцевого акселерометра компенсационного типа, который представлен на рис. 1. Целью исследования является определение оптимальных размеров сторон П-образной рамки ЧЭ по различным критериям (для достижения максимальных значений чувствительности, силовых характеристик датчика момента и определения оптимального значения момента инерции ЧЭ).

Выяснено, что подобные задачи сводятся к классу геометрических задач условной оптимизации. Для их решения использован метод множителей Лагранжа. В докладе представлены аналитические решения и численные, с использованием программного продукта *Maple.* Для различных критериев оптимизации получены зависимости длин сторон П-образного маятника в функции исходных конструктивных параметров и представлены в виде графиков – для удобства инженерного проектирования.

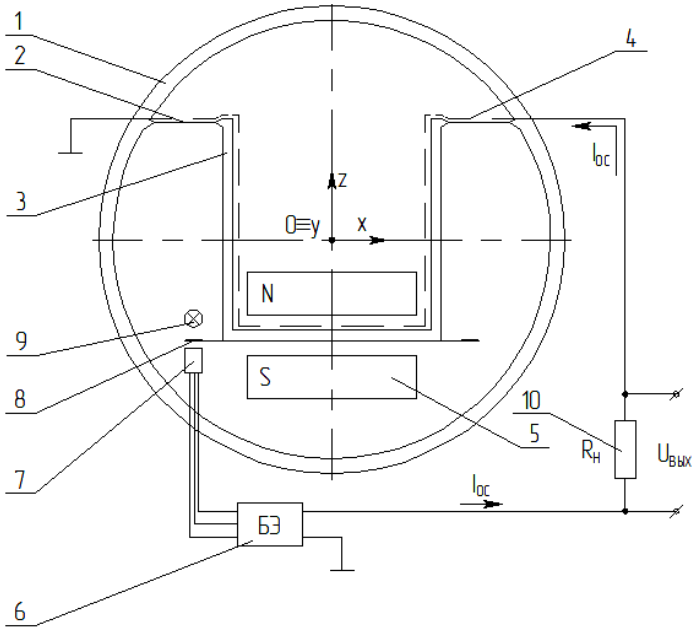


Рис. 1. Схема акселерометра:
1 – силовой корпусный элемент из кварца в виде цилиндра; *2* – струнный подвес; *3* – П-образная рамка-маятник; *4* – металлическое напыление на маятник и подвес; *5* – магнитная система; *6* – блок электроники с усилителем и корректирующим устройством; *7* – фотомикросхема преобразователя угла; *8* – заслонка для светового потока от светодиода; *9* – светодиод

УДК 681.2

А.П. МОКРОВ, А.А. ГУСЬКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ КОМПЕНСАЦИИ ДРЕЙФА МАЛОГАБАРИТНОГО ГИРОСКОПА

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

Объектом исследования является малогабаритный трехстепенный гироскоп на сферической шарикоподшипниковой опоре, применяемый в качестве чувствительного элемента гиростабилизатора или двухканального датчика угловой скорости (ДУС). Малые габариты гироскопа позволяют расширить его применение, в частности, в области создания малогабаритных гироскопических инклинометров.

Уменьшение габаритов исследуемого гироскопа по сравнению с прототипом достигается, в первую очередь, заменой электромагнитного двигателя на магнитоэлектрический. Двигатель представляет собой постоянный магнит в форме кольца, который размещен на роторе, и две пары катушек, расположенными на статоре, со взаимно перпендикулярными осями. Управление питанием двигателя осуществляется по сигналам двух датчиков Холла, расположенных на статоре.

Изготовленные опытные образцы гироскопа выявили главную проблему: значительный, по сравнению с прототипом, дрейф. При работе гироскопа в режиме измерения угловой

скорости дрейф – это нулевой сигнал ДУС, который появляется в результате действия на ротор гироскопа вредных моментов. В результате действия этих моментов гироскоп начинает прецессировать и на выходе канала ДУС появляется кажущаяся угловая скорость, которая искажает достоверные показания прибора.

Целью данной работы является исследование причин появления дрейфа гироскопа и поиск способов его компенсации.

Экспериментальные исследования опытных образцов показали, что наибольшее влияние на дрейф гироскопа оказывают моменты по перекрестным осям со стороны магнитоэлектрического двигателя. Такие моменты возникают из-за несимметрии конструкции двигателя: геометрической несимметрии катушек и неравномерного распределения индукции магнитного поля постоянного магнита в зазоре.

В работе рассмотрены два способа компенсации дрейфа:

- изменение уровня импульса напряжения питания катушек в определенных тактах;
- задержка переключения импульса с одного знака на другой по времени или наоборот опережение обычного времени переключения.

В первом случае меняется амплитуда импульса в зависимости от того, в какой момент времени необходимо подать больший или меньший по значению ток, чтобы скомпенсировать дрейф. Во втором случае изменяется длительность импульса так, чтобы изменение моментов также приводило к компенсации дрейфа.

Для каждой пары катушек рассмотрены три вида несимметрий:

- несимметрия катушек;
- несимметрия катушек вместе с несимметрией магнита, когда возникает пара сил, направления которых противоположно;
- несимметрия катушек вместе с несимметрией магнита, когда возникает пара сил, направление которых совпадает, но значение по модулю различно.

Для каждого случая показана эффективность того или иного способа компенсации и выработаны рекомендации по использованию этих способов.

УДК 681.5.037

К.В. ПЕНКИН

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КОРРЕКЦИИ СОСТАВА ЭТАНОЛАМИНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В производстве этаноламинов важно обеспечить четкое разделение его фракций: моноэтаноламина (МЭА), диэтаноламина (ДЭА) и триэтаноламина (ТЭА). Это осуществляется на стадии ректификации производства этаноламина. Однако на стадии синтеза этого процесса возможно обеспечить в составе реакционной смеси максимальную долю одной из фракций, например, моноэтаноламина. Это достигается применением системы коррекции состава этаноламина.

Для решения поставленной задачи на базе математической модели, полученной для стационарного состояния объекта, осуществляется поиск оптимума путем численного решения системы нелинейных алгебраических уравнений с вариацией входного параметра управления $F_{ОЭ}^{вх}$ (подача ОЭ) одним из однопараметрических методов оптимизации, и с последующей корректировкой задания регулятору расхода ОЭ:

$$\begin{cases} 0 = F_{\text{оэ}}^{\text{вх}} - F_{\text{оэ}}^{\text{вых}} - V\left(K_1[\text{ОЭ}] + K_2[\text{ОЭ}][\text{МЭА}] + K_3[\text{ОЭ}][\text{ДЭА}]\right), \\ 0 = F_{\text{NH}_3}^{\text{вх}} + F_{\text{NH}_3}^{\text{воз}} - F_{\text{NH}_3}^{\text{вых}} - VK_1[\text{ОЭ}], \\ 0 = F_{\text{мэа}}^{\text{воз}} - F_{\text{мэа}}^{\text{вых}} + V\left(K_1[\text{ОЭ}] - K_2[\text{ОЭ}][\text{МЭА}]\right), \\ 0 = V\left(K_2[\text{ОЭ}][\text{МЭА}] - K_3[\text{ОЭ}][\text{ДЭА}]\right) - F_{\text{дэа}}^{\text{вых}}, \\ 0 = VK_3[\text{ОЭ}][\text{ДЭА}] - F_{\text{тэа}}^{\text{вых}}. \end{cases}$$

При поиске оптимума шаговым методом шаг дробится до тех пор, пока не станет меньше или равным погрешности расходомера ОЭ.

Оптимальный состав реакционной смеси на выходе из узла синтеза (после аппарата вытеснения) достигается регулированием температуры в реакторе вытеснения за счет подачи пара, определяемой с помощью регрессионной математической модели:

$$[\text{МЭА}] = 66{,}450 - 6{,}4655\ F_{\text{пар}}^{\text{вх}},$$

полученной в ходе статистического анализа объекта управления, и затем преобразованной относительно расхода пара:

$$F_{\text{пар}}^{\text{вх}} = 10{,}2776 - 0{,}0{,}1505\ [\text{МЭА}].$$

Разработан алгоритм управления коррекцией состава этаноламина. Реализация полученного алгоритма на стадии синтеза позволит снизить энергозатраты на стадии ректификации на 9 %, а временные на 15 %.

Система коррекции состоит из блока автоматического регулирования расхода окиси этилена, задатчика, микропроцессорного контроллера и промышленного хроматографа MARK II фирмы Yokogawa.

В работе предложено также организовать связь коммуникаций реактора-смесителя с задающими устройствами системы регулирования расхода пара реактора-смесителя с задающим устройством системы регулирования расхода пара реактора вытеснения. Этим самым повышается эффективность выделения моноэтаноламина из реакционной смеси. Таким образом, система коррекции состоит из двух систем автоматического регулирования, обеспечивающих стабилизацию расхода окиси этилена и расхода пара. Получено положительное решение на систему коррекции от Роспатента.

УДК 621.7.01

А.М. ЩЕКИН, Е.А. КУЛИКОВА

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование в большинстве конструкций станочных приспособлений в качестве зажимных устройств рычагов позволяет при относительной простоте, получить выигрыш в силе, обеспечить постоянство усилия зажима, осуществлять закрепление в трудно допустимых местах.

В процессе оптимизации конструкций технологического оснащения, следует обратить внимание на факторы, которые могут привести к достижению поставленной задачи. Применительно к технологической оснастке, такой задачей может являться минимальные габариты приспособления, что приведет к поиску такой конструкции рычажного механизма, которая может быть использована в требуемой схеме закрепления и при которой уравновешивающая сила будет минимальной. Все это требует больших пересчетов параметров, характеризую-

щих рычаг как звено цепи тех элементов, из которых состоит приспособление (длина плеч, тип конструкции) и тех параметров, которые относятся к обеспечению функционирования данного механизма (площадь поперечного сечения, способная выдержать требуемую нагрузку, минимальный диаметр оси и штока с помощью которого передается усилие и т.д.)

Исходными данными, для проектирования зажимного механизма, является схема зажима и требуемая сила закрепления детали.

Для определения усилия, которое обеспечивает требуемую силу закрепления, можно воспользоваться тремя методами:

- геометрический (продление линий действий сил, до точки их пересечения, с параллельным переносом для построения треугольника сил);
- математический (составление уравнений прямых, с целью нахождения координаты точки пересечения линий действия сил, для определения углов, характеризующих соотношение между силами, действующими на рычажный механизм);
- физический (составление уравнений моментов относительно неподвижной оси рычага).

Первые два метода основаны на том, что все силы, действующие на механизм, находящийся в состоянии покоя, сходятся в одну точку – мгновенный центр сил, действующих на деталь, образуя замкнутый многоугольник сил, который можно свести к треугольнику сил. Однако, данные методы нельзя использовать при многократном пересчете, т.к. они завязаны с определенной схемой механизма и определенными размерными параметрами. В случае изменения размеров, что часто случается в процессе проектирования, перерасчет приходится проводить заново.

Отличительной особенностью расчета рычажного механизма физическим способом является более точное описание воздействий и как следствие всех реакций, действующих на рычажный механизм (что при традиционных расчетах не делается), возможность производить перерасчет искомых величин, изменяя параметры и конструкцию рычажного механизма.

Вопрос автоматизации расчета зажимного механизма, является лишь частью решения задачи по автоматизации выбора оптимальных параметров приспособлений в машиностроении.

УДК 543.27.-8

Д.В. ПЕТРОВ

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ СИГНАЛОВ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА В ГАЗОВЫХ СРЕДАХ

ФГБУН Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск

Спонтанное комбинационное рассеяние света (СКР) является одним из наиболее быстро развивающихся направлений молекулярной спектроскопии, которое активно внедряется в самые различные области науки и техники. Благодаря своим преимуществам, среди которых, в первую очередь, возможность одновременного детектирования всех молекулярных компонентов газовой среды с помощью одного лазера с фиксированной длиной волны, данный метод особенно перспективен для определения качественного и количественного состава газовых сред сложного молекулярного состава. В частности, газоанализ методом СКР-спектроскопии является единственным оптическим методом диагностики газовых сред, качественный состав которых заранее неизвестен.

Основной трудностью при создании такого газоанализатора является крайне малая интенсивность сигналов СКР. Наиболее простым способом ее повышения является увеличение мощности возбуждающего излучения за счет использования более мощного лазера. Од-

нако данный подход влечет за собой значительное увеличение себестоимости разрабатываемого устройства и, как правило, не является подходящим.

В этой связи в лаборатории экологического приборостроения ИМКЭС СО РАН ведется разработка и исследование технических методов увеличения интенсивности сигналов СКР. Одним из таких методов является применение специальных многопроходных оптических систем, обеспечивающих многократное пропускание лазерного луча через одну точку, вследствие чего в данной точке интенсивность сигнала СКР будет увеличиваться пропорционально количеству проходов лазерного луча. Примером такой системы является система, состоящая из двух расположенных концентрически сферических зеркал имеющих высокий коэффициент отражения (> 99%) на длине волны используемого лазера. Однако для увеличения эффективности данной системы она была модифицирована путем наклона одно из зеркал на определенный угол, зависящий от апертуры зеркал, их фокусного расстояния, а также радиуса лазерного луча.

Другим альтернативным подходом к решению данной задачи является увеличение угла сбора рассеянного излучения. Для этого была разработана зеркальная оптическая система, представляющая собой пару зеркал, одно из которых эллиптическое, а другое сферическое. При этом расстояние между фокусами эллиптического зеркала совпадает с центром кривизны сферического.

В докладе представлены методики и результаты исследования разработанных оптических систем возбуждения и сбора СКР, базирующиеся на компьютерном моделировании с помощью программного пакета ZEMAX и эксперименте, проведенном на разработанном ранее лабораторном СКР-спектрометре. В целом, полученные результаты показали, что применение каждой из разработанных систем способно обеспечить увеличение сигналов СКР минимум на порядок, что создает прочную научно-методическую основу для создания газоанализатора, основанного на явлении СКР.

СЕКЦИЯ 11

ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

УДК 330.5

И.В. АЛЕНКОВА

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Основой принятия управленческих решений в научно-технической сфере являются прогнозирование и планирование направлений НТП и инновационной деятельности. Прогнозирование развития науки и техники предполагает разработку системы частных прогнозов по важнейшим направлениям НТП и комплексного прогноза научно-технического развития. Оно дает обоснованное представление о предполагаемых научных и технических результатах и достижениях, о возможном использовании этих результатов в производстве и других сферах экономики, о последствиях НТП.

Система частных прогнозов включает прогнозы фундаментальных исследований, научных открытий, прикладных исследований по отраслям экономики, научно-технические прогнозы по комплексным направлениям НТП и ряд других.

Комплексный прогноз предполагает:

- комплексный анализ НТП, анализ мировых тенденций развития науки и техники, динамики, структуры и использования научного и образовательного потенциала страны;
- разработку предложений по основным направлениям структурной и научно-технической политики и обоснование предпосылок для ускорения НТП в избранных направлениях;
- разработку рекомендаций по формированию научно-технических программ, обоснование значимости решения научно-технических проблем, затрат, ожидаемого социально-экономического эффекта и рекомендации по материальному и организационному обеспечению научно-технических программ.

Если представить НТП в виде последовательно развивающихся во времени стадий – фундаментальные, прикладные исследования, конструкторские, проектные и организационные разработки, производство и эксплуатация, то задачи прогноза и выбор методов прогнозирования определяются спецификой каждой стадии.

В мировой практике в процессе разработки прогнозов развития науки и техники применяются как интуитивные, так и формализованные методы.

При прогнозировании фундаментальных исследований широкое распространение получили системный анализ и синтез, методы экспертных оценок: сценариев, построения «дерева целей» и морфологического анализа. Возможность применения статистических методов ограничена из-за отсутствия или недостаточного количества исходных данных, а также вследствие трудностей установления характера протекания прогнозируемого процесса.

Прогнозирование развития фундаментальных исследований проводится на перспективу по всем научным направлениям деятельности институтов, Академии наук, вузов. Объектами прогнозирования являются направления исследований, ожидаемые результаты, возможные научные и экономические эффекты, текущие затраты и капитальные вложения.

Прогнозируется также численность научных работников, докторов и кандидатов наук, вспомогательного персонала.

При разработке прогнозов фундаментальных исследований производится анализ современного состояния развития науки, выявляются актуальные проблемы, намечаются пути решения современных научных проблем и выдвигаются новые проблемы, требующие решения.

УДК 005.591.6:796.03

Д.В. АЛФЁРОВА, С.И. ЧЕРНОМОРЧЕНКО

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ОЛИМПИАДЫ 2014

Тюменский государственный университет

Закончилось главное спортивное событие этого года – Зимние Олимпийские игры в Сочи, которые стали самыми инновационными за всю историю, а это значит, что тысячи людей, задействованных в организации столь масштабного мероприятия смогли доказать – они профессионалы своего дела. Но немного теории. Инновационный менеджмент – это система управления инновациями и операциями, возникающими в процессе их внедрения. Управление инновациями – это управление будущим, как бы фантастически это ни звучало. Инновационный подход к организации и проведению Олимпиады в Сочи проявился в следующем:

Выбор субтропической климатической зоны для организации зимних игр. В этом плане наша олимпиада стала уникальной, а у иностранных партнёров данный факт вызывал поначалу только удивление….. Зимние Олимпийские игры в субтропиках?! Как?! Тем не менее, со временем стало понятно, что Сочи – это уникальная территория, которая действительно даёт возможность внедрять самые дерзкие инновации.

Грамотно продуманная, «компактная» инфраструктура. Наша Олимпиада стала самой «компактной» за всю историю. В прибрежной зоне удалось разместить объекты таким образом, чтобы время, потраченное на дорогу, не превышало 10-15 мин. Для достижения такого результата организаторам Сочи нужно было добиться эффективности распределения ресурсов во время игр, а также распланировать маршруты движения всех участников.

Экологичность олимпийской стройки тоже является своего рода инновацией. Например, на олимпийских объектах нет ламп накаливания. Их заменяют светодиоды, которые имеют гораздо меньшую энергопотребляемость, что в совокупности со всеми объектами даёт очень значительную экономию ресурсов. И это лишь малая часть «зелёного» проекта.

Инновационная идентификационная система безопасности. Это значит, что все без исключения посетители, будь то зрители, журналисты, спортсмены, члены олимпийской семьи и т.д. не могли попасть на территорию спортивных объектов без своей аккредитации. Это позволяло системам безопасности, в случае каких-либо внештатных ситуаций, за максимально короткий срок найти нужного человека.

Высокое качество телетрансляции Олимпиады было достигнуто использованием новейших цифровых технологий.

Одно из самых инновационно-пропитанных направлений – это **организация открытия и закрытия игр**. Наше открытие стало самым инновационным в плане задействованных технологий. Например, сцена, на которой выступали артисты, представляла собой огромный интерактивный экран. По ходу изменения сюжета менялась и сама сцена.

Среди важнейших инноваций в социальной сфере для нашей страны– система подготовки волонтеров. Без этих людей, которые бескорыстно готовы помогать творить историю, не проходит ни одно крупное событие в мире. Для меня это не пустые слова. Я была волонтёром на Олимпиаде и очень рада, что стала частью этого глобального мероприятия.

УДК 338

А.С. БАЛЫБЕРДИН, С.М. БРЫКАЛОВ

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ВЫБОРЕ ЭФФЕКТИВНОГО СТРАТЕГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ

ОАО «ОКБМ Африкантов»

На всех существующих кораблях ВМФ с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ) с целью восполнения энергозапаса реактора необходимо периодически выполнять работы по замене отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) – перезарядку. Для обеспечения эксплуатации кораблей ВМФ с ЯЭУ была создана и длительный период действовала система обращения с ядерным топливом.

По сложившейся схеме все работы по перезарядке делились на сопутствующие, выполняемые предприятиями промышленности (предприятиям ОАО «ОСК») и, собственно, по перезарядке, выполняемые силами ВМФ. Распределение работ и порядок их выполнения были закреплены специально разработанной нормативной документацией.

В настоящее время возникли предпосылки для передачи функций по перезарядке кораблей с ЯЭУ от МО РФ в гражданские структуры, основными из которых являются:

- сегодняшнее состояние средств ВМФ, предназначенных для перезарядки, которое показывает, что все они в значительной степени изношены;
- Указ Президента об освобождении МО РФ от несвойственных функций.

Основными исполнителями работ на данный момент по перезарядке рассматриваются предприятия ОАО «ОСК» и Госкорпорации «Росатом».

В целом передача функций по перезарядке является государственной задачей и ее решение возможно только на уровне Правительства РФ. Поэтому для выработки направлений дальнейшего развертывания работ и подготовки предложений в Правительство РФ необходима разработка технико-экономических исследований (ТЭИ) возможных вариантов «передачи» с участием Госкорпорации «Росатом», ОАО «ОСК» и МО РФ и проведение сравнительного многокритериального технико-экономического анализа вариантов с учетом сценарных (граничных) условий.

Для выполнения сравнительного анализа, целью которого будет выбор оптимального варианта обращения с ядерным топливом (ЯТ) и радиоактивными отходами (РАО) для объектов ВМФ, должны быть:

- утверждены варианты сравнения;
- сформулированы критерии сравнения;
- определены основные методологические подходы.

В настоящем докладе приведены основные методические подходы к сравнению вариантов, критерии сравнения (групповые, единичные, качественные, количественные).

УДК 338

А.С. БАРЫШНИКОВА

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ФАНЕРЫ КЛЕЕНОЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗАО «КРАСНЫЙ ЯКОРЬ»

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики» Нижегородский филиал

Современным предприятиям необходимо постоянно заниматься улучшением своей деятельности. Это требует разработки новых технологий, подходов ведения бизнеса и, конечно, внедрения более эффективных методов управления деятельностью предприятий. В последнее время одним из самых применяемых способов является оптимизация работы ор-

ганизации с помощью анализа бизнес-процессов. Он подразумевает полное исследование деятельности предприятия и впоследствии систематизацию всех основных и вспомогательных бизнес-процессов фирмы.

Применим данный метод на конкретном предприятии, используя данные и документацию ЗАО «Красный якорь». Фанерный комбинат ЗАО «Красный якорь» входит в перечень социально значимых предприятий Кировской области. Основной вид продукции — клееная фанера — выпускается в соответствии с российскими и международными стандартами.

Целью данной работы является анализ процесса производства фанеры клееной, его оптимизация и оценка эффективности улучшенного процесса.

Основной частью анализа бизнес-процессов является построение модели. В работе модель процесса была построена с помощью нотации EPC, которая позволила лучше продемонстрировать промышленную сторону процесса.

Далее была произведена оценка модели бизнес-процесса с точки зрения нескольких параметров: наличие дублирования функций, «узких мест», избыточных операций в процессе, ключевые показатели результативности и распределение ответственности за результат.

В результате анализа было выявлено, что качество продукции очень сильно зависит от человеческого фактора, так как фанера несколько раз подвергается сортировке работниками комбината. Это свидетельствует о том, что производство недостаточно автоматизировано. Кроме того, в нескольких транзакциях была обнаружена повторяющаяся операция – выставление параметров режима станка работником вручную. Эта функция приводит к задержке процесса и достаточно большой вероятности брака из-за неравномерного распределения температуры или давления.

Для оптимизации процесса были использованы два метода: автоматизация и объединение операций во времени. В итоге была получена новая модель процесса производства фанеры, которая характеризуется более высокой производительностью и качеством.

Кроме того, были рассчитаны стоимости действительного и оптимизированного процесса с помощью АВС - метода. В итоге, была получена стоимость каждого бизнес-процесса, сформированная суммированием стоимостей каждой операции.

Таким образом, в результате работы был разработан оптимизированный процесс, который эффективнее не только в технологическом плане, но и в экономическом.

УДК 338.512+336.152+336.58

А.В. БИЛКО, О.В. ОНИЩЕНКО

РАЗНОВИДНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПОНЯТИЯ «РАСХОДЫ»

Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского

С развитием рыночных отношений, повышением уровня динамичности предпринимательской среды и конкуренции, возрастает значение расходов и ответственность за принятие управленческих решений. Понятие категории "расходов" касается процесса производства, потребления, накопления, реализации. Расходы являются объектом управления и показателем результативности хозяйствующей системы. Эффективная организация бухгалтерского учета затрат предоставляет нужную информацию пользователям по их потребностям и нахождения путей оптимизации. Понятие «расходы» следует рассматривать с целью контроля за расходами, и поиска резервов их снижения.

Согласно П (С)БУ 16 «Расходы» - расходами отчетного периода признаются или уменьшение активов, или увеличение обязательств, что приводит к уменьшению собственного капитала предприятия (за исключением уменьшения капитала вследствие его изъятия или распределения собственниками), при условии, что эти расходы могут быть достоверно оценены.

Словарь-справочник под редакцией Г.И. Башнянина дает следующее определение понятия «расходы»:

1. Это потраченная на что-либо сумма;

2. Это обобщенные производственные затраты по использованию продуктов и услуг в процессе производства конечной продукции, расходы, относящиеся к уже проданной продукции соответствуют выручке с продаж;

3. Это собственно расходы, не входящие в производственную себестоимость товаров проданных (издержки реализации, административные расходы);

4. Это убытки, относящиеся к расходам (незастрахованные активы, судебные расходы).

А.Г. Завгородний трактует исследуемое понятие как уменьшение экономических выгод в отчетном периоде в форме выбытия или использования активов или увеличение обязательства, что ведет к уменьшению собственного капитала, за исключением распределения капитала между участниками или его изъятие; денежное выражение суммы ресурсов, использованных в определенных целях: экономический показатель работы предприятия, характеризующий сумму расходов, осуществленных в процессе хозяйственной деятельности.

С.А. Котляров придерживается того мнения, что расходы – это затраты определенного периода, которые относятся на реализованную за этот период продукцию. А профессор М.С. Пушкар под расходами понимает сумму потребленных на производство товаров или услуг факторов производства.

Большинство ученых имеют свое представление относительно понятия «расходы», что обусловлено различными подходами и взглядами на природу экономической жизни вообще и на производственный процесс в частности.

Также, существенно различаются понятия расходов в экономической теории, бухгалтерском и налоговом учете. В экономической теории расходы определяются по кассовому методу. В бухгалтерском учете расходы включаются в состав обьектов учетного процесса на основании принципов начисления, осторожности и соответствия. А в налоговом учете - по первому событию (отгрузке или предоплата за товар).

УДК 330.34.01

А.В. БОЛЬШАГИН

КОРПОРАТИВНАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Корпоративная социальная ответственность – это вклад компании в экономическую, экологическую и социальную деятельность, обеспечивающий и поддерживающий устойчивое развитие, как самой компании, так и регионов ее присутствия и общества в целом. В нашей жизни действует ряд факторов: экологическое неблагополучие, истощение природных ресурсов, разрыв между экономикой богатых и бедных регионов, которые отрицательно сказываются на качестве жизни населения и чреваты конфликтами. В таких условиях возрастает роль и ответственность предприятий, фирм и компаний. Чем успешнее сформирована система партнерских отношений предпринимательства, власти и гражданского общества в социальной сфере, тем большую эффективность принесет такое партнерство качеству жизни населения и социальной стабильности.

Социальная ответственность – ответственность организации за воздействие ее решений и деятельности на общество и окружающую среду через прозрачное и этичное поведение, которое: содействует устойчивому развитию, включая здоровье и благосостояние общества; учитывает ожидания заинтересованных сторон; соответствует применяемому законодательству и согласуется с международными нормами поведения; введено во всей организации. В объединенной Европе понятие корпоративная социальная ответственность определяется как концепция интеграции заботы о социальном и экологическом развитии в бизнес - операциях компаний во взаимодействии со своими акционерами и внешней средой. Таким образом, в начале XXI века лидеры российского бизнеса осознали, что их коммерческая деятельность напрямую влияет на общество, в котором они живут, а будущие успехи в бизнесе тесно связаны с ключевыми общественными ценностями. В течение нескольких последних

десятилетий бизнесом проделан огромный путь по осознанию своей ответственности за сохранение окружающей среды, решение социально-экономических проблем, повышение качества жизни местных сообществ, соблюдение прав человека.

В результате корпоративная социальная ответственность постепенно становится новой философией бизнеса, в соответствии с которой компании ориентируются в своей деятельности не только на получение прибыли, но также на достижение общественного блага и поддержание экологической стабильности. Основными причинами, побуждающими компании уделять особое внимание вопросам социальной ответственности, являются: глобализация и связанное с ней обострение конкуренции; растущие размеры и влияние компаний; усиление механизмов государственного регулирования; «война за талант» – конкуренция компаний за персонал; рост гражданской активности; возрастающая роль нематериальных активов (репутации и брендов). Конечно, в долгосрочной перспективе игнорирование интересов общества неизбежно приводит к снижению эффективности деятельности предприятий. В последние годы все чаще государственная власть в лице президента РФ, а за ней и представители крупной отечественной промышленности декларируют необходимость осознания ответственности бизнеса перед обществом.

УДК 378.33/.4(470.345)

Л.А. БОРИСКОВА

ОСНОВНЫЕ ВАРИАНТЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК

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

Коммерциализация является важнейшим этапом инновационного процесса, на котором результаты научно-технических разработок успешно реализуются на рынке с коммерческими целями. В настоящее время у предприятий есть три основных варианта коммерциализации инноваций с точки зрения степени передачи прав на разработку:

- внедрить результаты разработок в собственное производство и осуществить их коммерциализацию самостоятельно;
- передать права использования разработок сторонней организации в рамках инновационного трансферта путем заключения лицензионных соглашений;
- продать все права на разработку сторонней организации.

При внедрении и коммерциализации разработки в собственное производство исполнитель обладают всеми правами на разработку и получает максимально возможный доход в случае успешного продвижения продукта на рынке. Данный способ коммерциализации результатов разработок позволяет избежать решения проблем сопровождения и контроля за использованием интеллектуальной собственности. Кроме того, когда производителем новой продукции является сам разработчик, процесс освоения и коммерциализации продукции происходит значительно быстрее, а возникающие на стадии освоения и в процессе самого производства конструкторско-технологические вопросы находят быстрое и эффективное решение. Это объясняется тем, что уже на стадии разработки были учтены технические, технологические и кадровые возможности предприятия. Однако в этом случае предприятие осуществляет значительные финансовые вложения для организации производства и несет все риски связанные с продвижением продукции на рынок.

В случае передачи результатов разработок сторонней организации почти всегда возникают существенные осложнения, так как если выплаты от использования разработок поступают в виде роялти, предприятию необходимо постоянно контролировать деятельность завода-изготовителя. При этом способе коммерциализации доходы достаточно низкие и существует большой риск нарушения патентных прав. Кроме того, предприятие-исполнитель не может учесть все технологические вопросы серийного или массового производства заводов-изготовителей и поэтому его специалисты вынуждены участвовать в процессе внедрения

новой продукции и доведения ее до стадии коммерциализации. В случае возникновения технологических проблем специалисты предприятия-исполнителя в оперативном порядке вносят конструктивно-технологические изменения в соответствующую документацию. Преимуществом данного способа коммерциализации является то, что у разработчика снижается риск невостребованности новой продукции на рынке. При продаже разработки предприятие теряет все права на объект интеллектуальной собственности и возникает риск недополучения значительных доходов от использования разработки в будущем.

Таким образом, первый способ коммерциализации целесообразен для разработок, которые на рынке имеют высокую перспективу продажи, при таких условиях разработка может дать значительный экономический эффект в будущем. Для разработок, которые имеют ограниченный объем спроса, целесообразно использовать второй или третий способы коммерциализации. Третий способ рационален, если разработчику целесообразней направить усилия на создание новой продукции, а не на организацию серийного или массового производства уже созданного товара.

УДК 681.3:379 ББК 7

С.А. БОРИСОВ, О.Н. КЛИМЕНКО

ОБОСНОВАНИЕ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ТСО

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Внедрение информационной системы на предприятии является важным и ответственным шагом, так как, с одной стороны, при грамотном внедрении и последующей эксплуатации может принести дополнительные существенные преимущества для организации. С другой стороны, внедрение системы требует существенных затрат, поэтому необходимо, чтобы эти затраты были совершены обдуманно и целенаправленно, а также были грамотно спланированы.

В настоящее время существуют различные методики по планированию и оценке эффективности информационных систем (ИС). Большинство из них направлены на оценку эффективности использования уже внедренной на предприятии системы. Для оценки выгодности внедрения информационной системы на предприятии, по мнению автора, наиболее эффективным является использование сочетания методик совокупной стоимости владения (ТСО) и методики совокупных полезных результатов (ТВО). Методика совокупной стоимости владения была предложена консалтинговым агентством по оценке ИС *GartnerGroup*. Методика ТСО позволяет проводить исследование затрат, необходимых на внедрение и поддержку системы в соответствии с целями организации и ИС, а методика ТВО отражает возможные выгоды от использования ИС на предприятии.

Методика ТСО состоит из последовательности этапов. *На первом этапе* необходимо выяснить, какие проблемы стоят перед организацией и какие у нее имеются потребности в информационном обеспечении. Необходимо отметить, что на этом этапе для определения цели внедрения ИС рассматриваются жизненные циклы организации и ИС. *На втором этапе* осуществляется отбор возможных вариантов ИС для удовлетворения потребностей. Далее из них выбирается наилучший вариант с использованием различных методик (например, возможно привлечение экспертного сообщества и использованием метода парных сравнений). *На третьем этапе* происходит обоснование варианта технологической архитектуры ИС: в соответствии с целями, которые стремится достичь предприятие, выбирается соответствующая конфигурация аппаратных средств, телекоммуникационного оборудования (в том числе серверной части), а также соответствующего программного обеспечения (например, может стоять выбор между архитектурами «файл – сервер» и «клиент – сервер»). *На четвертом этапе* происходит непосредственный расчет стоимости владения ИС, исходя из определенных ранее параметров: стоимости оборудования и программного обеспечения, услуг различных специалистов по функционированию и бесперебойной работе системы, оплаты услуг сторонних организаций. Также производится расчет стоимости информационных услуг. *На пятом этапе* производится прогнозирование расчетных показателей на некоторый момент в будущем с использованием известных методов

социально - экономического прогнозирования (например, метода экстраполяции, корреляционно - регрессионного анализа и т.д.). После этого возможен расчет таких инвестиционных показателей, как *NPV, PI*, срок окупаемости, *IRR*. Важнейшим показателем, используемым при обосновании эффективности внедрения ИС, рассчитываемым на данном этапе, является коэффициент рентабельности инвестиций в ИС (*ROI*).

УДК 338

С.М. БРЫКАЛОВ, М.В. КУЗНЕЦОВА

АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ (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 – составная часть «стратегического управления», которая представляет собой процесс выбора целей организации и путей их достижения. В стратегическом управлении обычно выделяют четыре его обобщенные функции – планирование, организацию, мотивацию и контроль. 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, её места на глобальном мировом рынке. При этом должны быть определены методы, позволяющие достигнуть запланированного в «Стратегии развития» целевого позиционирования.

ОАО «ОКБМ Африкантов» - научно-производственный центр, входящий в состав Госкорпорации по атомной энергии «Росатом», с полным циклом разработки, изготовления, поставки надежных, безопасных и экономичных реакторных установок (РУ), оборудования систем РУ и атомных электрических станций и их сервисного обслуживания, в соответствии с функциями предприятия как Комплектного поставщика.

В настоящем докладе проведен анализ стратегического управления в ОАО «ОКБМ Африкантов» на протяжении 15 лет, выполнена диагностика достижения поставленных целей, представлены теоретические подходы и практические рекомендации, направленные на прикладное использование сформированных механизмов и алгоритмов при реализации, мониторинге и актуализации «Стратегии развития ОАО «ОКБМ Африкантов».

УДК 378.1

С.П. БУШУЕВ, В.Г. ПРАЗДНИКОВ

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЗАВОЛЖСКОГО ФИЛИАЛА НГТУ)

Заволжский филиал НГТУ им. Р. Е. Алексеева

Техническое образование сейчас рассматривается как приоритетное направление политики образования на всех уровнях, начиная с начального профессионально-технического образования и заканчивая послевузовским дополнительным профессионально-техническим образованием.

Под категорией «техническое образование» мы будем понимать совокупность научно-теоретических и практических знаний и навыков, позволяющих получившим это образование решать производственно-технические, экономические и другие задачи по своей специальности.

Заволжский филиал был создан в 2000 году. Процесс обучения осуществляют преподаватели НГТУ и Заволжского филиала. Филиал сегодня: это 8 лабораторий, 24 аудитории, 4 компьютерных класса, компьютерный класс свободного доступа, 2 локальные сети, интернет-сервер, 2 библиотеки. В настоящее время по очной, вечерней и заочной формам обучается 633 человека, в том числе 332 студента по очной форме обучения. В Заволжском филиале готовятся студенты по следующим направлениям: конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль технология машиностроения; информатика и вычислительная техника, профиль вычислительные машины, комплексы, системы и сети. В настоящее время развитие филиала направлено на укрепление материально-технической базы и связей с предприятиями, внедрение элементов дистанционного обучения, усиление кадрового состава.

На протяжении всей своей истории Заволжский филиал НГТУ тесно сотрудничает с Заволжским моторным заводом. Завод предоставляет вузу материальную базу, рабочие места для прохождения практики, трудоустройства выпускников, денежные выплаты и компенсации студентам и преподавателям, усиливается взаимодействие в сфере научно-технического сотрудничества.

Активное участие студенты принимают в интеллектуальных и творческих конкурсах. Команды Нижегородского государственного технического университета очень достойно выступили в конкурсе «РОСТ-2013». В их числе были команды студентов и аспирантов ФМиАТ и Заволжского филиала НГТУ под руководством профессора, доктора технических наук Л. А. Захарова и заместителя директора Заволжского филиала Н. А. Адясовой, которые выступили с четырьмя проектами, которые направлены на совершенствование поршневых двигателей внутреннего сгорания. Два проекта оказались в числе победителей конкурса. Один из них - «Многотопливный рабочий цикл поршневых ДВС с современной экологической и экономической безопасностью» (отрасль «Машиностроение, судостроение, приборостроение»). А второй - «Современный поршневой ДВС с новым окислителем энергоносителей» (отрасль «Экология»).

За свою историю Заволжский филиал подготовил и выпустил 3400 инженеров. Выпускники работают в конструкторских и технологических бюро, отделах информатизации, поставок и комплектации, маркетинга, автосервисе и других сферах бизнеса, в Нижегородской области, и за её пределами. В данное время ведётся строительство Нового машиностроительного завода ОАО «Концерн ПВО «Алмаз – Антей», в результате пуска которого город получит более 3 000 высокотехнологичных рабочих мест, на которые могут претендовать выпускники Нижегородского государственного технического университета.

УДК 336.02

И.В. ВАГАНОВ, М.М. ФРОЛОВА

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ГОСУДАРСТВА ПОСРЕДСТВОМ НАЛОГА НА ПРИБЫЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стимулирующее воздействие государства на инновационную среду посредством фискальной политики не может быть эффективно осуществлено только путем введения постоянных льгот. Фискальные льготы в области инноваций должны способствовать росту эффективности всех уровней процесса производства – начиная от капитальных вложений в основополагающие разработки до инвестиций в функционирующее производство и проекты. В условиях разрастания инновационного поля Российской Федерации на фоне глобализации экономики, акцентирование внимания на налоговом стимулировании предприятий, способных вывести внутренний

механизм финансовой стабильности страны на более качественный уровень, в последнее время вызывает наибольший интерес. Одним из эффективных методов воздействия является предоставление преференций компаниям с большим научно-исследовательским потенциалом путем снижения их налогооблагаемой базы при уплате налога на прибыль.

В развитии любого государства с рыночной экономикой налог на прибыль широко используется в практике налогообложения и имеет существенное значение. Он позволяет органам власти успешно регулировать социально-экономические процессы посредством применения налоговых рычагов. Этот налог довольно эффективно используется при стимулировании инвестиционной деятельности предприятий, для привлечения иностранного капитала, развитии малого бизнеса путем предоставления различных налоговых преференций. В то же время значимость данного налога в общем объеме фискальных поступлений в большинстве развитых стран невелико.

В России налог на прибыль организаций также является одним из основных инструментов фискальной политики, невзирая на изменчивый удельный вес налога в становлении доходной части бюджета на различных уровнях развития национального хозяйства России. Этот налог, помимо фискальной функции по накоплению денежных средств в различных бюджетах, выполняет и регулирующую функцию, предоставляющую государству возможность динамично регулировать темпы развития национальной экономики. Особенностью данного налога является то, что для исчисления налогооблагаемой базы на предприятии должен вестись налоговый учет, поскольку установленные Налоговым кодексом (НК) РФ правила учета и группировки отдельных объектов и хозяйственных операций для налоговых целей отличается от правил, действующих в финансовом бухгалтерском учете.

На протяжении нескольких лет в России идут серьезные преобразования, неотъемлемой частью которых является модернизация налоговой системы. Одним из основополагающих инструментов реализации экономической политики были и остаются налоги. Именно обложения конечного финансового результата деятельности компании – прибыли позволяет правительству всеобъемлюще использовать фискальные методы в регулировании инновационных процессов в частности и всей экономической составляющей функционирования государства в общем, а также формировать весомый источник доходов казны. В условиях современных научно-инновационных проектов курс России направляется по вектору глобализации инвестиционных ресурсов. Принятие и отождествление циклических изменений в различных финансово-наукоемких вливаниях соответствует вектору развития нашего государства.

УДК 336.225

И.В. ВАГАНОВ, М.М. ФРОЛОВА

ТЕНДЕНЦИЯ СОБИРАЕМОСТИ НАЛОГА НА ПРИБЫЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время роль налога на прибыль в формировании доходной части бюджета достаточно существенна. В налоговых доходах консолидированного бюджета РФ поступления налога на прибыль по данным Федеральной налоговой службы (ФНС) РФ на первое полугодие 2013 года составляют 18% (около 995 млрд руб.).

Приведенные данные свидетельствуют о высокой доли налога на прибыль в структуре доходов бюджета на ряду с такими налогами, как налог на добавленную стоимость (НДС), налог на доходы физических лиц (НДФЛ) и налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ).

Также можно наблюдать положительную динамику рассматриваемых налоговых поступлений в консолидированный бюджет РФ. Однако анализ данных в сравнении с аналогичным периодом 2012 года свидетельствует о снижении поступлений в виде налога на прибыль в текущем году по сравнению с предшествующим периодом (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что произошло снижение налоговых поступлений исключительно по налогу на прибыль, что свидетельствует о снижении эффективности предпринимательской деятельности вследствие влияния мировых финансовых кризисов, а также роста теневой экономики в связи с ожидаемым увеличением ставок по обязательным взносам во внебюджетные фонды.

Таблица 1

Поступления по видам налогов в консолидированный бюджет РФ за 1 полугодие 2012-2013 гг.

Виды налогов	1 полугодие, млрд руб.		
	2012	2013	темп, %
НДПИ	1 247,2	1 251,8	100,4
НДФЛ	1 005,9	1 118,8	111,2
Налог на прибыль	1 297,5	995,2	76,7
НДС	978,4	978,7	100,0
Акцизы	361,6	444,3	122,9
Имущественные налоги	351,0	406,0	115,7

Таким образом, на основании приведенных данных можно сделать вывод о снижении поступлений в бюджет в виде налога на прибыль организаций, как на региональном, так и на федеральном уровнях. Как было отмечено ранее, причинами уменьшения потоков фискальных платежей могут быть снижение предпринимательской активности вследствие финансовых проблем, вызванных экономическими кризисами в европейских странах и США, снижением покупательной способности населения, а также уходом предприятий в теневую экономику с целью снижения налогового бремени на организацию.

УДК 658.511

В.В. ВОЙТИК

СТРУКТУРНО - ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Белорусский государственный технологический университет

В экономической литературе «устойчивость» обычно рассматривается как одно из понятий экономического равновесия. Устойчивость, как широкое понятие, является одной из основных динамических систем, представляющих собой свойство возвращаться в исходный или близкий к нему установившийся режим после выхода из него в результате какого-либо воздействия. Компоненты и факторы, влияющие на общую устойчивость организации, представлены на рис. 1.

Главным компонентом общей устойчивости организации является финансовая устойчивость, формируемая в процессе всей производственно-финансовой деятельности. В свою очередь, она зависит от коммерческой (определяется инфраструктурой деятельности), организационно-структурной (определяется стратегическими и тактическими целями деятельности), функциональной (определяется ассортиментом выпускаемой продукции) и инвестиционной (определяется величиной перманентного капитала) устойчивости, а также от имущественного состояния, характеризующего состав, структуру и динамику активов.



Рис. 1. Структурно-логическая модель оценки общей устойчивости организации

Кроме этого, целесообразно выделять внутреннюю, внешнюю и унаследованную устойчивости. Внутренняя устойчивость предполагает быстрое реагирование на изменение как внутренних, так и внешних факторов. Внешняя же устойчивость зависит от макроэкономического управления в организации. Унаследованная устойчивость предполагает наличие «запаса прочности», который способен защитить организацию от действия неблагоприятных факторов.

Таким образом, при оценке общей устойчивости организации следует исходить из способности организации осуществлять эффективную экономическую деятельность.

УДК 338.138.

К.С. ГАЛКИНА, О.В. ГЛЕБОВА

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ РИСКА ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

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

Ключевым аспектом преобразования российской экономики является переход к инновационной модели развития, что подразумевает под собой необходимость реализации инновационных проектов.

Процесс работы над инновационным проектом включает в себя ряд этапов, направленных на управление различными сферами: управление затратами и сроками реализации, управление человеческими ресурсами, управление рисками проекта, координация деятельности внутри проекта и т.п.

Управление рисками инновационного проекта является одним из наиболее важных компонентов. Как известно, в процессе реализации инновационного проекта возникает опасность перерасхода запланированных ресурсов, отклонения от прогнозных показателей, что впоследствии может привести к убыточности проекта или прочим негативным последствиям. Таким образом, управление проектными рисками основной своей целью снижение вероятности наступления подобных событий на каждой стадии реализации проекта. Специфика инно-

вационного проекта также подразумевает возможность наступления такого события как не достижение или не полное достижение целей, поставленных перед проектом.

В то же время нельзя рассматривать риск инновационного проекта только лишь как негативное явление. Современные концепции риска подразумевают его как некий ресурс, который в определенных условиях способен положительно сказаться на ходе проекта.

Исходя из изложенного, целесообразно выделить основные компоненты риска инновационного проекта. Так, угроза наступления неблагоприятных событий и шанс наступления положительных.

Специфика инновационных проектов, связанная с высокой степенью неопределенности технических и экономических параметров, отдаленность во времени результатов проекта, возможность достижения побочных результатов определяют риски инновационного проекта как совокупность рисков от обычной деятельности с учетом рисков, присущих данному субъекту в определенных условиях экономической среды.

Рассматривая вопрос компонентов риска инновационного проекта, нельзя отставить без внимания факторы, определяющие данные риски: возможность идентификации, связанная с высокой долей неопределенности и ограниченностью информации, многоаспектность проектов (наличие технических, экономических и правовых компонентов), наличие нескольких стадий реализации проекта.

Анализируя риски инновационного проекта, следует отметить, что вопрос понятия и компонентов риска усложняется в случае осуществления совокупности инновационных проектов, так называемых портфелей проектов, в данном случае риски каждого отдельного проекта влияют друг на друга, подразумевают необходимость их балансировки во связи риск как угроза и риск как ресурс, что требует более сложных подходов к выделению влияющих факторов и компонентов.

УДК 334

Н. М. ГЕРВАСОВА, К.И. КОЛЕСОВ

РЕЙТИНГ РОССИЙСКИХ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В последнее время все большую популярность приобретают экономические журналы, составляющие значительную часть общего объема экономической литературы и позволяющие оперативно информировать читателей по всем направлениям экономической науки и практики. На данный момент в России насчитывается более шестисот журналов, публикующих статьи в области экономических наук. Не смотря на то, что российские журналы пока еще весьма ощутимо уступают зарубежным, их рейтинг непрерывно растет. Вместе с тем можно предположить, что среди сотен российских журналов есть как свои лидеры, лучшие отечественные журналы, способные занять определенную нишу и в мировой науке, так и безнадежные аутсайдеры, обреченные на исчезновение. Другими словами, сегодня как никогда актуален вопрос о дифференциации российских журналов по степени их научной значимости.

Несмотря на актуальность проблемы оценки качества и рейтинга отечественных научных журналов, инструментов такой оценки немного. К ним можно отнести присутствие журнала в списке ВАК (перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук) и импакт-фактор Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Данные показатели, а также цитируемость, количество публикаций и ссылок на статьи можно отслеживать на сайте www.elibrary.ru. Согласно опубликованным на сайте исследованиям, только шесть российских журналов имеют импакт-фактор РИНЦ выше единицы и входят в список ВАК. Возглавляет рейтинг журнал «Вопросы экономики», импакт-фактор которого составил 3,274 – максимальный в данном разделе.

Кроме перечисленных факторов, одним из важных показателей является индекс Хирша или *h*-индекс, предложенный в 2005 году физиком Хорхе Хиршем и основанный на количестве публикаций и количестве цитирований этих публикаций.

Закономерен вопрос о том, насколько хороши эти критерии оценки качества журналов. К примеру, требования ВАК для включения журналов в свой список - это наличие института рецензирования, регулярное предоставление информации, обязательное указание состава редакционной коллегии, строгая периодичность, наличие пристатейных библиографических списков у всех статей в формате, установленном журналом из числа предусмотренных действующим ГОСТом, и т.д. – всего 13 требований. Нетрудно убедиться, что все эти требования – чисто формальные, легко выполнимы и слабо коррелированы с содержанием журнала. Иными словами, среди многочисленных журналов списка ВАК могут оказаться совершенно разные с точки зрения научной значимости издания. Данные же РИНЦ уязвимы перед потенциальным манипулированием импакт-фактором со стороны редколлегий журналов. Основной инструмент такого манипулирования – самоцитирование или же перекрестное цитирование группами журналов. Не случайно в последнее время РИНЦ стал выделять красным цветом импакт-факторы журналов с высоким (более 40%) коэффициентом самоцитирования. Таким образом, проблема оценки отечественных научных журналов с недавнего времени поднимается в российском научном сообществе довольно часто.

УДК 657.372.3

А.В. ГЛАДЫШЕВА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА НОРМЫ АМОРТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

Белорусский государственный технологический университет

Применяемые в настоящее время амортизационные отчисления являются недостаточными для осуществления эффективных процессов воспроизводства основных средств в организации. Вследствие инфляционных процессов и длительных нормативных сроков службы основных средств возникает задача определения размера дополнительных инвестиционных вложений, которые следует направлять на модернизацию основных средств в дополнение к амортизационным средствам, которые начисляются традиционными способами.

Для ускорения воспроизводственных процессов целесообразно использовать подход, который суммирует как установленные значения норм амортизации, так и нормы реинвестиций из прибыли для обеспечения конкурентоспособности воспроизводственных процессов основных средств в организации.

Усовершенствованная норма амортизации представляют собой сумму нормы амортизации, устанавливаемую традиционными способами и нормы дополнительных инвестиций из чистой прибыли, направляемых для обновления основных средств. Норма дополнительных инвестиций с учетом ускорения возврата капитала рассчитывается по следующей формуле:

$$П_{эф} = \frac{P_{min}}{K}, \quad (1)$$

где P_{min} - минимальная воспроизводственная рентабельность основных средств, %; K - коэффициент эффективности возврата капитала.

Минимальная воспроизводственная рентабельность основных средств определяет норматив реинвестиций прибыли в основные средства организации, необходимый для обеспечения их самовоспроизводства, то есть возврата с учетом фактора времени. Использование усовершенствованных норм амортизации будет способствовать обеспечению расширенного воспроизводства основных средств с заданной эффективностью. Коэффициент эффективно-

сти возврата капитала рассчитывается как отношение оптимального срока использования основных средств в организации к нормативному сроку службы объекта основных средств.

Для простого воспроизводства основных средств норма дополнительных инвестиционных ресурсов принимается равной не менее 1. Если значение данной нормы больше 1, то появляется возможность для ускорения воспроизводственного процесса основных средств организации.

Усовершенствованная норма амортизации обеспечит нормативный возврат капитала, эффективные воспроизводственные инвестиции в организации, рациональные пропорции при планировании и организации воспроизводственных процессов, будет способствовать установлению приоритетных направлений обновления основных средств.

Таким образом, воспроизводство основных средств на базе использования усовершенствованной нормы амортизации, коэффициента дополнительных инвестиционных ресурсов, установления экономически эффективного срока службы объектов основных средств позволит формировать в организации эффективные воспроизводственные инвестиционные программы, включающие приоритетные и конкурентоспособные объекты основных средств, использование которых обеспечивает организации получение максимальных доходов.

УДК 338.012

Н.С. ГОБЕРНИК

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное развитие любой экономической системы невозможно без инновационных преобразований, обеспечивающих высокий уровень ее конкурентоспособности. Инновации становятся необходимым фактором общественного развития, формируют основу устойчивого экономического роста, помогают в решении социально-экономических, экологических и других проблем.

Проанализируем современное инновационное развитие Приволжского Федерального округа. В последнее время региональная политика в сфере инноваций набирает обороты, взят курс на длительное и перспективное инновационное развитие округа. Так, удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ и услуг в 2009 году составлял 1,9 %, а в 2012 году – 3,27% (в целом по России 2,5%). Лидерами среди субъектов региона по вложениям в передовые технологии в 2012 году стали Самарская (7,5%) и Нижегородская (6,6%) области, на последнем месте – Оренбургская область (0,87%).

Уровень инновационной активности организаций в 2012 году составил по РФ – 10,5%, по ПФО – 10,8%. Лидерами являются Чувашская Республика (20,9%), Республика Татарстан (19,1%), Нижегородская область (14,7%). Самый низкий уровень инновационной активности наблюдается в Самарской (6,3%), Ульяновской (6,3%) и Саратовской (7,0%) областях.

Показателем эффективности инновационной политики, прежде всего, является удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции. Анализ показал, что вес инновационной продукции в ПФО значительно превышает средний уровень по России (в 2010 году: в РФ – 4,4%, в ПФО – 10,2%, в 2012 году: в РФ – 8%, в ПФО – 12,7%).

Переход к инновационному сценарию невозможен без развития науки и техники. В 2012 году внутренние затраты на научную деятельность в ПФО составили 109155,0 млн руб. Наибольший вклад в развитие инноваций в регионе вносит Нижегородская область, на втором месте – Самарская область, на третьем – Республика Татарстан.

Несмотря на достаточно низкий спрос на инновации, промышленные предприятия региона продолжают модернизировать и создавать новые производственные технологии. За последние два года доля разработанных в ПФО передовых производственных технологий в общем числе созданных в России выросла на 4% (в 2011 году – 15,3%, в 2012 году – 19,3%).

Кроме того, в 2012 году в регионе выдано 3532 патента на изобретения и 2415 патентов на полезные модели (в 2011 году – 2954 и 2224 патента соответственно).

Анализ динамики основных показателей инновационного развития Приволжского Федерального округа показал наличие существенного сдвига в области перехода региона к инновационной экономике. Растет величина вложений в развитие инноваций как на региональном уровне, так и со стороны частных инвесторов. Создаются организации и фонды, способствующие созданию и развитию инноваций в регионе. В целом «инновационная ситуация» достаточно благополучная по сравнению с общероссийской. Инновационная активность предприятий региона в 2012 году на 0,3% выше, чем по РФ, вес инновационной продукции в регионе значительно превышает средний уровень по России, растет доля разработанных передовых производственных технологий в общем числе созданных в России. В то же время среди субъектов ПФО имеется существенная дифференциация инновационного развития. Выделяются Нижегородская область, Республика Татарстан и Самарская область, где показатели инновационного развития гораздо выше, чем в других субъектах региона.

УДК 336.71

В.С. ГОЛОВ

ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ БАНКОВСКОГО БИЗНЕСА В РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В зависимости от сферы внедрения банковские инновации подразделяют на три вида: инфотехнологические, продуктовые и организационно-экономические. Сейчас в РФ преобладают инфотехнологические инновации, что объясняется рисковой природой инноваций. При этом банковский бизнес по своей сути не склонен к риску – банки не могут себе позволить рисковать деньгами клиентов, а стабильность бизнес-модели имеет определяющее значение. Поэтому в области бизнес-инноваций (новые продукты или бизнес-модели) банки остаются довольно консервативными, двигаясь при этом в направлении развития инфотехнологических инноваций. Эти инновации в основном заключаются в развитии дистанционного банковского обслуживания (ДБО). Примером является облачный сервис iQube и одноименное приложение для мобильных устройств (смартфонов, компьютеров, планшетов и smart TV), которое позволяет быстро связаться с офисом банка (или другой организации) посредством звонка по видеосвязи.

В области интернет-банкинга инновационным является встраивание системы финансового планирования (Personal Financial Management, PFM) в интернет-банк. Такая система позволяет клиенту планировать свои финансовые потоки, а банку – продвигать и продавать свои продукты. Клиент определяет некую цель, которой хочет достичь через определенный промежуток времени, а система выстраивает план по управлению финансовыми потоками, который позволит добиться этой цели, при этом учитываются текущие и ожидаемые доходы клиента и то, какие продукты банк может ему предложить. На основе осуществляемых операций банк определяет точку, в которой клиент находится по отношению к своему плану. Сервис, с одной стороны, позволяет проводить операцию, а с другой – учитывает ее и сопоставляет с планом.

Дальнейшее совершенствование систем ДБО предполагает повышение их безопасности и обеспечение простоты использования для клиентов. К вопросу простоты относится и переход от сложных платежных форм, в которых нужно указывать расчетные счета, к использованию никнеймов или номеров мобильного телефона в качестве идентификаторов при переводе денег (у каждого человека есть профиль, к которому привязан его расчетный счет). Американский Mercantile Bank of Michigan запустил еще в 2009 г. мобильное платежное решение, которое позволяет клиентам отправлять деньги через сеть PayPal любому человеку, имеющему адрес электронной почты или номер мобильного телефона. Отечественные банки

тоже начали внедрять такую технологию, но перевод денег по этому принципу осуществляется только внутри своей клиентской базы. В перспективе речь должна идти о создании единого пространства профилей, среди которых можно переводить деньги.

Внедрение бесконтактных платежей (технологии Pay Wave (Visa), Pay Pass (MasterCard) и платежи через NFC-чипы) в России продвигается достаточно медленно в силу неразвитости инфраструктуры. С 1 января 2015 г. ЦБ РФ намерен обязать все кредитные организации эмитировать только карты, оснащенные чипами. В результате операторам мобильного эквайринга придется осуществлять замену оборудования, а его стоимость возрастет в три-пять раз. Ожидается, что это сократит число желающих развивать такие формы оплаты и снизит востребованность технологии.

К инновационным банковским продуктам последнего времени можно отнести виртуальную карту, которая представляет собой данные реквизитов банковской карты и используется в основном для платежей в интернете. К её преимуществам можно отнести универсальность, безопасность и удобство получения, однако такие карты нельзя использовать в магазинах и банкоматах, существует лимит платежей, а срок действия виртуальной карты ограничен.

УДК 334

И.Г. ГОРБУНОВА, Ю.А. ШАРАПОВА, К.И. КОЛЕСОВ

УПРАВЛЕНИЕ ФИНАНСОВЫМИ РИСКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рыночная экономика несет в себе риск хозяйственной деятельности предприятия. Необходимо систематически проводить анализего финансового состояния. Риск – это вероятность возникновения убытков, недопоступлений планируемых доходов, прибыли. Потери, имеющие место в предпринимательской деятельности, можно разделить на материальные, трудовые, финансовые.

Рассмотрим финансовые риски. Итак, финансовый риск возникает в процессе отношений предприятия с финансовыми институтами (банками, финансовыми, инвестиционными, страховыми компаниями, биржами и др.). Причины финансового риска - инфляционные факторы, рост учетных ставок банка, снижение стоимости ценных бумаг и др.

Финансовые риски подразделяются на три вида:

1) риски, связанные с покупательной способностью денег:

- инфляционные (связаны с возможностью обесценивания денег);
- дефляционные риски (риски того, что с ростом дефляции цены снижаются, что приводит к ухудшению экономических условий предпринимательства и снижения доходов);
- валютные риски (опасность неблагоприятного снижения курса валюты);
- риски ликвидности (связанные с возможностью потерь при реализации ценных бумаг или других товаров из-за изменения оценки их качества и потребительской стоимости);

2) риски, связанные с вложением капитала (инвестиционные риски);

3) риски, связанные с формой организации хозяйственной деятельности организации:

- риски коммерческого кредита (риски неполучения товара, услуги при предоплате или авансе, либо риск неполучения оплаты при отсрочке и рассрочке оплаты за поставленный товар, услугу);
- оборотные риски (вероятность дефицита финансовых ресурсов в течение срока регулярного оборота).

Управление риском в широком смысле представляет собой особый вид деятельности, направленной на снижение или полное устранение влияния его неблагоприятных последствий на результаты проводимых хозяйственных операций.

Различают следующие подходы к управлению рисками:

1. Активный подход – означает максимальное использование имеющейся информации и средств для минимизации рисков. При таком подходе управляющие воздействия должны опережать или упреждать рисковые факторы и события, которые могут оказать влияние на реализацию проводимой операции. Данный подход предполагает затраты на прогнозирование и оценку рисков, а также организацию их непрерывного контроля и мониторинга.

2. Адаптивный подход к управлению риском строится на принципе «выбора меньшего из зол», т.е. на адаптацию к сложившейся ситуации. При таком подходе управляющие воздействия осуществляются в ходе проведения хозяйственной операции как реакция на изменения среды. В этом случае предотвращается лишь часть возможных потерь.

3. При консервативном подходе управляющие воздействия запаздывают. Если рисковое событие наступило, ущерб от него поглощается участниками операции. В данном случае управление направлено на локализацию ущерба, нейтрализацию его влияния на последующие события. Обычно затраты на управление риском при таком подходе минимальны, однако возможные потери могут быть достаточно велики.

Важнейшее значение для эффективного управления финансовыми рисками имеет адекватное надежное информационное обеспечение.

УДК 657.421.32

О.М. ГУСЕВА

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА СТАДИИ ЗРЕЛОСТИ И НАСЫЩЕНИЯ ПРОДУКТА

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

Жизненный цикл продукта (ЖЦП) зависит от многих факторов, поэтому необходимо проводить анализ и разрабатывать комплекс мероприятий на каждой отдельно взятой стадии ЖЦП. Основная цель отдела службы контроллинга – анализ длительности отдельных стадий ЖЦП и предложение комплекса мер по их оптимизации.

Так, стадия зрелости конкретного продукта характеризуется увеличением прибылей для предприятия за счет укрепления его позиций на рынке. В результате предприятие переходит в стадию насыщения, обеспечивающую ему максимальные притоки денежных средств. Причем в период нахождения на данной стадии стратегические ресурсы предприятия исчерпаны, однако общие показатели деятельности (экономические, финансовые, продаж) остаются еще на достаточно высоком уровне.

Задачи специалистов службы контроллинга на данном этапе следующие:

- контроль за тенденцией основных показателей продукта;
- максимальное продление длительности стадий зрелости и насыщения;
- своевременное обнаружение переломного момента стадии зрелости и предложение модификации продукции с целью перехода к стадии насыщения;
- затратное обоснование производства нового (модифицированного) продукта;
- контроль за привлечением и расходованием дополнительных финансовых средств;
- разработка рекомендаций для менеджмента по повышению конкурентоспособности продукции в целях повышения финансового благосостояния предприятия и т.д.

Возможно применение ряда методов, таких как:

1. Метод дерева решений (инструмент «метод дерева решений» позволяет подобрать наиболее прибыльный вариант модификации продукта).

2. Таргет – костинг (инструмент «таргет – костинг» позволяет подобрать оптимальный вариант себестоимости, издержек и цены модифицированного продукта).

3. Анализ чувствительности (инструмент «анализ чувствительности» позволяет определить степень изменения прибылей за счет ввода в эксплуатацию разработанного продукта).

4. Сравнительный анализ (инструмент «сравнительный анализ» позволяет определить изменение финансового состояния предприятия до и после ввода в эксплуатацию модифицированного продукта).

На данном этапе необходим расчет таких показателей, как:

1. Динамика продаж продукта.
2. Динамика прибылей от реализации нового/модифицированного продукта.
3. EVA.
4. Ликвидность и платежеспособность предприятия.

Проводимые подобные мероприятия специалистами службы контроллинга на каждой отдельной стадии ЖЦП позволят сделать соответствующий прогноз его жизнедеятельности в целом и по отдельным стадиям с финансовой и временной точек зрения, минимизируя тем самым риски и затраты по этапам проекта и предприятию в целом.

УДК 338

П.И. ДАЛЁКИН, И.Б. ГУСЕВА, О.В. ГЛЕБОВА

НАПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЛИНГА НИОКР В НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

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

Ориентация экономики страны на инновационный путь развития, международная интеграция, рост конкуренции в инновационной сфере, снижение уровня государственного заказа способствуют поиску новых путей, систем и методик управления проектами НИОКР в научных организациях.

Контроллинг НИОКР как целостная система, ориентированная на повышение эффективности разработки и коммерциализации проектов НИОКР, является в современных условиях ключом к достижению успеха. Контроллинг НИОКР, ориентированный на установление зависимостей между проектами, продуктами и процессами, всё чаще присутствует в практике научных организаций Европы и США.



Рис. 1. Направления контроллинга НИОКР в научных организациях

Российские реалии в области науки и производства чаще всего не имеют достаточных условий и базы для реализации проекта по созданию службы контроллинга НИОКР. Однако научные организации, которые ввели в организационную структуру службу контроллинга, имеют реальную поддержку, необходимую для эффективного управления проектами НИОКР.

Направления контроллинга НИОКР в научных организациях достаточно разнообразны и отвечают современным требованиям и реалиям рыночной экономики. Основные из них представлены на рис. 1.

В рамках организации контроллинга НИОКР в научных организациях необходима реализация комплексного подхода, направленного на проведение анализа в разрезах проектов, процессов и подразделений.

УДК 334

Д.А. ЗАЙЦЕВ, А.Е. НЕЗНАХИН, Д.А. КОРНИЛОВ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «ИННОВАЦИИ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В научной и учебной литературе приводятся различные определения понятия «инновация». В табл. 1 приведены некоторые определения из тысячи существующих.

Таблица 1

Варианты определений понятия «инновации»

Определение	Источник
Процесс, в котором интеллектуальный товар – изобретение, информация, ноу-хау или идея – приобретает экономическое содержание	Т.Брайн
Целевое изменение в функционировании предприятия как системы (количественное, качественное в любой сфере деятельности предприятии)	Л.Волдачек
Результат взаимодействия сфер НИОКР, маркетинга, производства и управления	Г.Я. Гольдштейн

Сравнительный анализ множества определений позволил выявить четыре подхода к трактовке и пониманию понятия «инновации»: Как изменение, Как процесс, Как результат, Как инструмент (средство) (табл. 1).

Основные подходы к определению инновации как основной категории инновационной теории, существующие в зарубежной и отечественной практике представлены в табл. 2. [3, 4].

Таблица 2

Подходы к определению инноваций

Автор	Подходы к определению термина «инновация»			
	Как изменение	Как процесс	Как результат	Как инструмент (средство)
1	2	3	4	5
Зарубежные авторы				
Витфилд П.	+			
Друкер П.				+
Койре А.		+		
Ла Пьере	+			
Санта Б.		+		
Твисс Б.		+		
Хартман Х.	+			
Шумпетер Й.	+			

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Отечественные авторы				
Балабанов И.Л.			+	
Борисов А.Б.			+	
Валдайцев С.В.		+		
Валента Ф.	+			
Волдачек Л.	+			
Гвишиани Д.М.		+		
Гохберг Л.М.			+	
Кузык Б.Н.				+
Лапин Н.И.				+
Медынский В.Г.			+	
Раппопорт В.		+		
Уткин Э.А.			+	

Разные варианты трактовки понятия «инновации» предполагают разные методы оценки эффективности и способы стимулирования инновационной деятельности.

УДК 334

Д.А. ЗАЙЦЕВ, А.Е. НЕЗНАХИН, Д.А. КОРНИЛОВ

ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СУЩНОСТЬ ИННОВАЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Создание эффективной системы управления инновационной деятельностью требует наличия соответствующего понятийного аппарата. Подойдем к изучению этого вопроса с теоретической (научной) стороны и сравним мнения известных отечественных и зарубежных авторов.

В настоящее время в мировой и отечественной практике наиболее распространены трактовки основных положений инновационной теории, базирующиеся на концепции Й. Шумпетера о новых комбинациях факторов производства. Известны определения, предложенные зарубежными авторами Ла Пьере (изменения во внутренней структуре путем перехода от первоначального состоянии), П. Витфилдом (преобразование творческой мысли в готовый продукт, процесс или систему), а также П. Друкером, К. Найтом и др.

Имеется более четкий и узкий вариант трактовки понятия «инновация», который рассматривает данный термин с позиций создания и внедрения конкретных видов техники, технологии, других новых продуктов. При этом в ряде случаев допускается отождествление инновационных и научно-технических аспектов производственной деятельности, что не всегда верно.

Такой вариант трактовки значительно проще и нагляднее, а также позволяет исследовать количественные и качественные параметры инноваций, оценивать практические аспекты от использования инноваций, выявлять экономический и другие виды эффекта.

Имеются разные точки зрения на понятия «инновация», «новшество», «нововведение» и др. Ряд авторов в этих определениях делает акцент на «результат» (результат, продукт, объект), другие более склоняются к «процессу получения результата».

В своей книге «России- 2050 год: Стратегия инновационного прорыва» Б.Н. Кузык и Ю.В. Яковец понимают под категорией «инновация» использование достижений человеческого разума (открытий, изобретений, научных и конструкторских разработок и т.п.) для повышения эффективности деятельности в той или иной сфере. Указанное определение отечественных авторов функционально схоже с определением инноваций Питера Друкера как инструмента эффективности.

Международным стандартом, принятым в настоящее время многими авторами, является определение категории «инновации», представленное в основном методическом документе

по инновациям «Руководстве Осло». Этот документ был принят в Осло в 1992 году и представляет собой методику сбора данных о технологических инновациях. Документ постоянно корректируется группой экспертов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Так, уже в 2005 году в Руководстве были выделены четыре главных типа инноваций – продуктовые, процессные, маркетинговые и организационные.

С учетом изложенных подходов, методических рекомендаций предложим следующее определение «категории «инновации»: Инновации – это новые знания, воплощенные человеком в ту или иную форму удовлетворения своих потребностей. Возрастающие потребности человека являются стимулом для создания инноваций.

Из определения следует, что инновация должна иметь какую-то форму воплощения, существования. Основная форма воплощения и существования инновации – вещество, прежде всего, новые продукты производственного и потребительского назначения.

УДК 334,338

Е.В. ЗАХАРОВА

РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Реинжиниринг – это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование деловых процессов для достижения резких, скачкообразных улучшений современных показателей деятельности компаний, таких как стоимость, качество, сервис и темпы.

На Западе о реинжиниринге говорят, что это «самая пылкая управленческая концепция со времен движения за качество», а также «одна из ключевых управленческих концепций 1990-х годов». Основы этой теории были заложены в 1984-1990 гг. в США в ходе исследовательских работ под эгидой Массачусетского технологического института и Гарвардского университета.

Однако прорыв в исследованиях этого феномена принято ассоциировать со статьей американского экономиста, профессора Гарвардской школы бизнеса М. Хаммера «Реинжиниринг традиционных методов работы: не автоматизируйте их, а отвергайте». В этой статье доказывалось, что компаниям необходимо «уничтожать» свои производственные процессы, нежели автоматизировать их, если они хотят значительно улучшить эффективность, которая так необходима для выживания на мировых рынках с быстро растущей конкуренцией.

История менеджмента знает практическое применение реинжиниринга на примере компаний: Ford Motor Company, IBM Credit, Kodak, которые достигли улучшений не выполнением узких задач и не работой внутри предопределенных организационных границ, а путем рассмотрения целого процесса – будь то процесс кредитование, снабжение или разработка продукции, – который выходил за рамки отдельных подразделений.

Реинжиниринг необходим предприятию в следующих случаях:

1. В условиях, когда фирма находится в состоянии глубокого кризиса. Этот кризис может выражаться в значительном уровне издержек, массовом отказе потребителей от продукта фирмы;

2. В условиях, когда текущее положение фирмы может быть признано удовлетворительным, однако прогнозы ее деятельности являются неблагоприятными. Фирма сталкивается с нежелательными для себя тенденциями в части конкурентоспособности, доходности, уровня спроса;

3. Реализацией возможностей реинжиниринга занимаются благополучные, быстрорастущие и агрессивные организации. Их задача состоит в ускоренном наращивании отрыва от ближайших конкурентов и создании уникальных конкурентных преимуществ.

Преимущество реинжиниринга бизнес-процессов заключаются в том, что он способен дать существенное сокращение издержек, обеспечить базу для расширения бизнеса, стимулировать переход предприятия на качественно новый технологический уровень, подготовить его к внедрению автоматизированных систем управления.

К недостаткам реинжиниринга надо отнести его сложность, которая определяется большой неординарностью работ по изменению бизнес-процессов, требующих наличия персонала очень высокой квалификации, требующих значительных затрат на выполнение работ и очень большого количества времени.

Я считаю, что реинжиниринг необходим российскому предпринимательству, так как ему необходимы существенные изменения, посредством осуществления комплексной программы, включающей качественное совершенствование основных бизнес-процессов с одновременным внедрением новых информационных технологий, которые позволят добиться модернизации и существенного повышения эффективности бизнеса.

УДК 334,338

Е.В. ЗАХАРОВА

РЕБРЕНДИНГ КАК СРЕДСТВО СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРОДАЖ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Современный мир развивается очень быстро, а значит, с такой же скоростью все и устаревает, поэтому для успешного ведения бизнеса необходимо вовремя подстраиваться под новые условия конкурентного бизнеса. Это касается и бренда различных компаний. Каким бы популярным не был бренд, рано или поздно его придется обновить, потому что он просто перестанет соответствовать времени. Все эти проблемы решает ребрендинг.

Ребрендинг – это комплекс мероприятий по изменению всего бренда, либо его составляющих (названия, логотипа, визуального оформления, позиционирования).

Ребрендинг необходим в следующих случаях:

- изначально бренд был неверно позиционирован;
- изменяются рыночные условия, а адаптация существующего бренда в них не возможна;
- уровень знания бренда становится очень низким;
- бренд начинает проигрывать конкурентам.

Задачи ребрендинга:

- дифференциация бренда (усиление его уникальности);
- усиление бренда (рост лояльности потребителей);
- увеличение целевой аудитории бренда (привлечение новых потребителей).

Этапы ребрендинга:

1. Аудит бренда (изучение его состояния, оценка отношения к нему, знание и уровень лояльности целевых аудиторий; определение слабых и сильных сторон; понимание глубины ребрендинга; анализ финансовых ресурсов компании);

2. Разработка стратегии и тактики ребрендинга (определение элементов бренда подвергающихся изменению);

3. Обновление основных элементов идентичности бренда (новое позиционирование, новые элементы системы визуальной и вербальной идентификации; новая коммуникационная стратегия бренда);

4. Донесение до аудитории смысла ребрендинга.

С понятием ребрендинг связаны понятия репозиционирование, рестайлинг, редизайн. Репозиционирование бренда – это изменение его основных характеристик и закрепление их в сознании целевых аудиторий. Рестайлинг – изменение цвета логотипа и других визуальных атрибутов в соответствии с новым позиционированием и новыми характеристиками бренда. Редизайн – изменение логотипа и фирменного стиля компании. Например, компании «Кока-кола» и «Пепси-кола» периодически меняют характеристики своих визуальных атрибутов.

Ребрендинг представляет собой одно из наиболее эффективных средств повышения степени лояльности потребителей к бренду, а, следовательно, и к объему продаж и получе-

нию прибыли. Первыми это стали понимать представители крупного розничного бизнеса - сотовые компании, торговые сети, авиаперевозчики.

За последние годы в России было проведено множество кампаний по перепозиционированию и смене имиджа. Достаточно вспомнить яркие рекламные кампании операторов мобильной связи «Билайн» и МТС, кардинальный ребрендинг авиаперевозчика «Сибирь» (S7 Airlines), банковский ребрендинг (Альфа-банк, Уралсиб, Финансбанк), ребрендинг розничных сетей (Эконика, Беталинк) и другие.

Чем рынок более насыщен, тем более важным становится брендинговая составляющая, тем более важную роль бренд играет в обеспечении приверженности потребителей.

УДК 338.2

А.А. ЗАХАРОВА, М.А. ПЛАТОНОВА

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ОСНОВА АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

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

Генри Минцберг (университет Мак-Джилл, Монреаль, 1987) выдвинул идею, что термин «стратегия» как один из важнейших элементов процесса планирования на предприятии практикуется неоднозначно. Он предложил свое определение стратегии в рамках «пяти П». По его мнению, стратегия включает: план – это понятие, под которым понимают заранее намеченные действия, ход которых контролируется от начала до конца; прием как тактический ход – означает краткосрочную стратегию, которая характеризуется очень ограниченными целями и в случае необходимости может быть изменена.Минцберг описывает прием, т. е. тактический ход, как «маневр с целью переиграть своего противника или конкурента»; поведенческую модель (стратегия поведенческой модели) – это стратегия изменений путем следования принятой форме поведения. В отличие от планов и тактических приемов, поведенческие модели проявляются как результат последовательного поведения; позицию по отношению к другим, или позиционную стратегию – будет уместна в том случае, когда для организации важна ее позиция по отношению к конкурентам или ее позиция на рынке; и перспективу или стратегию перспектив – это курс, нацеленный на изменение культуры (системы убеждений и восприятий, системы взглядов на мир) определенной группы людей, обычно членов самой организации.

Планирование достаточно интересная тема в экономике. По сути, предприятия держатся на нем целиком и полностью. Это неотъемлемая часть их жизни. Но как же быть, если дела на нем идут не совсем хорошо? Какую роль планирование может сыграть в “плохие» времена для предприятия? Можно ли с помощью него избежать банкротства?

На этот вопрос можно дать положительный ответ. Здесь в игру вступает такая часть планирования, как стратегия предприятия. Можно выделить следующие ее виды:

1. Сдача в аренду ресурсов, которые имеются на предприятии, но не использующиеся им (прокат станков, аренда зданий и т.д.) Это приводит к тому, что у фирмы появляется дополнительный доход, который она может пустить на погашение задолженности, либо на усовершенствование технологий.

2. Поиск инвесторов. Как известно такие люди не вкладываются в неприбыльные дела, но если инвестору нужна земля, а у предприятия есть свободное место, то они могут объединиться. В результате этого могу сложиться доверительные отношения с инвестором, что в дальнейшем может послужить хорошим сотрудничеством и выводом фирмы на новый уровень.

3. Вертикальное объединение организаций. Более крупные фирмы для расширения своего производства могут сливаются с более мелкими (объединяясь по технологическому принципу – когда готовая продукция одного предприятия, является сырьем для производства продукции другого предприятия), так же они могут осуществлять диверсификацию и осваивать новые рынки сбыта.

4. Горизонтальное объединение организаций. В данном случае происходит объединение предприятий по производству однородной продукции, и осуществляется совместное регулирование сбыта продукции на рынке.

Именно от грамотного выбора стратегии предприятия зависит эффективность его деятельности, определяется направление его движения к ранее поставленным целям и задачам, в том числе антикризисному управлению предприятием в целом.

УДК 004.5

О.В. ЗЯБЛИЦЕВА

3D МИР ИЛИ «ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Дополненная реальность (*Augmented reality, AR)* – результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью увеличения восприятия информации.

Существует несколько определений увеличенной реальности: исследователь Рональд Азума в 1997 году определил ее как систему, которая:

- совмещает виртуальное и реальное;
- взаимодействует в реальном времени;
- работает в 3D.

По сути, технологии дополнительной реальности могут как дополнять окружающий мир объектами мира виртуального, так и устранять из него объекты — возможности AR ограничиваются лишь возможностями соответствующих устройств и программ.

В технологиях одновременного взаимодействия пользователя с реальным и виртуальным мирами задействованы лишь слух и зрение, и, при условии встраивания в будущие системы AR сообщающих пользователю тактильные ощущения устройств, область их применения может быть значительно расширена, выйдя за рамки информационных и развлекательных решений. Потенциал этих технологий огромен.

Дополненная реальность определяется в соответствии с контекстом и при этом рассматривается не как абстрактная запись, а так, словно объекты дополненной реальности существуют в природе и жизни. Дополнительная реальность- это инструмент, который позволяет одному или многим наблюдателям расширить своё поле зрения при помощи виртуальных элементов, обычно созданных компьютером. Следующие правила могут быть определены как необходимые для того, чтобы дополнительная реальность была принята бизнесом, образованием и обществом:

- полная интерактивность в реальном времени;
- точное и сверхбыстрое отслеживание;
- стереоскопия;
- сверхпортативность и беспроводность;
- ощущение «полного погружения»

Проще говоря, дополненная реальность – это виртуальность, добавленная к реальной жизни. Например, мы наводим камеру нашего мобильного телефона на Эйфелеву башню и видим на его экране текст с ее историей.

Зародившись в 60-х годах XX века, технологии дополненной реальности переживают бурное развитие. При этом разработчики сталкиваются с рядом проблем и достаточно успешно их решают. В дополненной реальности не происходит различия между реальным и виртуальным мирами, что может сделать мир интереснее и насыщеннее. Таким образом, технологии дополненной реальности постепенно входят в нашу жизнь, меняя и делая ее более комфортной. Кроме того, уже сейчас это не является чем-то непривычным и экзотическим, мы сталкиваемся с этим практически на каждом шагу, просто не замечаем этого.

УДК 331.1

А.Ю. ИВАНОВ

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРИ СДАЧЕ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ЗАКАЗЧИКУ В ПРОЕКТНОМ БЛОКЕ ОАО «НИАЭП»

ОАО «Нижегородская инжиниринговая компания «Атомэнергопроект»
(ОАО «НИАЭП»)

Одним из направлений постоянного развития компаний атомной отрасли является получение устойчивого конкурентного преимущества перед другими компаниями, а именно сокращение стоимости и сроков проектирования и сооружения АЭС, снижение всех затрат – финансовых и временных – до минимума. Именно на реализацию данных мер направлена производственная система «Росатом» (ПСР), внедряемая в как в ГК «Росатом», так и в ОАО «НИАЭП» в частности.

Производственная система «Росатом» – методически целостный отраслевой комплекс взаимосвязанных производственных процессов, в которых действия, не создающие ценность, сведены к минимуму в результате последовательных улучшений при помощи принципов, правил, инструментов и методов.

Одним из пилотных проектов внедрения ПСР в проектном блоке ОАО «НИАЭП» является внедрение системы электронного документооборота при сдаче рабочей документации заказчику. Данный проект устанавливает требования по взаимодействию между подразделениями проектного блока ОАО «НИАЭП» и Заказчика при передаче, прохождении и согласовании проектно-сметной документации. На начальном этапе процесс согласования и выпуска рабочей документации занимал 66 дней.

Основные цели внедрения электронного документооборота:

- сокращение сроков разработки и согласования с Заказчиком ПСД до 21 дня при неизменно высоком качестве выпускаемой продукции;
- сокращение внесений изменений в ПСД путем предъявления документации Заказчику с «первого раза»;
- сокращение затрат на доставку и тиражирование ПСД.

Данные цели достигаются путем:

- оптимизации процесса согласования ПСД внутри проектного блока;
- размещения ПСД на виртуальном ftp-сервере, что позволяет Заказчику рассматривать документацию в электронном виде, тем самым все спорные вопросы с Заказчиком решаются до сдачи ПСД в архив, что сокращает сроки на внесение изменений в документацию, повторное ее тиражирование;
- печати и тиражирования документации непосредственно на площадке строящейся АЭС, тем самым сокращаются затраты по доставке документации на площадку строительства (расстояния в несколько тысяч километров), отсутствует необходимость использования грузового транспорта для доставки.

Документация в течение одного дня равномерно передается в архив Заказчику для выдачи «в производство работ» и генподрядчику для ведения СМР, тем самым сокращая сроки обеспеченности документацией подрядных организаций.

В случае необходимости внесения изменений в уже выпущенную и сданную в архив РД, данные изменения вносятся также путем электронного согласования на ftp-сервере и тиражирования на строящейся площадке.

Актуальность данного проекта характеризуется тем, что проект направлен на сокращение временных затрат, сокращение косвенных финансовых затрат при разработке ПСД, что сказывается не только на финансовых показателях по бизнес-процессу проектирование, но и на всем процессе сооружения АЭС, так как проектно-сметная документация – основа любого процесса, будь то СМР или закупка оборудования, именно после окончания этапа разработки ПСД может начаться следующий этап строительства.

УДК 338.2

Е.С. ИСТОШИНА, М.А. ПЛАТОНОВА

ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

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

Инновации на предприятии – это определенная система действий результатом, которой является получение новых товаров и услуг, а также товаров и услуг с новыми качествами. Инновации способствуют повышению качества товаров и услуг, что приводит к удовлетворению потребностей потребителей и максимизации прибыли организации.

Эффективность инновационного развития предприятия определяют исходя из соотношения эффекта (прибыли организации) и вызвавших его затрат. Существует множество факторов, которые воздействуют на развитие инновационных процессов: научно-технический потенциал; производственно-техническую базу; основные виды ресурсов; крупные инвестиции; соответствующую систему управления.

Инновационная стратегия – это долгосрочное, качественное определение направления инновационного развития предприятия, приводящее его к поставленным целям. Ее первоисточником является миссия предприятия. Первоначальные шаги в разработке инновационной стратегии: оценка внешней и внутренней среды организации. Она определяет взаимоотношение систем внутри предприятия, позиции в окружающей среде.

Существует три подхода к разработке инновационной стратегии:

1. Лидерство в минимизации издержек. Целью данного подхода является уменьшение издержек производства продукции.

2. Специализация в производстве продукции. Для того чтобы использовать этот подход предприятие должно быть всесторонне развито.

3. Фиксация сегмента рынка и концентрация усилий на нем. Предприятие действует только на выбранном сегменте.

Выделяют следующие проблемы инновационного развития предприятия:

1. Не существует законодательства, которое могло бы контролировать инновационную деятельность на предприятие.

2. У предприятия нет собственных источников для развития инноваций, а возможность получения финансов от инвесторов маловероятна.

3. Отсутствие у российских предприятий современной базы для внедрения разработок по причине износа или отсутствия необходимого оборудования.

4. Существует феномен сопротивление инновациям, т.е. люди боятся всего нового.

5. Отсутствие среди персонала работников, которые могут продуктивно руководить инновационным процессом.

6. Невозможно получить точную оценку спроса на инновационную продукцию из-за стабильной экономики страны.

Одной из главных причин инновационного прогресса является конкуренция. Существует множество проблем внедрения и развития инноваций, но они необходимы для полноценного развития любого предприятия. Инновационная деятельность является посредником между научно-техническим прогрессом и потребителем. Без нее будет невозможен технический прогресс, так как новые идеи и всевозможные модели не получат своей реализации. Инновационная деятельность способствует быстрому развитию экономики, удовлетворению запросов потребителей, приводит к улучшению качества продукции и развитию ассортимента, а также к созданию новых альтернатив производства, которые могут оказаться более выгодными, как для производителя, так и для потребителя.

Инновационная деятельность тесно связана с деятельностью инвестиционной, так как внедрение новых технологий и техники требует финансовых ресурсов, что является основной проблемой в реализации инноваций.

УДК 338.2

С.Е. КАЗАКОВ, М.Д. КРОХОНЯТКИН

ТЕХНОПАРКИ НИЖЕГОРДСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Три года тому назад, в феврале 2011 г. впервые в РФ Областным Законодательным Собранием принят закон «О государственной поддержке технопарков в Нижегородской области», который установил цели, принципы, условия и формы оказания мер государственной поддержки технопарков. Три года – немалый срок и можно подвести некоторые итоги.

.В настоящее время в Нижегородской области действуют семь бизнес-инкубаторов (в городах Н. Новгороде, Бор, Дзержинск, Заволжье, Павлово, Саров и п.Тоншаево) и два технопарка: «Система-Саров» и «Анкудиновка» В первый на данный момнет уже вошли крупные инновационные компании: «Роснано», «Росатом» и «АФК-система». В Российском федеральном ядерном центре разработана инновационная программа развития института, составной частью которой было создание особой территории инновационного развития, но вне закрытого города – для свободного доступа к ней партнеров и специалистов. Эта программа практически и стала прообразом нынешнего технопарка – площадки для создания новой экономики на стыке наук, а также науки и производства.

Что касается второго технопарка, то здесь ситуация сложнее. Строительство затянулось. IT-парк «Анкудиновка» участвует в государственной программе «Создание в РФ технопарков в сфере высоких технологий» с 2007 года. За все это время средний уровень достижений показателей эффективности составил лишь 10%. По проекту парк информационных технологий должен включать в себя несколько зон: деловую, рекреационную, торгово-развлекательную, а также жилье и социальную инфраструктуру. Нижегородская область по итогам 2012 г. лишилась 92,2 млн руб. из федерального бюджета за отставание в строительстве технопарка, в 2013 г. финансирование велось из средств областного бюджета. На сегодняшний день строится единственное здание бизнес-центра, работает только бизнес-инкубатор (32 резидента вместо планируемых 355 резидентов).

Какие выводы в сложившейся ситуации можно сделать?

Во-первых, технопарк – это не просто здание с инфраструктурой, куда государство вкладывает деньги. Это важно, но недостаточно, чтобы система технопарков и бизнес - инкубаторов работала. Кстати, даже в государственном подходе к созданию технопарков есть явные «несостыковки»: например, бизнес-инкубаторы создает Минэкономразвития, а технопарки – Минкомсвязи (это проблема общероссийская, а не собственно нижегородская). Хотя (по опыту, например, США и Франции), ядром технопарка должен быть именно бизнес-инкубатор. Резидентов для технопарка надо выращивать. Компаниям-резидентам с самого начала нужно обеспечить сопровождение, то есть организовать обучение, создавать систему профессиональных консалтинговых центров, центров коллективного доступа и т.д. Для технопарков важны кадровые ресурсы, формирующие так называемую инновационную экосистему. У технологических компаний зачастую не хватает средств и на дорогостоящее оборудование, и на обучение ключевых специалистов. *Во-вторых*, целесообразнее на наш взгляд, чтобы технопарки были не государственными, а как минимум создаваться в форме государственно-частного партнерства (ГЧП). *В-третьих*, по нашему мнению, целью технопарка должно быть активное содействие привлечению средств инвесторов (к примеру, российских и зарубежных венчурных фондов), объем привлеченных инвестиций резидентами является важнейшим показателем эффективности технопарка. Одним из главных критериев оценки эффективности технопарка нужно сделать объем выручки компаний-резидентов либо компаний, которые вышли из технопарка.

УДК 330.131.7

К.С. КАЛИНИНА, К.И. КОЛЕСОВ

СНИЖЕНИЕ РИСКОВ ПУТЁМ ИХ ОЦЕНКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Даже в самых благоприятных экономических условиях для любого предприятия всегда сохраняется возможность наступления кризисных явлений. Такая возможность ассоциируется с риском. Риск присущ любой сфере человеческой деятельности, что связано с множеством условий и факторов, влияющих на положительный исход принимаемых людьми решений. Игнорирование проблем риска достигло крайней степени. Оценка риска - это совокупность аналитических мероприятий, позволяющих спрогнозировать возможность получения дополнительного предпринимательского дохода или определенной величины ущерба от возникшей рисковой ситуации и несвоевременного принятия мер по предотвращению риска.

Существует множество методов оценки рисков, рассмотрим несколько из них. Количественный анализ – это определение конкретного размера денежного ущерба отдельных подвидов финансового риска и финансового риска в совокупности. В абсолютном выражении риск может определяться величиной возможных потерь в материально-вещественном (физическом) или стоимостном (денежном) выражении. В относительном выражении риск определяется как величина возможных потерь, отнесенная к некоторой базе, в виде которой наиболее удобно принимать либо имущественное состояние предприятия, либо общие затраты ресурсов на данный вид предпринимательской деятельности, либо ожидаемый доход (прибыль). Статистический способ заключается в том, что изучается статистика потерь и прибылей, имевших место на данном или аналогичном производстве, устанавливаются величина и частотность получения той или иной экономической отдачи, составляется наиболее вероятный прогноз на будущее. Главные инструменты статистического метода расчета финансового риска: вариация, дисперсия и стандартное (среднеквадратическое) отклонение.

Метод экспертных оценок обычно реализуется путем обработки мнений опытных предпринимателей и специалистов. Он отличается от статистического лишь методом сбора информации для построения кривой риска. Данный способ предполагает сбор и изучение оценок, сделанных различными специалистами (данного предприятия или внешними экспертами) вероятностей возникновения различных уровней потерь. Эти оценки базируются на учете всех факторов финансового риска, а также статистических данных. Реализация способа экспертных оценок значительно осложняется, если количество показателей оценки невелико.

Аналитический способ построения кривой риска наиболее сложен, поскольку лежащие в основе его элементы теории игр доступны только очень узким специалистам. Чаще используется подвид аналитического метода - анализ чувствительности модели. Анализ чувствительности модели состоит из следующих шагов: выбор ключевого показателя, относительно которого и производится оценка чувствительности (внутренняя норма доходности, чистый приведенный доход и т.п.); выбор факторов (уровень инфляции, степень состояния экономики); расчет значений ключевого показателя на различных этапах осуществления проекта (закупка сырья, производство, реализация, транспортировка, капстроительство и т.п.). Анализ чувствительности имеет и серьезные недостатки: он не является всеобъемлющим и не уточняет вероятность осуществления альтернативных проектов.

Вывод: Важным аспектом проблемы рисков являются организационные моменты оценки и управления рисками. На каждом предприятии должен существовать орган управления рисками. Оценка уровня риска является одним из важнейших этапов риск – менеджмента, так как для управления риском его необходимо, прежде всего, проанализировать, дав оценку. Правильная оценка действительной стоимости риска позволяет объективно представлять объем возможных убытков и наметить пути к их предотвращению или уменьше-

нию, а в случае невозможности предотвращения убытков обеспечить их возмещение. Это позволяет правильно выбрать стратегию и приемы управления риском, а также способы снижения степени риска.

УДК 685.1(075)

С.Д. КАРЛИНА

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Металлургическая отрасль находится на сырьевом уровне развития. Промышленная политика в металлургическом комплексе не отвечает современным представлениям рыночной экономики и потенциальным возможностям развития предприятий. Не происходит сокращения доли сырьевого фактора, заметного роста наукоемких видов экономической деятельности, инновационные формы бизнеса не получают должного развития. В статье, опубликованной в журнале «Финансы и кредит», было проведено исследование в направлении совершенствования методики оценки уровня инновационной активности металлургических предприятий (С.Н. Яшин, Н.А. Мурашова, С.Д. Карлина. Совершенствование методики оценки уровня инновационной активности промышленных предприятий на основе анализа показателей статистической и финансовой отчетности – Финансы и кредит №18(546) – 2013 май –11–20 с.). Представленная в работе методика позволила оценить и сравнить уровень инновационной активности четырех металлургических предприятий: ОАО «Русполимет», ОАО «Уральская кузница», ОАО «Ступинский металлургический комбинат», ОАО «ВСМПО - Ависма». Оценка проводилась по шести выбранным показателям (на основе анализа формы №4-инновация, формы №2-наука, сборника социально-экономических показателей России, и т.д.) за период 5 лет с 2007 по 2011 год. На основе полученных данных был рассчитан итоговый показатель инновационной активности металлургических предприятий:

$$ИП_{ИА}=x_1*w_1+ x_2*w_2+ x_3*w_3+x_4*w_4+x_5*w_5+x_6*w_6;\ \sum w_i = 1$$

где $ИП_{ИА}$ – интегральный показатель инновационной активности анализируемого предприятия; w_i – весовые коэффициенты соответствующих показателей; x_i – рассчитанное среднее значение соответствующего показателя с 2007 по 2011 год.

Сравнительный анализ интегральных показателей позволил проранжировать их по уровню инновационной активности, дать характеристику текущего состояния предприятий и рекомендации по выбору направления развития. Используя метод математического моделирования, мы составили уравнения, характеризующие влияние переменных величин (X_1,X_2,X_3,X_4,X_5) – рассчитанные средние значения показателей за 5 лет, на результирующую величину (Y_1,Y_2,Y_3,Y_4), характеризующую уровень инновационной активности конкретного предприятия. Были заданы интервалы варьирования показателей на основе экспертного мнения, на котором мы основывались ранее. С помощью метода математического моделирования были получены четыре уравнения, характеризующих зависимость переменных показателей и их влияние на уровень инновационной активности предприятия. Чтобы определить значение интервала инновационной активности для предприятий металлургической отрасли, мы нашли среднее значение верхней и нижней границ интервалов анализируемых предприятий. В результате был получен интервал инновационной активности для предприятий металлургической отрасли: верхнее значение – 0,3 (30%), нижнее значение – 0,245 (24,5%). Таким образом, если интегральный показатель инновационной активности предприятия $ИП_{ИА} \geq$ 0,245 … 0,3 – предприятие обладает высоким уровнем инновационной активности. Если интегральный показатель инновационной активности предприятия $ИП_{ИА} \leq$ 0,245 … 0,3 – предприятие не является инновационно активным.

УДК 330.12

А.Л. КАШИН, М.Д. КРОХОНЯТКИН

МАЛЫЕ ИННОВАЦИННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ: ПРОБЛЕМЫ ВЕНЧУРНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Согласно статистическим данным, доля инновационного предпринимательства в общей структуре малого бизнеса России варьируется от 1,4 до 3,5%. При этом из всех малых инновационных (МИП) предприятий России не более 15% можно назвать по-настоящему инновационными, то есть ориентированными на рынок. Имеется в виду, что эти 15% проводят научные исследования, занимаются охраной интеллектуальной собственности и коммерциализацией нововведений на рынке. Наиболее распространенными причинами закрытия МИП являются: отсутствие предпринимательского опыта и экономических знаний; неправильная коммерческая оценка инновационной идеи, ситуации на рынке и поведения на нем; отсутствие квалифицированной команды; недостаток финансирования; чрезвычайно низкий уровень осведомленности о возможностях венчурного капитала.

В Нижегородской области накоплен некоторый опыт поддержки инновационной деятельности на различных ее этапах. МИП, в том числе созданные при вузах и научных учреждениях, и молодые ученые (до 28 лет), работающие в научно-технической сфере, имеют возможность получить государственную поддержку в виде субсидии. Например, величина субсидии в номинации «Старт-НН» составляется от 500 тыс. руб. до 1 млн руб., в номинации «У.М.Н.И.К.- НН» – до 200 тыс. руб. Существуют налоговые льготы. Они предоставляются на имущество организации, используемое для реализации приоритетного инновационного проекта (в размере 100%). Ставка по налогу на прибыль, подлежащему зачислению в бюджет Нижегородской области, может быть снижена до 4,5%. Субсидия в целях возмещения части затрат по уплате процентов предоставляется в размере ставки рефинансирования ЦБ РФ в пределах средств, предусмотренных законом об областном бюджете на очередной финансовый год. В 2013 г. эта сумма составляла 14 млн руб. И это далеко не все механизмы поддержки. В декабре 2006 г. Министерством поддержки и развития малого предпринимательства, потребительского рынка и услуг Нижегородской области учреждена некоммерческая организация «Фонд содействия развитию венчурных инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Нижегородской области» Главная задача Фонда – развитие в Нижегородской области инфраструктуры венчурного финансирования субъектов малого предпринимательства в научно-технической сфере. В 2013 г. в области стартовал пилотный проект, суть которого заключается в соинвестировании в инновационные проекты собственных средств Фонда содействия с Фондом посевных инвестиций Российской венчурной компании для создания полного цикла поддержки МИП.

Венчурное финансирование пока недостаточно развито в России. Причин тому много. Есть, требующие решения на государственном уровне (прежде всего – совершенствование законодательной базы), но и у самих венчурных фондов есть широкое поле новых возможностей. Отметим, что, согласно международному опыту, помимо инвестиций в инновационные проекты венчурные фонды могли бы:

- предоставлять уникальный опыт по управлению и развитию технологичных *start up* проектов;
- передавать готовые решения из международной практики по коммерциализации технологий и вывода их на рынки, в т.ч. международные;
- обеспечить обмен опытом с представителями зарубежных компаний, решавших аналогичные задачи;
- организовать тренинговое сопровождение проектов.

УДК 341

Н.А. КНЯЗЕВА, Е.И. МАТВЕЕВА, В.В. ПЕТРУНИН, С.В. САЛЬНИКОВ, И.В. ШМЕЛЕВ

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЯДЕРНЫЙ УЩЕРБ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНЫХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ОАО «ОКБМ Африкантов»

В настоящее время с ростом потребности в электроэнергии отмечается интерес к проектам реакторных установок малой мощности, которые одновременно с уменьшением производственных издержек позволяют обеспечивать снабжение энергией вдалеке от крупных электросетей. При этом особое место занимают инновационные проекты транспортабельных атомных электростанций (ТАЭС), которые могут быть использованы для обеспечения электроэнергией труднодоступных районов, например, при разработке месторождений морского шельфа.

Коммерческая привлекательность таких проектов напрямую зависит от правового обеспечения жизненного цикла ТАЭС: наличия международно-правовых режимов, которые регулируют сооружение, транспортировку и эксплуатацию ТАЭС, а также обеспечивают защиту общества и окружающей среды от последствий аварии.

Целью настоящей работы является анализ границ применимости действующего международно-правового режима ответственности за ядерный ущерб к ТАЭС.

Для достижения поставленной цели было проанализировано международное специальное законодательство, выявлены особенности правовых режимов Венской конвенции 1963 г. и Парижской конвенции 1960 г. и смоделирован возможный маршрут транспортировки готовой к эксплуатации плавучей ТАЭС между странами-членами различных конвенций - из России в Нидерланды.

Проведенный анализ позволил выявить следующие ключевые проблемы:

1. Идентификация ТАЭС как объекта международного права. Объектами действующего права в области ответственности за ядерный ущерб выделяют стационарные реакторные установки, реакторные установки транспортных средств и ядерные материалы. Ни одна из этих категорий не учитывает полностью специфику жизненного цикла ТАЭС.

2. Отсутствие единого международного документа, устанавливающего правовой режим ответственности за ядерный ущерб. На данный момент ни одна из действующих международных конвенций об ответственности за ядерный ущерб не является универсальной, что приводит к риску возникновения правовых коллизий.

3. Наложение чрезмерных финансовых обязательств на операторов ТАЭС. Физическое перемещение ТАЭС связано с передачей ответственности между операторами. При передаче ответственности между операторами, принадлежащими к различным правовым режимам, финансовые обязательства по компенсации дублируются.

Таким образом, в существующих условиях необходим универсальный документ высшего уровня, регулирующий применение действующих режимов ответственности за ядерный ущерб. При этом, поскольку создание такого документа – долгосрочная задача, проблемные вопросы распределения ответственности должны быть отражены в межправительственных соглашениях по каждому конкретному проекту, а впоследствии наиболее успешные практики будут инкорпорированы в международную базу.

УДК 338.2

К.В. КОВЫРЗИНА

ВАРИАНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ НПП С УЧАСТИЕМ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЛИНГА

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

Одной из основных задач развития России в условиях глобализации процессов в мировой экономике является построение информационного общества, основанного на генерации, распространении и использовании знаний. Резкое сокращение жизненного цикла инновации в последние годы требует от современных предприятий интенсификации производ-

ственных процессов и сокращения инновационных циклов, ускорение темпов обновления продукции и технологий.

НИОКР являются одним из основных направлений деятельности научно-производственного предприятия (НПП). Таким предприятиям для успешного своего развития необходимо решить ряд проблем, первоочередной из которых является разработка механизмов стратегического развития.

С точки зрения сроков и технологического уровня можно выделить стратегии, направленные на развитие предприятия и накопление технологического потенциала и стратегии, связанные с высокими рисками и неопределенными результатами.

Так, НПП, проводящие стратегию технологического лидерства в НИОКР, обладают достаточным потенциалом и средствами для разработки высокотехнологичных продуктов, для них свойственны длительные сроки и большие затраты с целью получения сверхприбыли в будущем.

Другие НПП проводят политику постепенного расширения линейки модельного ряда, уже хорошо зарекомендовавшей себя на рынке продукции, для данных предприятий характерна наработанная конструкторско-технологическая база, однако им не хватает ресурсов для долгосрочного проектирования высокотехнологичных новых изделий. Соответственно стратегия НИОКР на таких предприятиях будет связана с модернизацией уже выпускаемых изделий и совершенствованием уже внедренных технологий. Для таких разработок НИОКР характерны короткие сроки и незначительные затраты.

Известно, что разработка новейших продуктов и технологий в короткие сроки относится к утопическим стратегиям, для которых свойственны высокие постоянно растущие затраты, неоправданные риски и возможность дестабилизировать работу предприятия в целом. Это стратегия авантюриста в сфере новых технологий.

Предприятия, следующие стратегиям подражания и внедрения чужих технологий, всегда будут следовать за лидерами. Их деятельность теряет смысл и значение для национальной экономики. Это стратегии камикадзе, если не изменить направление, то в результате такой линии поведения предприятие может оказаться на уровне краха.

Современной технологией, обладающей наработанной научно-методической базой и инструментарием, является контроллинг. Контроллинг НИОКР является его функциональной подсистемой, формирующей научно-техническую политику НПП с учетом базовых стратегий его развития в соответствии с государственными задачами в сфере приоритетных направлений научно-технического прогресса.

УДК 338

Ю.А. КОЛЕМАСОВА

СИСТЕМА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ГАЗЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Сегодня производственная система ГАЗ стала самым узнаваемым брендом в стране в области организации управленческих процессов. Ее изучают и активно внедряют не только предприятия промышленной отрасли, но и компании из других сфер экономики. Уникальность производственной системы ГАЗ в том, что она меняет подход самого человека к организации труда, своего рабочего места, призывает думать, как исключить лишнюю работу, не добавляющую ценность продукту, и делает процесс улучшений постоянным. Используя инструменты производственной системы и запуская механизм снижения издержек, предприятия добиваются кардинального роста производительности труда, повышения качества продукции и комфорта рабочих мест без дополнительных затрат. В результате внедрения принципов бережливого производства на предприятиях "Группы ГАЗ" увеличился суточный темп выпуска продукции, производительность труда выросла в четыре раза, производственные площадки были сжаты на 100 тыс. кв. м при сохранении необходимых мощностей. Ежегодный экономический эффект от

снижения затрат, достигаемого благодаря производственной системе, составляет для "Группы ГАЗ" от 500 до 700 млн руб.

Сегодня производственные цеха Горьковского автозавода похожи на высокотехнологичные лаборатории. Современное оборудование, площадки аудита качества готовой продукции, аналогичные тем, какие можно увидеть на предприятиях международного автопрома, операции на конвейере и движения рабочих вымерены посекундно. Более десяти лет назад здесь было все иначе: вдоль конвейеров тянулись вереницы больших металлических стеллажей - тары для хранения комплектующих, а только что собранные автомобили отправлялись не на продажу, а к слесарям -дефектчикам: они приводили в порядок машины после конвейерной сборки.

В 2003 году председатель наблюдательного совета группы "Базовый элемент" Олег Дерипаска принял решение внедрить на ГАЗе передовой международный опыт производственной системы компании *Toyota*. Команда ГАЗа изучила принципы бережливой организации труда, реформаторы активно начали внедрять их на ГАЗе, создавая при этом собственную концепцию бережливого производства.

Базовые подходы и инструменты производственной системы используются в процессе освоения и выпуска новых продуктов: коммерческих автомобилей "ГАЗель БИЗНЕС" и "ГАЗель *NEXT*", автобусов "ЛиАЗ", "ПАЗ" экологического класса "Евро-4" и "Евро-5", автобусов "ГолАЗ" для обслуживания участников и гостей Олимпиады-2014 в Сочи, линейки современных дизельных двигателей ЯМЗ-530 и ЯМЗ-650. «Если бы не существовало производственной системы ГАЗа, вряд ли и производственная система «Росатома» появилась бы в том виде, в каком она существует сейчас", – говорит Владимир Колесников, руководитель проекта ПСР корпорации»"Росатом».

Производственная система уже встроена в учебный процесс профильных учебных заведений для подготовки инженеров и специалистов в соответствии с потребностями ГАЗа: в Нижегородском государственном техническом университете (НГТУ) им. Р.Е. Алексеева ГАЗ открыл первую кафедру в России «Производственная система в машиностроении».

УДК 332.8

И.С. КОЧЕТЫГОВ, Д.Е. МАКАРОВ

КВАРТИРНОЕ РЕЙДЕРСТВО – РАЗВИВАЮЩИЙСЯ БИЗНЕС XXI ВЕКА

Томский политехнический университет

Рейдерство (от англ. raider – участник налёта) – силовое недружественное поглощение предприятия против его собственников, имеющих преимущественное положение в данном предприятии, и/или руководителя [1].

Проблема рейдерства является весьма актуальной, а в совокупности с коррупцией представляет собой огромный неуправляемый аппарат. Любая организация, компания старается добиться максимума прибыли при минимуме затрат, используя разные методы. Во всех случаях преследуется главная цель – получение прибыли.

Уже многие годы назад в мире появилась новая ветвь рейдерства, а именно – квартирное рейдерство. Отметим статью 30 ЖК РФ о правах и обязанностях собственника жилого помещения [2]. Собственник жилого помещения осуществляет права владения, пользования и распоряжения принадлежащим ему на праве собственности жилым помещением в соответствии с его назначением и пределами его использования. То есть, имея долю в квартире, собственник по решению суда имеет право на проживание в ней. Это и представляет некий “толчок” к осуществлению квартирного рейдерства.

У каждого рейдерского захвата есть строгий план действий, используя различные средства, достигается желаемый результат. Покупается доля и через суд рейдер заселяется в квартиру. Рейдеры оформляют долю на людей с серьезными болезнями или же алкоголиков,

наркоманов. Делается всё, чтобы сделать жизнь людей максимально некомфортной, практически невозможной. Постоянный шум, крики, рейдеры применяют самые безнравственные методы, ведя аморальный образ жизни, им неважно с кем они живут, будь это родители с маленькими детьми, инвалиды или пенсионеры.

Проблема остаётся, и в наших силах лишь пытаться искоренить возможность рейдерского захвата на ранней стадии. Отсюда можно дать некоторые советы:

1. Нужно быть максимально осторожным. Обсудите возможность рейдерской атаки в случае продажи одним из наследников своей доли стороннему человеку.

2. Не спешите с продажей и покупкой какой-либо доли квартиры. Вы также можете попасть на рейдеров. И просто не сможете продать свою долю.

3. Если все-таки вы попали под рейдерскую атаку, то есть возможность бороться с рейдерами. Оборудуйте квартиру скрытыми камерами, записывайте возможные угрозы, шантажирование на диктофон. Снимайте поведение мошенников на видео, защищайте свои права и свободы всеми способами, не запрещёнными законом.

Таким образом, квартирное рейдерство – силовое недружественное поглощение жилья против воли его собственников, внешне осуществляемое законным образом.

Подводя итог, нужно отметить неизбежность данного явления. Глобально законы не изменишь, да и отмена разделения жилья на доли просто невозможна. А надежда на то, что коррупция в нашей стране вдруг исчезнет, весьма сомнительна. Поэтому данный вид рейдерства есть и будет иметь место в ближайшем будущем. Рейдерство давно уже стало разновидностью бизнеса, а также неотъемлемой частью экономики и, следовательно, требует пристального изучения.

Библиографический список

1. Рейдерство [Электронный ресурс] // Свободная энциклопедия WIKIPEDIA.ORG. 2012. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Рейдерство_(бизнес) (дата обращения: 27.09.12).
2. Статья 30 Жилищного кодекса Российской Федерации [Электронный ресурс] // Кодексы и Законы Российской Федерации ZAKONRF.INFO. 2012. URL: http://www.zakonrf.info/jk/30 (дата обращения: 28.09.12).

УДК 004.77

И.С. КОЧЕТЫГОВ, Д.Е. МАКАРОВ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Томский политехнический университет

Компьютерная сеть – это система связи компьютеров или компьютерного оборудования (серверы, маршрутизаторы и другое оборудование). Для передачи информации могут быть использованы различные виды электрических сигналов, световых сигналов или электромагнитного излучения [1].

Остановимся подробнее на типах компьютерных сетей. Персональная сеть, предназначенная для одного пользователя. Локальная сеть, покрывающая обычно относительно небольшую территорию или небольшую группу зданий. Муниципальная сеть, покрывающая обычно территорию города. Глобальная сеть охватывает огромную географическую область, например, целую страну или даже континент. [2]

Рассмотрим область применения данных систем и их влияние.

Одним из ярких примеров использования компьютерных сетей – это сфера образования. Благодаря компьютерным сетям, в ближайшем будущем обещается переворот в методах и формах обучения. Многие всемирно-известные университеты воплощают идею обучения в режиме “онлайн”, причем курсы можно найти бесплатные. Например, Массачусетский технологический университет имеет ряд бесплатных онлайн-курсов, которые любой желающий может пройти в любое время [3]. Благодаря чему появились такие возможности? Конечно же, благодаря развитию компьютерных сетей.

Любая компания или организация использует большое количество компьютеров, за-

частую удалённых друг от друга. Компьютеры служат для слежения за производственным процессом, учета товаров и начисления зарплаты. Поначалу все эти компьютеры работают изолированно друг от друга, однако, в какой-то момент администрация принимает решение соединить их, чтобы иметь возможность быстрого доступа к информации по всей компании. Также это замечательная коммуникационная среда для работников предприятия и для электронного делового общения с другими компаниями.

Ещё одно эффективное использование компьютерных сетей – это интернет-коммерция. Эта область сейчас является очень перспективной и быстро развивающейся. Через Интернет уже можно приобретать различные товары, например, билеты на самолет, различные электронные устройства, продукты питания.

Эффективность применения компьютерных сетей с каждым годом лишь увеличивается, распространение информации ускорилось. Доступ к различным источникам информации, таким как базы данных, новостным лентам, происходит мгновенно 24 часа в сутки. Мы можем приобрести практически любой товар в любое время. Обмен информацией происходит с огромной скоростью на любые расстояния. Различные локальные сети позволяют безопасно хранить информацию внутри своей компании, контролировать процесс работы, выполнять работу над одинаковыми проектами одновременно. Применение данных сетей облегчило трудовые будни рабочих, будь то учитель информатики или же инженер на заводе, производящий операции, результаты которых сохраняются в базе, передаются на другие рабочие станции и многое другое. Компьютерные сети уже сейчас являются неотъемлемой частью жизни любого современного человека.

Библиографический список

1. Компьютерные сети [Электронный ресурс] // Свободная энциклопедия WIKIPEDIA.ORG. 2012. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерные_сети (дата обращения: 24.09.12).
2. **Таненбаум, Э**. Компьютерные сети / Э. Таненбаум. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.
3. MIT open courseware [Электронный ресурс] // Massachusetts Institute of Technology MIT.EDU. 2012. URL: http://ocw.mit.edu/index.htm (дата обращения: 26.09.12).

УДК 339.56.055

И.С. КОЧЕТЫГОВ, Д.Е. МАКАРОВ

РОССИЯ НА МИРОВОМ РЫНКЕ СПИРТА

Томский политехнический университет

На мировом рынке спиртовой промышленности по объемам производства и экспортных поставок этилового спирта можно выделить 8 «стран-лидеров». По убыванию: США, Бразилия, Евросоюз (в целом), Китай, Индия, Франция, Германия, Россия.

Регламентам по производству пищевого спирта соответствуют только около 30% предприятий США. Если же говорить о Германии, то производство этилового спирта там является государственной монополией. Согласно последним данным Чикагской товарной биржи, средняя цена на этанол в странах ЕС и США составляла $2,453 за галлон, что примерно соответствует цене $0,67 за литр. И, наконец, наиболее серьезным конкурентом является Бразилия. Средняя цена бразильского этанола составляет около 0,35 евро за литр, однако Бразилия экспортирует свою продукцию в основном в страны Северной и Южной Америки, в частности, тесно сотрудничает с США.

Рассчитаем стоимость российского спирта на мировом рынке с учетом следующих затрат: доставка до границы РФ, экспортная таможенная пошлина на спирт за пределы России, страхование груза, доставка до потребителя, импортная таможенная пошлина на этиловый спирт в стране, где находится потребитель.

Пусть предприятие поставщик находится в Томской области. Потребитель – на территории Германии. Тогда доставка груза объемом 760 000 литров в вагонах-цистернах желез-

нодорожным транспортом до Калининграда обойдется в 3 611 053 руб. Экспортная пошлина на спирт этиловый составляет 6,5% от стоимости груза. Если взять цену на спирт из расчета 40 руб. за литр, то получится, что пошлина составит 1 976 000 руб. Налог на импорт спирта в Германии составляет 19% от стоимости груза, что составит 5 776 000 руб. И, наконец, тариф на страхование груза, перевозимого железнодорожным транспортом, составит 0,5%, что составит 152 000 руб. Общая сумма всех затрат составит 11 515 053 руб. Пересчитывая, сколько составит надбавка к цене за литр продукции, получим сумму в 14 руб. То есть импортная цена этилового спирта составит 54 руб. за литр или 1,23 евро за литр (по курсу на ноябрь 2013 г.). Однако, согласно статье 184 НК РФ, при выполнении ряда условий, уплаченные суммы акциза подлежат возмещению (возврату, зачету) после представления налогоплательщиком в налоговые органы документов, подтверждающих факт экспорта подакцизных товаров. Следовательно, можно говорить о том, что базовая цена на спирт получится ниже на 10-15 руб., т.е. составит в среднем 25-26 руб., а импортная цена может составить примерно 1 евро.

Отсюда можно сделать следующие выводы:

1) цена на российский спирт превышает зарубежные аналоги в данный момент, что сильно усложняет возможности его экспорта;

2) качество спирта таково, что, несмотря на более высокую цену, спрос на продукцию будет иметь место:

3) необходимо сокращение себестоимости продукции.

Библиографический список

1. BusinesStat. Анализ этилового спирта в России в 2007-2011 гг., и 2013-2016 гг.
2. АльфаСтрахование, страхование грузов, перевозимых железнодорожным транспортом // http://www.alfastrah.ru/corporate/cargo/cargoes/
3. **Пекоус, Л.В**. Рынок этанола США: технология и экономика. Современные прогрессивные технологии и оборудование в спиртовой и ликероводочной промышленности / Л.В. Пекоус. – М.: Пищепромиздат, 2012. – 156 с.
4. Справочный расчет провозной платы для РЖД // http://rpp.rzd.ru/Rzd/

УДК 330.1

Т.М. КРЮКОВА

ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современная экономика состоит из программ и центров власти, которые эти программы генерируют и доводят до практической реализации. Процесс управления развитием представляет собой воздействие на объект управления с целью его необратимого, направленного, закономерного изменения, его качественной эволюции. Реализуется данный процесс через соответствующий механизм, заключенный в системе управления организации. В свою очередь, механизм определяется как «совокупность средств и методов управления», которые зависят от целей. Таким образом, именно с формирования целей начинается процесс управления развитием.

Целевая программа – одна из организационных форм достижения желаемых результатов, в частности, повышение уровня инновационного развития и инновационной активности предприятии. Главной идеей программно-целевого управления является предсказание будущего состояния организации в период реализации программы и последующего за ним повышения эффективности работы руководителей и организации в целом.

Данный вид управления осуществляется в четыре этапа:

1) выработка четких формулировок целей;

2) выработка реалистических планов для их достижения, то есть модели деятельности исполнителей программы;

3) осуществление систематического контроля за выполнением намеченных в модели действий, измерение и оценка их результатов, то есть степени реализации программы в каждый данный момент;

4) постоянная корректировка мер или характера действий исполнителей.

Последовательное осуществление всех названных этапов и представляет собой практическое применение программно-целевого метода в механизме управления развитием предприятия, в том числе инновационным. Оценить применение данного метода, а соответственно и работу всего механизма можно путем анализа реализации каждого из этапов.

Программно-целевой метод управления инновационной деятельностью выполняет ряд функции, содержание которых определяется инновационными целями предприятия и особенностями решаемых ими задач. В функциональные задачи программно-целевого метода управления инновационной деятельностью входит, отслеживание динамики изменения результатов инновационной деятельности предприятия и их корректировка в направлении достижения поставленной «глобальной» цели. Очевидно, что качество программно-целевого управления зависит от правильно поставленной цели и уровня разработанности программы. Программно-целевой метод управления не заменяет существующие методы управления предприятием, а существует наряду с ними.

Сущность программно-целевого метода заключается в отборе основных целей социального, экономического и научно-технического развития, разработке взаимоувязанных мероприятий по их достижению в намеченные сроки при сбалансированном обеспечении ресурсами с учетом эффективного их использования. Так как целеполагание в управлении инновационным развитием является приоритетным для современной концепции менеджмента, он относится не только к начальному этапу управления, но и ко всем его последующим этапам, то представляется необходимым усовершенствовать методику его реализации в аспекте определения зависимостей между целями.

УДК 512.65

А.О. КУВШИНОВА, И.В. АЛЕНКОВА

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Понятие «потенциал» включает в себя источники, возможности, средства, запасы, которые могут быть использованы физическими и юридическими лицами, в том числе предприятиями, организациями, административно-территориальными образованиями, государством для решения задач, достижения целей в определенной области.

Применительно к деятельности промышленного предприятия (ПП), научно-технической организации (НТО) правомерно говорить о наличии у них общего или совокупного потенциала и его составляющих, а именно:

- научно-технического потенциала;
- производственно-технологического потенциала;
- финансово-экономического потенциала;
- кадрового потенциала;
- инновационного потенциала.

Все части общего (совокупного) потенциала тесно связаны между собой. Эффективная реализация общего (совокупного) потенциала зависит от состояния как каждой из его частей, так и их взаимодействия. Именно сбалансированность частей общего (совокупного) потенциала является основным условием полной его реализации, поскольку отставание одной из них выступает сдерживающим фактором.

В этой связи изучение инновационного потенциала предприятия, научно-технической

организации, города, региона, страны в целом представляет особую актуальность. Существовавшая ранее система реализации научно-технических, технологических разработок и изобретений, известная как внедренческая, была рассчитана на иную модель хозяйствования, нежели рыночная экономика. С отказом от этой модели зачастую ликвидировались или ослаблялись те структуры, без которых невозможна и в условиях рыночной экономики полноценная инновационная деятельность, например, патентные службы. С другой стороны, в нужном качестве не создавались и не развивались такие инновационные структуры, которые связаны преимущественно с рынком, например, служба маркетинга. Это привело к тому, что инновационный потенциал во многом складывался стихийно, его структуре был присущ внутренний дисбаланс. Такое положение стало тормозом в реализации уже имеющихся научно-технических разработок и изобретений, вымыванию из структуры экспорта и с внутреннего рынка отечественной наукоемкой продукции.

Исследование имело целью не только определить структуру инновационного потенциала, но произвести оценку состояния важнейших его частей и элементов.

Инновационный потенциал предприятия, научно-технической организации – это совокупность научно-технических, технологических, инфраструктурных, финансовых, правовых, социокультурных и иных возможностей обеспечить восприятие и реализацию новшеств, т.е. получение инноваций.

Однако даже в рамках существующих возможностей могут быть мобилизованы интеллектуальные и организационные ресурсы для оказания поддержки хозяйствующим субъектам в приведении инфраструктурной компоненты инновационного потенциала в большее, чем сейчас, соответствие с потребностями инновационного развития.

УДК 339.9

О.В. КУДРЯШОВА

КОНЦЕПЦИЯ ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА КАК СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ НИОКР ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

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

Известно, что одним из главных факторов, ограничивающих инновационное развитие промышленных предприятий, наряду с недостаточным финансированием, а также несовершенством законодательной базы, является высокий уровень риска, обусловленный спецификой деятельности, в том числе в сфере НИОКР как одного из менее изученных и высокорискованных этапов. Поэтому залогом достижения экономической эффективности промышленных предприятий в сфере НИОКР является способность прогнозировать возможные риски НИОКР, рассчитывать их вероятные значения, а также определять пороговые значения их приемлемости в рамках конкретного проекта.

В наши дни большинство предприятий промышленности, занятых в сфере НИОКР, рассматривают риск, как ресурс получения желаемого результата, однако на практике в основу всех мероприятий по управлению рисками проектов НИОКР по-прежнему закладывают концепцию приемлемого риска. Целью данной концепции является определение компромисса между диаметрально противоположными установленными значениями: опасность реализации принятого управляющего решения не в полном объеме присутствует на протяжении всего этапа реализации НИОКР, поскольку невозможно устранить все причины и рискообразующие факторы в силу их многогранности. Кроме того, вопросы о границах приемлемости рисков НИОКР являются одними из самых сложных с точки зрения практического подхода к управлению рисками, что обусловлено в том числе и недостаточной изученностью рисков НИОКР, а также зачастую отсутствием статистической информации ввиду специфики деятельности.

Одним из способов установления уровня приемлемости риска НИОКР является опре-

деление пороговых значений возможных рисков НИОКР, которые зависят от применяемой методики оценки рисков, сложившейся на предприятии техники ведения бизнеса, а также специфики выработанной политики управления рисками НИОКР. Причем установление уровней приемлемости того или иного риска НИОКР может пересматриваться в процессе формирования программы управления рисками НИОКР.

Очевидно, при прогнозировании рисков в рамках конкретного проекта НИОКР целесообразно рассматривать пакет рисков во всей совокупности с установлением для него пороговых значений, что будет способствовать реализации единой политики управления рисками НИОКР. При этом в целях повышения экономической эффективности проекта НИОКР необходимо дополнительно задать пороговые значения по каждому риску в рамках всего пакета.

Таким образом, планирование рисковых ситуаций является одной из важнейших составляющих формирования политики управления рисками НИОКР при определении потенциального ущерба в случае наступления кризиса, поскольку только в данном случае можно наиболее точно определить вероятность наступления рисковых ситуаций и составить планы по их преодолению.

Между тем, практическое применение концепции приемлемого риска обеспечивает стратегическую основу экономической эффективности реализации проектов НИОКР на предприятиях промышленного сектора бизнеса, позволяя комплексно подходить к вопросам управления рисками на предприятиях промышленности и учитывать всевозможные последствия потенциальных рисков.

УДК 338

Е.С. ЛЕЩЕНКО, Р.Ш. МАНСУРОВ, Н.В. ЗУБОВ

УПРАВЛЕНИЕ ЧЕРЕЗ СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Десятки лет информационные и технологические системы на предприятии медленно интегрировались. И только с недавних пор системы типа *ERP (Enterprise Resource Planning)* обеспечили далеко идущую интеграцию многих программ и систем на предприятии. Идея *ERP* проста, но революционна. Традиционное предприятие было подобно архипелагу разрозненных островков, на которых в полной изоляции друг от друга работали люди, часто даже не зная, что делается на других островках. Поэтому конструкторы нередко проектировали изделие, которое не возможно было смонтировать на существующем производственном оборудовании, снабженцам трудно было закупить запас деталей на два года, производственному отделу трудно выпускать серию изделий, которые никто не хотел покупать, а продавцам обещать клиентам что-то, чего не было ни на складах, ни в производственных планах.

Идея *ERP* заключается в создании программного обеспечения, объединяющего разрозненные и работающие зачастую изолированно фрагменты предприятия в одну интегрированную систему.

Но и у системы *ERP* есть свои недостатки. *Во-первых*, в настоящее время их внедрение настолько дорого и трудоемко, что это могут позволить себе только относительно крупные фирмы. *Во-вторых*, в общем случае это системы, направленные «вовнутрь» фирмы, максимально упорядочивающие связи между подразделениями предприятия. С развитием Интернета стала очевидной необходимость своеобразного дополнения системы *ERP* пакетом ПО, которое интегрированным способом упорядочивает связи фирмы с окружением и превращает ее в предприятие, способное действовать в эру электронного бизнеса.

Несмотря на то, что крах многих интернет-фирм в 2001 г. вызвал у многих менеджеров чувство разочарования, поскольку большая часть обещаний и ожиданий, касающихся Интернета, оказались нереальными, совершенно очевидно, что в совокупности с системами *ERP* он еще окажет огромное влияние на современную модель управления.

Во-первых, логика Интернета – это логика постоянных соединений: непрерывных, стандартных, дешевых и избыточных. Соединения означают возможность сближения широких кругов фирм и частных лиц, а также драматичное снижение затрат на коммуникации. А это означает, что в отраслях, в которых коммуникация является причиной основной части затрат и препятствий, влияние Интернета будет огромным.

Во-вторых, логика Интернета обеспечивает непосредственный доступ к информации и проведение систематического сравнения и оценки, т.е. уменьшается асимметрия информации между поставщиками и получателями, которая традиционно отдавала приоритет поставщикам. Это означает, что один из основных источников нормальной прибыли, которым было и есть незнание клиента, будет систематически утрачивать свое значение. А это, в свою очередь, заставит делать еще более сильный акцент на снижение затрат. Одновременный непосредственный доступ позволяет фирмам практически мгновенно выходить на огромный круг своих потребителей, соединять всех со всеми в реальном времени, что обеспечивает молниеносную координацию снабженческо-поизводственных цепочек.

С одной стороны, это все делает жизнь менеджеров значительно интереснее, а с другой – усложняет. Трудность состоит в том, что в связи с ускорением процессов изменений в целом сокращается время жизни хороших стратегий, упрощается возможность имитации и субституции хороших решений, обостряется конкуренция.

УДК 338

Е.С. ЛЕЩЕНКО, Р.Ш. МАНСУРОВ, Н.В. ЗУБОВ

ПОСТРОЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современная экономика и ее субъекты функционируют в более сложных условиях и ставки очень высоки. Именно они определяют доминирующую роль стратегии в функционировании организации.

Стратегия является фактором, оказывающим фундаментальное влияние на жизнь и смерть, успехи или поражения фирмы. В настоящее время, чтобы понять, удовлетворяет ли их фирма запросы потребителей и каким образом, менеджерам приходится постоянно искать ответы на вопрос о преобладающей модели действий – всей общественно-технико-экономической конфигурации, которая позволяет эффективно поставлять изделия или услуги на конкретные рынки. По сути дела это вопрос о необходимых для реализации миссии компетенциях фирмы, создаваемых соответствующей технико-экономической, общественной и организационной конфигурацией деятельности.

Технико-экономическая модель деятельности связана с выборами, касающимися концентрации на определенных аспектах деятельности. Самым примечательным здесь является то, что многие годы технико-экономическая конфигурация организации воспринималась как нечто заданное сверху и не зависящее от стратегии. Производственные системы были интегрированы почти автаркически (экономика, ориентированная вовнутрь), поскольку многие фирмы проводили политику минимизации кооперативных связей, которые всегда требовали дополнительного контроля качества и надежности поставок.

Одним из критериев модели деятельности является организационный аспект – совокупность решений, касающихся степени централизации организации, типа принятой структуры, роли стандартных операционных процедур. Классическим выбором является функциональная структура, т.е. выделение подсистем – снабжения, конструкторской и технологической, производственной, продажи и финансов. Каждая из подсистем объединяет специалистов по выполнению определенного объема функциональной деятельности; эта группа постоянно совершенствуется и повышает эффективность функционирования отдела.

Суть функциональной структуры в поиске и повышении производительности процесса

трансформации исходного сырья в продукты. Функционирование каждого отдела подчинено логике процесса трансформации, что означает необходимость стандартизации данного процесса, поэтому функциональная структура характерна для организации со стабильной технологией и массовым производством. Классическая функциональная структура централизована в очень высокой степени – решения принимаются только на верхней ступени иерархии. Только здесь можно сравнить эффективность работы различных функциональных подразделений, разрешать конфликты, которые требуют выхода за рамки данного функционального образования.

Более современной структурной формой является выделение в рамках целой организации относительно независимых производственно-маркетинговых подсистем и создание «дивизионной структуры». Независимость отдельных подразделений-дивизионов уменьшает потребность и затраты на координацию их взаимодействия. Но чтобы это имело смысл и было эффективным, необходимо выполнение двух условий: разнородности рынка и делимости технико-экономической конфигурации.

Наиболее отличительной чертой дивизионной структуры является автономия выделенных организационных подсистем. Это позволяет быстро реагировать на перемены, происходящие в их окружении. Однако эта автономия всегда носит ограниченный характер.

УДК 338

Е.В. МАРАМОХИНА

ПОНЯТИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

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

В.А. Швандар и В.Я. Горфинкель рассматривают следующие составляющие эффективности инновационной деятельности: эффективность и эффект инновационного развития. Последний включает технический эффект, ресурсный эффект, экономический эффект, социальный эффект.

Под эффективностью инновационного развития понимают соотношение эффекта и вызвавших его затрат. Эффект инновационного развития – это результат научно-технической деятельности (на уровне организации он выражается в виде прибыли).

Технический эффект заключается в появлении новой техники и технологии, открытий, изобретений, рационализаторских предложений и др.

Ресурсный эффект проявляется в высвобождении ресурсов на предприятии (материальных, трудовых, финансовых ресурсов).

Экономический эффект включает рост производительности труда; снижение трудоемкости, материалоемкости и себестоимости продукции; рост прибыли и рентабельности.

Социальный эффект заключается в повышении материального и культурного уровня жизни населения, более полном удовлетворении человеческих потребностей, улучшении условий и безопасности труда.

В существующей литературе рассматриваются следующие методы и подходы к оценке инноваций: технократический, экономический, комплексный, многокритериальный подходы; анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия, процессно-ориентированный анализ рентабельности, система сбалансированных показателей.

Наибольшего распространения получила оценка эффективности инноваций на основе «Методических рекомендаций по оценке инвестиционных проектов», основанных на расчете показателей чистого дисконтированного дохода, индекса доходности, срока окупаемости, внутренней нормы доходности. Однако данный подход не учитывает особенностей инновационных проектов по сравнению с инвестиционными проектами. Указанные особенности подробно описаны Э.И. Крыловым, В.М. Власовой, И.В. Журавковой. В зарубежной практике оценки эффективности инновационной деятельности помимо стандартных показателей оценки эффективности инвестиций применяются следующие показатели: простая норма

прибыли, простая норма прибыли на акционерный капитал, коэффициент финансовой автономии проекта, коэффициент текущей ликвидности, коэффициент результативности работы.

Недостаточное внимание, на мой взгляд, уделено проблемам многокритериальной оценки инновационной эффективности предприятия. Актуальность данного вопроса обусловлена, в частности, действующей политикой государства в области повышения инновационной активности и эффективности организаций России. Согласно Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г., переход экономики страны на инновационную социально-ориентированную модель развития является единственным способом достижения мирового уровня конкурентоспособности. В связи с этим, в качестве критериев оценки эффективности инновационной деятельности предприятий предлагается использовать экономические, инновационные, социальные показатели, которые могут дать полноценную картину деятельности предприятия только при совокупном рассмотрении.

УДК 338.242.2

О.Ю. МЕЛЬНИКОВА, О.В. ГЛЕБОВА

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРАКТНОГО ПОДХОДА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

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

В современных экономических условиях повышенной нестабильности и неопределенности внешней среды перед научно-производственным предприятием, действующем в условиях рынка, стоит задача обеспечения не только выживаемости, но и непрерывного развития, поиска источников поддержания конкурентоспособности. Ключевая роль в достижении и удержании конкурентных преимуществ научно-производственного предприятия отводится стратегическому управлению, процессу формирования и реализации стратегии.

Практика стратегического управления свидетельствует о том, что существуют систематические трудности, связанные с разработкой и реализацией стратегии организации. Однако эффективные стратегии формируются и применяются в различных организациях, которые достаточно сильно различаются по своим характеристикам.

Современные направления стратегического управления объясняют успех различных несхожих предприятий тем, что каждое из них обладает некоторым набором уникальных преимуществ, отличающих их от конкурентов. С другой стороны, существующие проблемы и наличие успехов могут быть системно объяснены, если предположить, что разработка стратегии предприятия это контрактный процесс. На основании этого можно сделать вывод о взаимосвязи контрактного и ресурсного подходов, которые в совокупности позволяют рассматривать предприятие с его специфическим набором ресурсов и процесс формирования и реализации стратегии как движение к поставленной цели.

В [1, 2] в модели контракта выделяется два основных блока:

- описание желаемых параметров совместной деятельности участников при формировании и реализации стратегии;
- описание механизма обеспечения желаемых распределений результатов и функций между участниками сделки.

Учитывая положения ресурсной концепции стратегического управления, можно подробно описать и структурировать процесс формирования и реализации стратегии. При этом предприятия, использующие явные формальные процедуры оценки имеет больше возможностей для обмена информацией, передачи знаний, что способствует росту их конкурентных преимуществ.

Библиографический список

1. **Глебова, О.В**. Использование моделей с участием заинтересованных сторон при формировании системы оценки и мониторинга НИОКР // Креативная экономика. 2012. № 02. С. 49–54.

2. **Тамбовцев, В.Л.** Введение в экономическую теорию контрактов: учеб. пособие / В.Л. Тамбовцев. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 144 с.

УДК 14.740.11.1377.

Я.Р. МЕШКОВА, С.И. ЧЕРНОМОРЧЕНКО

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕРМАНИИ И ИХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Тюменский государственный университет

Главным направлением немецкого менеджмента и его радикального усовершенствования, приспособления к современным условиям стало массовое использование новейшей компьютерной и телекоммуникационной техники, формирование на ее основе информационно-управленческих технологий. Средства и методы прикладной информатики используются в менеджменте, маркетинге и в других управленческих сферах деятельности.

Новые технологии, основанные на компьютерной технике, требуют радикальных изменений организационных структур менеджмента, его регламента, кадрового потенциала, системы документации, улучшение соотношения ИТ-бюджета к доходам, эксплуатационные расходы и активное снижение рисков.

Внедрение информационного менеджмента, значительно повышающее эффективность управленческой деятельности, стало одним из направлений совершенствования деятельности немецких предприятий. Одним из таких предприятий является компания SAP, которая занимается разработкой автоматизированных систем управления. Она стала первым в России иностранным разработчиком систем управления ресурсами предприятия, высокий уровень безопасности программного обеспечения которого был подтвержден специалистами Министерства обороны РФ. История SAP в России насчитывает уже 20 лет. В 1992 году был открыт офис SAP в Москве. С тех пор открылись представительства SAP в Екатеринбурге, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Ростове-на-Дону, а численность сотрудников превысила 800 человек.

Развитие такого взаимодействия и сохранение стратегического партнерства России и Германии в новых исторических реалиях при их расхождении по ряду важнейших позиций международной повестки дня дает основание делать прогноз того, что Россия, используя благоприятную экономическую конъюнктуру и позитивный опыт политического диалога, имеет реальные шансы усовершенствовать информационно-управленческие технологии на современных предприятиях.

УДК 338

Ю.С. МИРОНОВА, К.И. КОЛЕСОВ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА ОРГАНИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Первым этапом риск-менеджмента является установление контекста. В этот момент определяются основные параметры, в рамках которых должно происходить управление рисками и которые устанавливают возможности для остальной части процесса менеджмента риска. К данным параметрам относятся:

- установка внешнего контекста;
- установка внутреннего контекста;
- установка контекста менеджмента риска;
- разработка критериев риска;

После определения внутренней и внешней областей применения риск-менеджмента наступает основной этап оценки риска, который в свою очередь объединяет идентификацию,

анализ и сравнительную оценку риска. При выборе метода оценки риска необходимо учитывать, что метод должен соответствовать рассматриваемой ситуации и организации, предоставлять результаты в форме, способствующей повышению осведомленности о виде риска и способах его обработки, а так же обеспечивать прослеживаемость, воспроизводимость и верификацию процесса и результатов. На выбор метода оценки риска влияют различные факторы, такие как доступность ресурсов, характер и степень неопределенности данных и информации, сложность метода. Можно выделить следующие группы методов:

- методы наблюдения;
- методы сценариев;
- статистические методы;
- функциональный анализ;
- вспомогательные методы.

После того как риск был оценен, необходимо провести обработку риска, которая включает идентификацию диапазона вариантов для обработки рисков, оценку этих вариантов, подготовку и выполнение планов обработки. Отбор самого адекватного варианта обработки является балансированием затрат осуществления каждого из вариантов относительно выгод, полученных в результате его реализации. Существуют следующие варианты обработки риска:

- избежание риска, путем решения не начинать или не продолжать деятельность,приведшую к риску;
- взятие на себя риска или повышение его уровня, чтобы использовать возможность;
- уничтожение источника риска;
- изменение вероятности;
- изменение последствий;
- распределение риска с другой стороной.
- обоснованное решение принятия на себя страхового риска.

Мониторинг рисков – это процесс идентификации, анализа и планирования вновь возникших рисков, отслеживания идентифицированных рисков и тех, которые отнесены в список для постоянного наблюдения, а также проверки и исполнения операций реагирования на риски и оценки их эффективности. Мониторинг рисков так же, как и обмен информацией, присутствует на всех этапах риск-менеджмента.

УДК 338

Ю.С. МИРОНОВА, К.И. КОЛЕСОВ

НОРМАТИВНЫЕ АСПЕКТЫ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Менеджмент риска помогает в принятии решений в условиях неопределенности и возможности возникновения событий или обстоятельств (плановых и непредвиденных), воздействующих на достижение целей организации. Цели организации могут затрагивать различные аспекты ее деятельности: от стратегии до выпуска конкретной продукции, разработки процессов и проектов. Цели могут быть определены в социальной, экологической, технологической, коммерческой, финансовой и экономической областях, а также в области репутации организации, ее безопасности и социального, культурного, политического воздействия на население.

Риск-менеджмент как технология управления переживает в России период своего становления. В этих условиях особую важность приобретает проблематика формирования единого понимания цели риск-менеджмента, применяемой терминологии, организационной структуры и самого процесса риск-менеджмента, адаптированных к современным российским условиям. Мировая практика предлагает один из подходов к решению данной пробле-

мы – стандартизация в области управления рисками. В табл. 1 представлен обзор международных стандартов по управлению рисками.

Таблица 1

Перечень международных стандартов по управлению рисками

BS 31100:2008 британский стандарт	Свод практики для риск-менеджмента.
AS/NZS 4360:2004	Риск-менеджмент
HB 436:2004 австралийский стандарт	Руководящие указания по риск-менеджменту Применение стандарта AS/NZS 4360:2004.
BS 5760-7:1991 (IEC 61025:1990)	Надежность систем, оборудования и компонентов
CSA Q 850:1997 канадский стандарт	Руководящие указания по риск-менеджменту при принятии решении
JIS Q 2001:2001 японский стандарт	Руководящие указания для разработки и выполнения системы риск-менеджмента
GB/T 23694-2009 китайский стандарт	Риск-менеджмент
FERMA: 2002 и др. стандарт континентальной Европы	Стандарты менеджмента риска

Из табл. 1 видно, что в международной практике применяется множество стандартов. Однако существующие зарубежные стандарты построения системы риск-менеджментаплохо применимы в Российской реальности либо применимы частично. Поэтому в отечественной практике на основе зарубежного опыта были разработаны свои стандарты в области риск-менеджмента. В Российской Федерации в стандартах серии 51901 «Менеджмент риска» подробно описывается использование различных методов и подходов к оценке и анализу рисков, направленное именно на практическое их внедрение и использование на предприятии. Несмотря на то, что каждая из стран имеет собственные стандарты управления риском, среди развитых стран наблюдается тенденция глобального перехода на единые стандарты. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство». В данном стандарте подробно рассматриваются стадии процесса риск-менеджмент в организации (мониторинг, обмен информацией, установка контекста, оценка риска и его обработка). ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011«Менеджмент риска. Методы оценки риска». Документ описывает наиболее известные методы оценки риска и их применимость в зависимости от значимости таких факторов, как неопределенность, доступность ресурсов и сложность.

УДК 339.91

А.А. МИТИНА, Е.В. МАРАМОХИНА

АНАЛИЗ ЭКСПОРТНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Нижегородская область обладает мощным промышленным потенциалом. По объему отгруженной продукции обрабатывающих предприятий регион занимает первое место в Приволжском федеральном округе и шестое среди регионов России.

На основе данных Федеральной службы государственной статистики РФ была проанализирована товарная структура экспорта Нижегородской области за период 2000–2012 гг. Удельный вес минеральных продуктов в экспорте все время возрастает. В 2012 г. величина данного показателя составила 67,4 %, что превышает уровень 2010 г. в абсолютном выражении на 28,2 %.

Второе место по объемам экспорта в регионе занимают машины, оборудование и транспортные средства. Их доля в экспорте в 2012 г. составила 14,3 %. Несмотря на то, что значение данного показателя на 20,6 % и 10,3 % меньше, чем в 2008 г. и в 2010 г. соответственно, имеется положительная тенденция. Темп прироста данной статьи экспорта в 2012 г. по сравнению с 2011 г. составил 23,3 %.

На третьем месте в 2012 г. расположена статья «Продукция химического производства» с удельным весом 7,1 %. Значительная часть химических предприятий расположена на территории г. Дзержинска (46 крупных и средних предприятий), к которым относятся ОАО «Сибур-Нефтехим» (единственный производитель этиленхлоргидрина в стране); ОАО «Дзержинское оргстекло» (производство гранулированного полиметилметакрилата, листового органического стекла); ФКП «Завод им. Я.М. Свердлова» (химическая продукция, промышленные взрывчатые вещества, продукция машиностроения, бытовая техника, товары народного потребления); ОАО «Синтез» (производство этиловой жидкости); ОАО «Дзержинское ПО «Пластик» (производство изделий из полимерных материалов) и др.

Четвертое место занимает объем экспорта металлов и изделий из них. Динамика данного показателя неустойчива. В 2012 г. он составлял 5,1 %, что в абсолютном выражении на 0,5 % больше и на 5,4 % меньше значений 2002 г. и 2005 г. соответственно. В 2009 г. данная статья составила 49,4 % общего объема экспорта области, что на 44,3 % превышает уровень 2012 г.

За период с 2000 по 2012 гг. наименьший удельный вес в структуре экспорта занимают следующие статьи: драгоценные камни и изделия из них (в среднем 0,1 %), кожевенное сырье (в среднем 0,1 %), текстиль и текстильные изделия, обувь (в среднем 0,6 %). Незначительную долю в 2012 г. составил экспорт продовольственных товаров (1,6 %).

Согласно информации, предоставленной РИА «Время Н», из проверяемой Управлением Россельхознадзора продукции наиболее активно экспортируются молоко (Монголия, Абхазия), готовая продукция (Литва, Болгария, Монголия, Израиль), корма и кормовые добавки (Латвия, Сербия, Литва, Польша, Турция, Хорватия), сырье животного происхождения. Географию своих поставок в 2014 г. расширят нижегородские производители мороженого. В частности, его будут поставлять во Вьетнам (в 2013 г. нижегородское мороженое активно экспортировалось в Монголию и Китай).

Согласно информации, предоставленной РИА «Время Н», в 2014 г. ожидается увеличение объема поставок продукции нижегородскими предприятиями в страны СНГ и Дальнего Зарубежья. В основном такой продукцией является транспорт и химия.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что Нижегородская область в международном разделении труда ориентируется на производство сырья.

УДК 338.5

Н.А. МУРАВЬЕВА, К.И. КОЛЕСОВ

КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В целях соответствия новым вызовам времени российская система ценового регулирования в электроэнергетике находится в состоянии постоянного развития, поиска меняющегося баланса рыночных интересов. В последние годы начался переход на стимулирующие методы регулирования и увеличение горизонта принятия ценовых решений, что важно не только для регулируемых субъектов, потребителей, но также для инвесторов.

Подобным образом оправдано вмешательство Правительства РФ в сферу ценообразования. Государство должно выполнять определенные социальные обязательства, обусловленные его особым статусом гаранта социально-экономических прав и свобод, закрепленных в Конституции РФ.

Однако результаты проведения реформы электроэнергетической отрасли свидетельствуют о том, что не все проблемы удалось решить. Так, за годы реформы расходы энергетических компаний в результате реформирования увеличились в разы из-за разделения видов деятельностей, полномочий и создания большого количества новых предприятий. Соответственно стоимость электроэнергии возросла в 3,5 раза, хотя реформа была направлена на снижение стоимости электроэнергии.

На примере субъектов РФ по технико-экономическим показателям деятельности территориально-сетевых организаций (далее – ТСО) можно сделать вывод о том, что из – за отличий в организационно-правовой структуре предприятия и формы управления некоторые показатели деятельности ТСО, например, показатель стоимости обслуживания электрооборудования составляет 0,6 тыс. руб. на 1 условную единицу оборудования до 144 тыс. руб. на 1 условную единицу оборудования.

В связи с этим, постановлением Правительства РФ разрабатывается методика (benchmarking) – метод сравнения аналогов, согласно которому цена определяется государственным регулятором на уровне лучшего стандарта в отрасли и предполагает сравнение компаний друг с другом и поиск компаний (образца, аналога и т.п.) с оптимальным соотношением цены, качества и других параметров деятельности в рамках конкретной отрасли. В дальнейшем данная компания и ее показатели деятельности принимаются в виде стандарта для других регулируемых субъектов.

Данный подход позволит снизить тарифы на электроэнергию, а также убрать с рынка наиболее «дорогие» ТСО, приведет к капитализации активов у наиболее эффективных ТСО, а также стимулирует к привлечению инвестиций в данную отрасль.

УДК 338

Н.В. НАДЁЖИНА

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ КРЫМА К РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Референдум о статусе Крыма проходил 16 марта 2014 года. По данным обработки 100 % протоколов, на территории АР Крым 96,77 % проголосовавших выбрало первый пункт бюллетеня – «За воссоединение Крыма с Россией на правах субъекта Российской Федерации», в Севастополе – 95,6 %. 17 марта результаты референдума были утверждены Верховным Советом Автономной Республики Крым и Городским советом Севастополя. Историческая справедливость восторжествовала: территория Крыма, принадлежавшая России 250 лет, вернулась в родные «стены». Но, как и любые изменения, преобразования и развитие, присоединение полуострова будет сопровождаться вливанием большого количества средств, что отразится на финансировании других регионов.

Сейчас после присоединения полуострова в состав Российской Федерации, Крым должен полностью перейти на обеспечение России, что подразумевает электро- и водоснабжение, зарплаты и пенсии, трансферт для компенсации дефицита бюджета нового региона, строительство моста через Керченский пролив. На все это из бюджета страны должны быть выделены 3 млрд долл. в год. Власти Крыма обещают, что уже в апреле жители полуострова получат зарплаты, пенсии и соцвыплаты в рублях по новым стандартам. Для этих целей Россия направила в Крым помощь в размере 1 млрд руб. Но, чтобы выплатить деньги более чем полумиллиону пенсионеров полуострова, Крыму требуются более серьезные финансовые вливания - по 5-6 млрд руб. ежемесячно. Здесь важно отметить и то, что пенсии в России и на Украине назначаются по-разному. А это значит, что перевод пенсии из гривен в рубли будет недостаточным, перерасчет должен быть осуществлен по всем нормам РФ.

Изменение пенсий будет зависеть не от стажа работы пенсионера и его зарплаты, а от решений правительства и российского бюджета. По анализам специалистов переход на новую пенсионную систему можно осуществить за два-три месяца, при условии, что на это будут брошены все силы.

Как планирует правительство Автономной Республики, украинская гривна полностью «покинет» полуостров к 1 января 2016 года. Для этих целей в регионе уже создается государственный банк, который можно считать филиалом российского Центробанка.

Важный вопрос касается и преобразования инфраструктуры Крыма. Если вложить в полуостров деньги правильно, развивающийся на всей территории республики бизнес будет

работать не только на благо Черноморского флота, но и помогать другим регионам России. Но, чтобы отладить этот механизм, крымские проблемы нужно решать.

В первую очередь необходимо переоформить право собственности на землю, так как на Украине порядок передачи территории в собственность отличается от российского.

Есть ли будущее у экономики Крыма? Однозначного мнения экспертов на этот счет нет. То, что наплыв туристов на полуостров сократится - не сомневается никто, а туризм составляет очень большую часть дохода региона. Но многие специалисты считают, что Крым - отличная площадка для реализации экономических задач, которые по каким-либо причинам невозможно решить в России. Ключевые направления в экономике полуострова называются туризм, порты и коммуникации, сельское хозяйство, развитие производства для внутреннего спроса.

УДК 371.3

Н.С. ОЛЕЙНИК

ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Выбор инновационного пути развития Нижегородской области, определение приоритетных направлений инновационной стратегии основаны на анализе конкурентных преимуществ Нижегородской области. Важным конкурентным преимуществом региона является наличие мощного интеллектуального потенциала в научно-технической сфере и высококвалифицированных кадров.

Число организаций, осуществляющих технологические инновации, в 2013 году сохранилось практически на уровне 2005 года – 105 организаций (по этому показателю регион делит 1 место в ПФО с Республикой Татарстан). Инновационно-активные предприятия региона сосредоточены в обрабатывающей промышленности (84 организации). Большинство из них относятся к химическому производству, производству продуктов питания, автомобилестроению и судостроению.

В 2013 году промышленными предприятиями, осуществляющими технологические инновации, было отгружено продукции инновационного характера на сумму 92 млрд. рублей, что почти в 15 раз превышает уровень 2005 года. При этом доля отгруженных инновационных товаров в общем объеме отгрузки организаций, занимавшихся технологическими инновациями, возросла с 3,8 до 10%.

Анализ динамики развития промышленности Нижегородской области позволяет отметить стойкие негативные последствия кризисных явлений в экономике, повлекших за собой существенное падение уровня инновационной активности с 60 - 70% в 60–80-е гг., до 20% в начале 90-х годов XX века и, наконец, до 15% в 2012 г. Переход к рыночным отношениям и экономический кризис отразились на состоянии науки в связи с невысоким уровнем ее финансирования. Доля расходов государственного бюджета на фундаментальные научные исследования в последние годы составляла не более 0,1% от ВВП. В области имеется достаточный потенциал выполняемых исследовательских работ, но крайне мал удельный вес разработок - конечной стадии НИОКР. Доля научно-технических разработок за последние годы достигла своего пика в 2012 году, составив всего 26%, что противоречит мировой практике, где подобная структура характеризуется в среднем следующими отношениями: фундаментальные исследования - 15%, прикладные - 25 - 30%, разработки - 55 - 60%.

При этом наблюдается ежегодное снижение численности работников, занимающихся научными исследованиями и разработками. За последние пять лет их численность сократилась на 14,3%, в том числе исследователей - на 15,3%, что может негативно сказаться на инновационном процессе в области. В то же время, динамика и качественный состав научных кадров служит индикатором экономического состояния, как отдельного региона, так и страны в целом.

Необходимо отметить ключевые проблемы, сдерживающие развитие инновационной деятельности в Нижегородской области, в частности:

1. Недостаточная нормативно-правовая база о государственной политике в инновационной сфере.

2. Отсутствие эффективной инфраструктуры инновационной деятельности и защиты интеллектуальной собственности при трансфере наукоемких технологий.

3. Недостаточная ориентация отечественных предприятий на отечественную прикладную науку как источник инноваций.

4. Слабое развитие механизмов финансирования рисковых проектов (венчурное инвестирование).

УДК 334

М.Н. ПЕРВЫШИН

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЗЕРВОВ И ФОНДОВ ПОДДЕРЖКИ НИОКР НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

С целью развития инновационной среды в нашей стране, со стороны государственных органов создаются и внедряются финансовые механизмы, направленные на стимулирование промышленных предприятий к увеличению объемов финансирования научно-техни-ческих и инновационных проектов. Иначе говоря, предприятиям вкладывать денежные средства в НИОКР становится более выгодно.

Изменения, внесенные в НК РФ за последние несколько лет, дают возможность предприятиям оптимизировать налоговые платежи при активной реализации инновационных проектов. Рассмотрим основные возможности, предусмотренные НК РФ, которые предприятия могут использовать для уменьшения налоговых обязательств, при осуществлении расходов на НИОКР.

Создание резервов предстоящих расходов на научные исследования и разработки. До 2012 года признавать расходы на НИОКР в целях уменьшения налогооблагаемой базы по налогу на прибыль, возможно было только в периоде, в котором были завершены работы, либо их отдельные этапы. Для предприятий такой порядок был крайне не выгоден, так как научно-исследовательские работы недешевы, и могут продолжаться от пары месяцев до нескольких лет, т. е. финансирование работ предприятие осуществляло в одном налоговом периоде, а расходы могло признать только в последующих периодах. С 01.01.2012 г. компании вправе создавать резервы по НИОКР. Как это работает: после подписания договора или сметы на проведение НИОКР компания создает резерв предстоящих расходов (т. е. отражает расходы в учете в данном налоговом периоде), а фактическое списание затрат производит за счет созданного резерва. Таким образом отразить расходы на НИОКР возможно сразу после подписания договора с подрядчиком, даже до момента фактического перечисления денежных средств! Более подробная информация о сроке, предельной величине и количестве резервов на НИОКР, а также необходимых документах для их создания, содержится в статье 267 п. 2. НК РФ ««Расходы на формирование резервов предстоящих расходов на научные исследования и (или) опытно-конструкторские разработки». Необходимо отметить, что практика создания резервов предстоящих расходов на НИОКР успешно применяется в Группе компаний «ГАЗ» с 2013 г.

Создание фондов поддержки научно-технической и инновационной деятельности. Данная схема финансирования НИОКР предусматривает, что предприятие - изготовитель продукции (или группа предприятий), в чьих интересах проводятся научно- исследовательские работы, учреждает некоммерческий фонд и обеспечивает перечисление установленных и согласованных средств на проведение научных работ (данная возможность предусмотрена

пунктом 4 статьи 15 закона № 127-ФЗ от 23.08.1996 г.). Фонд в свою очередь выступает распределителем полученных средств и заказчиком исследовательских работ, как, например, у инжинирингового предприятия, являющегося исполнителем венчурного проекта. Расходы организации на отчисления в фонды (в отличие от других расходов на НИОКР) признаются для целей налогообложения в особом порядке – в том отчетном (налоговом) периоде, в котором они были произведены (подп. 6 п. 2 ст. 262 НК РФ). Документами, подтверждающими расходы организации на формирование фондов финансирования НИОКР, будут являться платежные поручения с отметками банка и банковские выписки. Соответственно, налоговую базу по налогу на прибыль следует уменьшить в момент перечисления средств на формирование фонда (п. 1 ст. 252 НК РФ). Подробная информация о нормативах и правилах учета отчислений в фонды содержаться в подп. 6 п.2 ст. 262 НК РФ.

УДК 334

М.Н. ПЕРВЫШИН

ПРЕИМУЩЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЧЕСТВЕ ОТДЕЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЕДИНИЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В большинстве крупных предприятий РФ, представляющих высокотехнологические отрасли, такие как автомобилестроительная, топливная промышленность и т. д. существуют инженерные подразделения, отвечающие за разработку новой продукции и модернизацию действующих производств. При этом в основном используются две модели финансово-хозяйственного функционирования инженерных структур:

1. Инженерно-конструкторская служба в составе предприятия-производителя продукции.

2. Инженерный центр как отдельная хозяйствующая единица (отдельное юридическое лицо).

По результатам проведенных сопоставлений и анализа можно сделать однозначный вывод, что наиболее эффективным вариантом является модель функционирования инженерного подразделения в качестве отдельной хозяйствующей единицы.

Приведем основные преимущества данной модели:

- Формирование объективной стоимости НИОКР.
- Объективная оценка загрузки персонала и, как следствие, более эффективная реализация проектов.
- Контроль конкурентоспособности инженерного подразделения в сравнении с рынком.
- Наличие возможности проведения «независимой» оценки инвестиций в новые продуктовые проекты, а также принятия взвешенных и обоснованных технических решений.
- Снижение финансовой нагрузки на основное продуктовое предприятие за счет наличия возможности выполнения внешних по отношению к холдингу заказов.
- Привязка фонда заработной платы к конкретному результату работ и увеличение инициативности персонала.
- Постановка обоснованных целей и задач инженерному персоналу, отсутствие ощущения «бесплатности» инженерных ресурсов.
- Четкая измеряемость целей, сроков, стоимости и результатов работ, возможность внедрения принципов проектного управления.
- Снижение количества невостребованных разработок.
- Сокращение административно-бюрократических процедур, контроль за сроками выполнения проектов.
- Наличие собственных источников осуществления инвестиций в обучение персонала и развитие материально-технической базы.

- Наличие возможности проведения унификации стиля, систем, компонентов, производственных процессов между всеми предприятиями промышленного холдинга

Недостатками модели функционирования инженерного подразделения в качестве отдельной организации могут быть:

- Рост затрат на администрирование и бизнес-сопровождение организации.
- Необходимость сокращения персонала при отсутствии пакета заказов, обеспечивающих 100%-ную загрузку подразделения.

УДК 334

Т.В. ПЕРОВА, К.В. ТЕРЕХОВА

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ГОСУДАРСТВА И СТРАХОВОГО РЫНКА РОССИИ

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

Проблемы интеграции в страховании – не только проблемы деятельности страховых компаний и государственных органов. Это вопрос взаимопонимания страховщиков и страхователей, что, в конечном итоге, определяет спрос на страховые услуги. Проблема взаимодействия государства и страхового рынка для России является одной из ключевых для развития страхования.

Активность государства в области развития страхования должна отвечать трем главным вызовам современности. *Первый вызов* – это усиление нормативной и иной практики государства. Лидеры выдержат, а страховой рынок в итоге очистится от ненадежных и дискредитирующих его игроков.

Второй вызов – это рост количества и масштабов стихийных и техногенных катастроф. Однако как только что-то случается, государство на разном уровне вновь вспоминает о необходимости страхования, а после того как острота конфликта сгладится и за счет госбюджета пройдут минимальные выплаты, о страховании снова все забывают до следующей катастрофы. Контроль за тотальной застрахованностью, особенно потенциально опасных объектов, отсутствует. И такое положение не меняется уже давно.

Третий – учет в деятельности государства и в нашей практике роста информированности населения. Интернет и иные средства массовой информации очень быстро доводят до наших клиентов лучшие примеры из практики страхования. Поэтому повышаются требования к клиентской деятельности самих компаний.

Основными задачами государства по поддержке страховой отрасли являются:

1) формирование прочной законодательной базы для обеспечения успешного функционирования рынка;

2) развитие обязательных и вмененных видов страхования. Цель – развитие страховой культуры населения и инфраструктуры страхового рынка;

3) пример государства другим собственникам имущества по использованию страховых инструментов для защиты финансовых интересов;

4) использование страхования в качестве рыночного механизма социальной защиты, а страховых компаний – как инструмента этой защиты;

5) ограничения по доступу на отдельные рынки. Конкуренция на страхвом рынке - не самоцель, а инструмент защиты интересов страхователей;

6) борьба с демпингом и серыми схемами в страховании;

7) способствование развитию саморегуляторов, профобъединений страховщиков.

Российская специфика взаимоотношений государства и страхового рынка заключается в том, что именно внимание государства к страховой отрасли, создание благоприятной среды для ее развития – единственное необходимое и достаточное условие для прогресса страхования.

Для этого должны быть сформулированы основные принципы проведения согласованной страховой политики, определены ее основные цели и направления, обозначены текущие и перспективные задачи, учтена постепенность их реализации.

В этих целях актуальными становятся и задачи гармонизации условий и правил страхования, укрепление инфраструктуры страхового рынка, распространение среди населения страховой культуры, овладение инновационными видами страхования. Решение этих вопросов будет способствовать развитию страхования трансграничного перемещения услуг, товаров, граждан.

УДК 338

Д.В. ПИВИКОВ

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ПРОИЗВОДСТВО ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях эффективность работы каждого производственного предприятия определяется, в первую очередь, его способностью минимизировать свои затраты. Следовательно, для повышения эффективности работы российских предприятий, необходимо использовать современные методологические аспекты учёта, анализа и распределения затрат на производство инновационной продукции.

Наиболее распространёнными в мировой практике методами управления и анализа затрат, позволившие зарубежным компаниям добиться значительных успехов как в области производства, так и на потребительском рынке, являются:

- целевое калькулирование (Target costing);
- «кайдзен-костинг»;
- метод управление «точно в срок» (Just in time);
- функционально-стоимостной анализ (ФСА).

1. *Target costing* – это рыночно ориентированная система управления затратами и определения себестоимости изделия или услуги на основе целевой цены, которую потребитель готов заплатить за продукт в его текущем варианте исполнения.

2. *Концепция управления «кайдзен-костинг»*-представляет собой синтез методов и концепции менеджмента, управления качеством и маркетинга: ориентация на потребителя, всеобщий контроль качества (TQC), роботизация, кружки контроля качества, система предложений, автоматизация, всеобщий уход за оборудованием (TPM), канбан, точно в срок, повышение производительности, разработка новой продукции.

3. *Японская модель управления промышленностью «Just in time»* – сводится к выработке наиболее эффективного способа снижения потерь во всех сферах деловой активности и нахождению оптимального соотношения «цена - качество». Для выполнения поставленных задач следует, *во-первых*, перейти от массового производства однотипной продукции к производству диверсифицированных инновационных продуктов, *во-вторых*, добиться одновременного улучшения качества продукции и снижения издержек, а *в-третьих*, создать быструю и надёжную систему сбыта, с целью достижения соответствия требованиям потребителей.

4. *Функционально-стоимостной анализ* проводится для существующих продуктов и процессов с целью снижения затрат без потери качества, а также для разрабатываемых инновационных продуктов с целью снижения их себестоимости и достижения максимально возможной функциональной наполненности. Целью ФСА является развитие полезных функций при оптимальном соотношении между их значимостью для потребителей и затратами на их осуществление.

Использование представленных методов, способствующих выявлению экономических резервов, неиспользованных возможностей совершенствования выпускаемой продукции, разра-

ботке новых инновационных продуктов и практическому внедрению в хозяйственную деятельность предприятия, позволит повысить спрос на отечественную инновационную продукцию и приведет к росту уровня конкурентоспособности отечественных предприятий.

УДК 338

Д.В. ПИВИКОВ

СИСТЕМА ВСЕОБЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (TQM) КАК СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИННОВАЦИОННОГО ПРОДУКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

TQM является комплексной системой, ориентированной на постоянное улучшение качества, минимизацию производственных затрат и поставку точно в срок. Основная философия TQM базируется на принципе – постоянное улучшение качественных характеристик продукции. Эта философия имеет специальный термин – «Постоянное улучшение качества» (continuousquality improvement).

Для повышения эффективности деятельности и оптимизации процессов необходимо соблюдение основных принципов TQM:

1. Ориентации предприятия на заказчика - необходимо своевременно анализировать потребности заказчика и принимать правильные управленческие решения в соответствии с его ожиданиями;

2. Лидерства руководителя – для любого направления модернизации и рационализации производственного процесса обеспечивается руководство, при котором гарантируется построение всех процессов таким образом, чтобы получить максимальную производительность.

3. Вовлечения сотрудников – весь персонал – от высшего руководства до рабочего – должен быть вовлечен в деятельность по управлению качеством.

4. Системного подхода к управлению – предприятие должно стремиться к объединению процессов создания продукта с процессами, позволяющими отследить соответствие продукта потребностям заказчика.

5. Постоянного улучшения – В этой области предприятие должно не только отслеживать возникающие проблемы, но и, после тщательного анализа со стороны руководства, предпринимать необходимые корректирующие и предупреждающие действия для своевременной рационализации продукции.

6. Отношения с поставщиками – целесообразно налаживать взаимовыгодные отношения с поставщиками с целью дальнейшего расширения возможностей деятельности.

7. Минимизации потерь, связанных с некачественной работой – обеспечивает возможность предлагать продукт за меньшую цену при прочих равных условиях. Стандартом работы является отсутствие дефектов.

В зависимости от сложившихся условий и традиций производственной и организационной деятельности, предприятия имеет возможность разрабатывать различные модификации использования TQM. При создании новых изделий данные, полученные на основе использования этого инструмента, могут служить как основой для анализа и планирования качественных и функциональных характеристик создаваемой продукции, так и базой для контроля и анализа отклонений, тем самым придавая продукту новые инновационные составляющие, достигая баланса между затратами на реализацию и атрибутивной наполненностью создаваемого продукта, необходимого потребителю. Кроме того, инструментарий TQMможет быть использован и для системных инноваций, а также для оценки инноваций в процессы.

Использование системы TQM в условиях инновационной направленности развития отечественного производства позволит российским предприятиям создавать продукцию со-

ответствующую мировым стандартам качества и потребительским требованиям на всех этапах жизненного цикла товаров и услуг.

УДК 657.432:330.322.14

Е.П. ПИНЧУК

ДЕБИТОРСКАЯ ЗАДОЛЖЕННОСТЬ КАК ОБЪЕКТ ИНВЕСТИЦИЙ

Белорусский государственный технологический университет

В настоящее время в условиях жесткой конкуренции вопрос управления дебиторской задолженностью играет важную роль в повышении эффективности управления оборотными активами организации. Показатель «инвестиции в дебиторскую задолженность» характеризует, какие средства «заморожены» у покупателей и в первую очередь необходимы организации. С помощью инвестиций в дебиторскую задолженность возможно стимулировать продажи, что в свою очередь приведет к увеличению оборотных средств организации.

Управление дебиторской задолженностью осуществляется посредством разработки кредитной политики, а именно решения вопроса о том, кому предоставлять отсрочку, на каких условиях и на какой срок. Грамотно разработанная кредитная политика позволяет максимизировать денежный поток и компенсировать риск, принимаемый на себя организацией, что в конечном счете повышает стоимость организации.Возможный объем денежных средств, инвестируемых в дебиторскую задолженность, можно определить следующим образом:

$$\text{ИДЗ} = \text{ОРК} \cdot \text{КСЦ} \cdot (\text{ППП} + \text{ПР}), \quad (1)$$

где ОРК – планируемый объем реализации продукции в кредит, денежных единиц;КСЦ – коэффициент соотношения себестоимости и цены продукции;ППК – средний период предоставления кредита покупателям, дней; ПР – средний период просрочки платежей по предоставленному кредиту, дней.

С точки зрения инвестиционного анализа, вложения в дебиторскую задолженность существенно не отличаются от инвестиций в производственные мощности. Поэтому к дебиторской задолженности вполне применимы все основные показатели, используемые для оценки эффективности капиталовложений: чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, индекс рентабельности.Однако широкому применению такого подхода препятствует сложность оценки дополнительных денежных потоков, которые будут сгенерированы в результате предоставления покупателям отсрочки платежа.

Если организация решила увеличить долю рынка за счет предоставления клиентам возможности оплачивать продукцию с большей рассрочкой платежа и в результате возросла дебиторская задолженность, становится неопределенным, как новая схема влияет на рентабельность продаж. Наиболее достоверно оценить подобного рода изменения можно, рассчитав значение показателя среднегодовой маржинальной прибыли. Под маржинальной прибылью в рамках расчетов по дебиторской задолженности понимается торговая наценка, за вычетом переменных расходов. Показатель среднедневной маржинальной прибыли рассчитывается по следующей формуле:

$$Pn = \frac{P}{dn}, \quad (2)$$

где Pn – среднедневная маржинальная прибыль, денежных единиц; P – маржинальная прибыль, полученная за период оборачиваемости дебиторской задолженности, денежных единиц; dn – период оборачиваемости дебиторской задолженности организации, дней.

Наиболее эффективной будет такая кредитная политика, при которой значение показателя среднедневной маржинальной прибыли максимально. Использовать этот показатель возможно не только при анализе кредитной политики, но и при разработке стратегии управления дебиторской задолженности организации.

УДК 338.27

М.А. ПЛАТОНОВА

АНАЛИЗ НЕДОСТАТКОВ И ЗАТРУДНЕНИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В ПРОЦЕССЕ СТРАТЕГИЧСЕКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

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

Выделяют следующие существенные недостатки и затруднения отечественных корпоративных объединений, возникающих в процессе организационного проектирования при стратегическом планировании:

а) методологические проблемы: трудности в выработки адекватной и "однородной" моно-концепции и стратегии совместной деятельности для различных по характеру производственно-хозяйственных единиц;

б) методические проблемы:

- трудности в строгой увязке перспективных целей корпоративной интеграции с организационным строением объединения;
- несовершенство способов расчета слагаемых синергии;
- недооценка значимости разработки нескольких альтернативных вариантов корпоративной стратегии и соответствующих вариантов оргпроекта;
- недостаточная требовательность к достоверности исходной информации, к сбалансированности и взаимоувязанности элементов оргпроекта.

в) организационно-процедурные проблемы:

- недостаточная проработанность схемы последовательности действий и взаимодействия участников организационного проектирования;
- недостаточная проработанность процедур экспертизы и алгоритма принятия окончательного решения.

г) субъективно-личностные факторы препятствия:

- склонность высшего руководства к недонесению информации о планах реструктуризации даже до ближайшего профессионального окружения;
- склонность руководства корпорации подчинять организационные изменения своим удобствам (интересам) в ущерб интересов дела;
- субъективная предвзятость "независимых" экспертов по отношению к оргпроекту;
- ориентация инициаторов создания корпоративного объединения на ресурсы господдержки, а не на получение синергетического эффекта;
- недостатки общей культуры оргпроектирования у руководства, которое проявляется, в частности, в "подгонке" оргпроекта под априорный набор технико-экономических показателей.

Несмотря на наличие огромного опыта по реструктуризации российских корпораций, в практике организационного проектирования развития компаний обозначился целый комплекс изъянов. Так, при организационном проектировании корпоративных объединений и оценки эффективности будущей корпорации руководство, как правило, в своих прогнозах излишне завышают финансово-экономические показатели. Это связано, обычно, с поверхностным изучением рынка, потенциала конкурентов и др. факторами, которые являются следствием "несерьезного" отношения менеджмента к организационному проектированию в целом. Таким образом, наиболее существенным затруднением на пути развития корпоративного сектора в России представляется отсутствие научно-обоснованных и практико-значимых методик организационного проектирования интегрированных корпоративных

структур, позволяющих точно прогнозировать и оценивать синергетический эффект объединения.

УДК 338.27

М.А. ПЛАТОНОВА

МОДЕЛЬ ADL–LC – МЕТОД ПОРТФЕЛЬНОГО АНАЛИЗА, ПРИМЕНЯЕМЫЙ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПРИ СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ

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

Название модели происходит от известной консалтинговой фирмы Arthur D. Little; LC – от LifeCycle – жизненный цикл), или матрица ADL – это многофакторная модель для стратегического анализа диверсифицированных компаний, а также инструмент стратегического управления, который обосновывает принятие решений по стратегиям отдельных бизнесов организации. В определенном смысле модель ADL–LC развивает концептуальный подход, представленный моделью «Дженерал Электрик»/ «Мак-Кинзи» и моделью БКГ. В соответствии с данным подходом все бизнесы организации позиционируются по сетке матрицы.

По горизонтали (ось X) задается интегральная многофакторная оценка конкурентной позиции фирмы. В методическом плане получение конкретных значений данного показателя очень похоже на его исчисление по модели «Дженерал Электрик»/«Мак-Кинзи». При этом для получения интегральной оценки применяют процедуру пофакторного взвешивания и различные экспертные оценки. Именно при их помощи определяются пять особенностей конкурентных позиций бизнеса: слабая, прочная, заметная, сильная и ведущая. По вертикали (ось У) задается оценка жизненного цикла. Любая отрасль бизнеса или продуктовый рынок в каждый конкретный период времени проходит в один из четырех этапов своего развития: выведение товара на рынок; рост; зрелость (насыщение); спад.

Таким образом, матрица модели ADL–LC — это матрица размерности 5×4, в которой все отдельные бизнесы компании расположены в одной из 20 клеток согласно пяти значениям конкурентной позиции и четырем этапам жизненного цикла. Каждая клетка матрицы характеризует бизнес с разных сторон. С учетом представленных методических положений основные моменты стратегического анализа и разработки стратегий с помощью модели ADL–LC сводятся к следующим действиям:

а) в соответствии с указанными оценочными показателями осей матрицы ADL проводится целевой анализ каждого конкретного бизнеса организации, по результатам которого все бизнесы заносятся в конкретные клетки и точки матрицы.

б) по бизнесам, которые попали в определенные клетки матрицы из возможных вариантов, делается выбор одного конкретного стратегического маршрута, в рамках которого из набора ТСУ формируется типовая стратегия.

в) посредством специальных процедур производится стратегическая балансировка (оптимизация) всего бизнес-портфеля организации. Это осуществляется по следующим критериям: стадия жизненного цикла, размер суммарного потока денежной наличности, средневзвешенная норма прибыли на чистые активы.

Преимуществами матрицы ADL–LC является учет в анализе бизнеса важнейшего фактора – эволюции отрасли, возможность анализировать зарождающиеся бизнес – отрасли, возможность определить позицию каждой бизнес – отрасли и ее вклад в портфель фирмы, также предложены стратегии по развитию бизнес – областей.

Однако в данной матрице принято допущение, что любая отрасль имеет жизненный цикл, соответствующий «классической» кривой, хотя на самом деле форма цикла может значительно варьироваться, также не учитывается факторов внешней макросреды, в то же время механическое использование модели может привести к ошибкам в стратегическом планировании.

Несмотря на некоторые недостатки, матрица используется на предприятиях при выборе эффективных стратегических решений на предприятиях.

УДК 338.27

М.А. ПЛАТОНОВА

МАТРИЦА АНСОФФА (МАТРИЦА ТОВАР - РЫНОК) – АНАЛИТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ ПОРТФЕЛЬНОГО АНАЛИЗА, ПРИМЕНЯЕМЫЙ В ОБЛАСТИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

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

Матрица «Товар - Рынок», или матрица стратегического развития, применяется для условий растущего рынка и предложена И. Ансоффом в табл. 1.

Таблица 1

Матрица «Стратегия развития»

		Рынки	
		Имеющиеся	Новые
Товары	Имеющиеся	I. Сокращение расходов	II. Развитие рынка
	Новые	III. Развитие товара	IV. Диверсификация

Поле I характеризует стратегию «Сокращение расходов», которая показывает направление стратегии организации на существующие продукты и рынки. Цель этой стратегии – стабилизация или расширение рынка. Она используется организациями в условиях развивающегося или ненасыщенного рынка. Возможные пути достижения целей – увеличение потребления (через снижение цен, ухудшение качества продукции) и привлечение покупателей конкурирующих продуктов (через рекламу, снижение цен). Подобные стратегии предполагают усиление маркетинговой деятельности предприятия и получили название «Сокращение расходов» или «Обработка рынка». Поле II включает стратегии, направленные на развитие рынка. Они предусматривают выход на новые рынки с уже выпускаемой продукцией. Возможными путями могут быть сбыт на новых региональных национальных или интернациональных рынках; новые области использования старого продукта, внедрение на новые сегменты рынка. Поле III включает стратегии, направленные на разработку новых продуктов (инноваций), которые будут сбываться на старых рынках. Эти стратегии применяются организациями, имеющими сильные проектные службы.Поле IV представляет стратегии диверсификации, под которыми понимается изменение направлений и сфер деятельности, т.е. включение в производственную программу изделий, не имеющих прямого сходства с выпускаемыми. Причинами, побудившими предприятия выпускать новые продукты и выходить с ними на новые рынки, могут быть: стремление покинуть стагнирующие рынки данной отрасли и проникнуть в отрасли с высокой нормой прибыли, уменьшение риска, а также финансовые выгоды.

Различают три типа стратегий диверсификации:

а) стратегия горизонтальной диверсификации;

б) стратегия центрированной диверсификации;

в) стратегия конгломератной диверсификации.

Основная опасность для стратегий диверсификации заключается в распылении сил. Поэтому их реализация возможна в крупных организациях, обладающих большим потенциалом. Указанные альтернативные стратегии неравноценны с точки зрения требуемых расходов и величины риска. Как показали исследования, если расходы на стратегию «Сокращение расходов» составляют 100%, то развитие продукта потребует их рост в восемь раз; развитие рынка – в четыре раза; диверсификация – в 12-6 раз. Вероятность успеха различных стратегий составит для:производимого продукта на старом рынке -50%, нового

продукта на старом рынке - 33%, производимого продукта на новом рынке - 20%, нового продукта на новом рынке - 5%.

Основной недостаток такого подхода заключается в том, что стратегии определяются в зависимости от состояния рынка и продукта без учета технологии, положения предприятия в отрасли и т.п.

УДК 338.27

М.А. ПЛАТОНОВА

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПОРТФЕЛЬНОГО АНАЛИЗА НА ПРЕДПРИЯТИИ

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

Во всех матрицах портфельного анализа по одной оси определяется оценка перспектив развития рынка, по другой – оценка конкурентоспособности хозяйственных подразделений предприятия. Обычно процесс портфельного анализа осуществляется по представленной далее.

1. Все виды деятельности предприятия (ассортимент продукции) делятся на стратегические единицы бизнеса. Задача идентификации или выделения бизнес-единицне проста, особенно для крупных корпораций. Считается, что бизнес-единица должна обслуживать рынок, а не работать на другие подразделения предприятия.

Согласно эмпирическим исследованиям западных специалистов, если свыше 60% продукции производственной единицы используется внутри фирмы другой производственной единицей, то целесообразно рассматривать эти два подразделения как один объект для целей стратегического анализа, иметь своих потребителей и конкурентов, руководство бизнес-единицы должно контролировать ключевые факторы, которые определяют успех на рынке.

Опираясь на указанные критерии, крупные предприятия призваны решать, что из себя представляет бизнес-единица: отдельную фирму, подразделение предприятия, продуктовую линию или отдельный продукт? Ответ зависит от сложившейся на предприятии структуры управления. В организациях с функциональной структурой управления в качестве бизнес-единицы выступает продуктовый ассортимент, тогда как при дивизиональной структуре основной единицей анализа является хозяйственное подразделение.

2. Определяется относительная конкурентоспособность этих бизнес-единиц и перспективы развития соответствующих рынков. При этом разные консультационные фирмы предлагают различные критерии оценки перспектив развития рынка и деятельности бизнес-единиц на этих рынках.

3. Разрабатывается стратегия каждой бизнес-единицы (бизнес-стратегия), и бизнес-единицы со схожими стратегиями объединяются в однородные группы.

4. Руководство оценивает бизнес-стратегии всех подразделений предприятия с точки зрения их соответствия корпоративной стратегии, соизмеряя прибыль и ресурсы, потребные каждому подразделению. На основе такого сравнительного анализа возможно принятие решений о корректировке бизнес-стратегий. Это самый сложный этап стратегического менеджмента, где велико влияние субъективного опыта менеджеров, их умения прогнозировать и предвидеть развитие событий внешней среды, своеобразного «чутья рынка» и других, не формализуемых моментов.

Портфельный анализ призван помочь менеджеру принять наиболее рациональные решения, но он отнюдь не может подменить самого менеджера. Это лишь инструмент, который хорошо работает в опытных руках. Если выполнить все стадии портфельного анализа, то менеджер получит хорошее определение стратегических единиц бизнеса, их положения на рынке, перспектив развития и вклада каждой бизнес-единицы в корпоративный портфель. Тем самым будет сформирована полная картина корпоративного портфеля с учетом кон-

кретных стратегий, выработанных для каждого вида бизнеса. Портфельные матрицы позволяют обобщить результаты разработки стратегии и представить их в наглядной форме.

УДК 336

О.А. РЯБОВА, Е.Г. МОИСЕЕВА

ФАКТОРЫ ВЫБОРА ФИНАНСОВОЙ СТРАТЕГИИ

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

Одним из принципов стратегического управления является рассмотрение предприятия как открытой социально-экономической системы, способной к самоорганизации. Финансовая стратегия является одной из функциональных стратегий, без которой невозможно реализовать другие функциональные стратегии, то есть основные виды деятельности предприятия. Содержание финансовой стратегии полностью определяется факторами внешней и внутренней среды предприятия. Эффективная финансовая стратегия должна разрабатываться на их основе, полностью соответствовать внешней и учитывать особенности внутренней среды.

Актуальность вопроса изучения факторов, влияющих на финансовую стратегию, обусловлена их многообразием и высокой интенсивностью их изменения. Отсутствие эффективно разработанной финансовой стратегии, адаптированной к возможным изменениям факторов внешней среды, может привести к тому, что финансовые решения отдельных структурных подразделений предприятия будут носить разнонаправленный характер, приводить к возникновению противоречий и снижению эффективности финансовой деятельности в целом.

Выделяют различные внешние факторы, определяющие финансовую стратегию. В первую очередь это экономические факторы. Текущее и прогнозируемое состояние экономики может иметь решающее значение для организации. Некоторые факторы в экономической окружающей среде должны постоянно отслеживаться и оцениваться. Среди них: финансовая ситуация в целом, темпы инфляции или дефляции, ставки налогов и банковские проценты, уровни доходов населения и занятости, курсы валют. Каждый из этих факторов может представлять угрозу или новую возможность для предприятия.

Кроме этого, существует ряд других факторов: политические, международные, рыночные, технологические, факторы конкуренции и социального поведения.

В результате анализа внешней среды целесообразно создать перечень опасностей и возможностей, с которыми предприятие сталкивается в этой среде. Перечень должен включать оценки характера влияния и степени влияния факторов на возможность достижения предприятием его целей. Для успешного планирования необходимо иметь полное представление о существенных внешних проблемах и о внутренних потенциальных возможностях и недостатках организации.

Внутренние факторы, влияющие на финансовое планирование, это состояние функции маркетинга, финансов и бухгалтерского учета, производства, человеческих ресурсов, а также культуры и образа организации. Важнейшими являются анализ финансового состояния предприятия, обеспеченность его ресурсами, инвестиционная привлекательность и потенциал. Формирование и реализация финансовой стратегии как основы финансового планирования предприятия базируются на использовании инструментов финансового управления - финансовый анализ, бюджетирование, финансовый контроль, рынок финансовых услуг - факторинг, страхование, лизинг.

В итоге можно сделать вывод, что при создании модели стратегической финансовой позиции исследуются факторы внешней и внутренней среды предприятия, которые влияют на общую корпоративную стратегию в целом. Поскольку финансовая стратегия, по мнению исследователей, является частью общей стратегии развития предприятия, она должна быть согласована с ее целями и направлениями. Вместе с тем, финансовая стратегия сама оказывает влияние на формирование общей стратегии развития предприятия. Поэтому достовер-

ное изучение внешних и внутренних факторов ее формирования так важно для руководства предприятия.

УДК 336

С.А. СИНЯДЬЕВ, Э.Ю. ЛЮШИНА

К ВОПРОСУ О МАКСИМИЗАЦИИ ЧИСТОГО ДЕНЕЖНОГО ПОТОКА

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

В докладе сформулированы положения по максимизации чистого денежного потока от операционной деятельности предприятия. Рост чистого денежного потока обеспечивается за счет повышения темпов экономического развития предприятия на принципах самофинансирования, снижает зависимость этого развития от внешних источников формирования финансовых ресурсов, обеспечивает прирост рыночной стоимости предприятия. Исходя из данного утверждения, максимальное значение чистого денежного потока может быть получено путем выявления существующих в организации хозяйственных резервов и их вовлечения в использование. Важнейшими задачами, решаемыми в процессе предложенного подхода максимизации чистого денежного потока, являются:

- выявление и реализация резервов, позволяющих снизить зависимость организации от внешних источников привлечения денежных ресурсов;
- обеспечение более полной сбалансированности положительных и отрицательных денежных потоков во времени и по объемам;
- повышение суммы и качества чистого денежного потока, генерируемого хозяйственной деятельностью.

При этом под хозяйственными резервами организации понимаются неиспользованные возможности снижения удельного (т.е. приходящегося на единицу выпуска и реализации продукции) расхода ресурсов. Цель поиска внутрихозяйственных резервов – увеличение объема выпуска и реализации продукции (операционного дохода), достижение уровня рентабельности, необходимого для сохранения конкурентных позиций и повышения стоимости бизнеса.

Факторы и условия интенсивного и экстенсивного развития производства выступают основными классификационными признаками для практики поиска резервов и максимизации чистого денежного потока.

Изучение влияния экстенсивных и интенсивных факторов развития производства позволяет выявить и количественно оценить резервы роста операционных доходов и прибыли при наличии достаточной емкости рынка. Разница между достигнутым состоянием использования ресурсов, задействованных в операционной деятельности, и возможным более полным их использованием будет показывать величину резерва роста чистого денежного потока от операционной деятельности предприятия.

Таким образом, рациональное использование высвободившихся денежных средств за счет поиска резервов способствует расширению масштабов производства и росту выручки от продажи продукции, а также максимизации чистого денежного потока, обеспечивающего заданные темпы экономического развития организации.

В докладе приводится описание алгоритма максимизации чистого денежного потока на основе выявления внутрихозяйственных резервов организации. Реализация алгоритма осуществляется на основе построения системы планов рационального использования средств предприятия с учетом его специфики и внедрения соответствующей системы контроля над их исполнением.

УДК 338

А.А. СОКОВ, Д.Д. ЖУЧКОВА, Е.А. ДУБИК

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ: НАПРАВЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ведущим направлением инновационного развития социально-экономической системы России, согласно Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года – это отказ от экспортно-сырьевой ориентации [1].

Несмотря на стратегическое инновационное направление развития экономики РФ, все последние годы хозяйство страны находится в катастрофической зависимости от эксплуатации и продажи природного сырья. С 2000–2012 гг. добыча большинства полезных ископаемых характеризуется возрастающей динамикой: добыча угля на 23%, нефти – 36,7%, газа – 13,4%. Экспортный потенциал России развивается за счет природных ресурсов, это хорошо видно из таблицы. За рассматриваемый промежуток времени экспорт товаров России увеличился в 5 раз, а минеральных продуктов – 6,6 раза [2]. Подавляющая часть вывезенных природных ресурсов приходится на руду, уголь, нефть и электроэнергию.

Таблица

Товарная структура экспорта России

	2000 г.		2012 г.	
	%	Млн долл. США	%	Млн долл. США
Экспорт всего	100	103093	100	516481
Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье	1,6	1623	2,6	13324
Минеральные продукты	53,8	55488	71,1	367250
Продукция химической промышленности, каучук	7,2	7392	6,3	32520
Кожевенное сырье, пушнина и изделия из них	0,3	270	0,1	394
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	4,3	4460	2,2	11564
Текстиль, текстильные изделия и обувь	0,8	817	0,2	901
Металлы, драгоценные камни и изделия из них	21,7	22370	11,4	59009
Машины, оборудование и транспортные средства	8,8	9071	5,0	25717
Другие товары	1,5	1603	1,1	5772

В рамках инновационногосценариясоциально-экономического развития страны – уменьшение в структуре экспорта доли природных ресурсов не означает сокращения экономической эффективности от использования природного капитала. Возникает необходимость в стимулировании или даже принуждении природо-эксплуатирующих предприятий не столько увеличивать добычу, а сколько создавать высокоэффективные технологии по переработке, вкладывать деньги не в начало природно-продуктовой цепочки, соединяющей первичное сырье и конечную продукцию, а в середину и конец этой цепочки, резко расширить применение приоритетных инноваций.

Библиографический список

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020. – М., 2012.
2. Российский статистический ежегодник – 2012 г. [Электронный ресурс]. – URL:http://www.gks.ru/bgd/regl/b12_13/Main.htm(дата обращения: 10.02.2014).

УДК 338.27

Е.В. СТЕПАШИНА, Ю.Р. ИБАТУЛЛИНА

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОАО «БАШИНФОРМСВЯЗЬ»

Стерлитамакский филиал
ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Деятельность современных предприятий предопределяет необходимость проведения комплексного экономического анализа, связанного с обработкой большого объема информации. Целью анализа финансово-экономической деятельности предприятия является оценка его текущего финансового состояния, а также определение направлений дальнейшей работы по улучшению этого состояния. Так как многие экономические показатели находятся в тесной взаимосвязи и обусловливают друг друга, особое место в анализе отводятся математико-статистическим методам изучения связей, основанных на корреляционно-регрессионном анализе [1].

Для корреляционно-регрессионного анализа была выбрана финансовая отчетность ОАО «Башинформсвязь за период с 2006 года по 2013 год поквартально с целью построения на её основе множественного уравнения регрессии. Прежде чем включить исследуемые факторы в модель необходимо установить их корреляционную связь с результативным показателем, в качестве которого была выбрана чистая прибыль - как главный показатель финансовой работы. В ходе проведения анализа выяснилось, что существенно значимыми из них являются выручка, себестоимость продукции, прочие операционные доходы, прочие операционные расходы. Эти факторы были включены в регрессионную модель.

В результате проведения анализа получены следующие результаты: увеличение выручки на 1% от своего среднего значения, при неизменности значений других факторов, приведет к увеличению чистой прибыли в среднем на 0,84%; увеличение себестоимости продукции на 1% от своего среднего значения, при неизменности значений других факторов, приведет к уменьшению чистой прибыли в среднем на 0,81%, увеличение операционных доходов на 1% от своего среднего значения, при неизменности значений других факторов, приведет к уменьшению чистой прибыли в среднем на 0,61%; увеличение операционных доходов на 1% от своего среднего значения, при неизменности значений других факторов, приведет к увеличению чистой прибыли в среднем на 0,106%.

На основании математической модели и прогноза значения ожидаемого уровня прибыли получены следующие данные: размер прибыли на 31.06.2014 год будет составлять 241687,6 руб., размер прибыли на 31.12.2014 год будет составлять 237567,1 руб. При сохранении сложившихся закономерностей развития прогнозируемая величина попадет в интервал, образованный нижней и верхней границами.

Таким образом, чтобы максимизировать чистую прибыль, предприятию необходимо снижать себестоимость продукции и величину операционных расходов, повышать выручку и операционные доходы.

---

1. **Бережная, Е.В**. Математические методы моделирования экономических систем: учеб. пособие / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 315 с.

УДК 338

Л.В. ТРОФИМОВА

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Анализ основных тенденций развития промышленности в последние годы показал, что главной причиной социально-экономического кризиса является качество управления предприятием и экономикой. Только предприятие решает: что, сколько, когда, где, какого качества продукцию изготавливать, кому и на каких условиях, по каким ценам продавать её и т.д.

Следовательно, в условиях рыночных отношений трудовые, материальные и финансовые ресурсы предприятия, являясь частью совокупных ресурсов общества, включаются в общий процесс воспроизводства самим предприятием как хозяйствующим субъектом. Предприятия производители товаров и услуг могут бороться за свое место на рынке, но там есть ещё и клиент, который покупает продукт и обеспечивает доход каждому отдельному предприятию. Так, именно клиент показывает, что требуется рынку.

Разработка производственной программы (ПП) или формирование так называемого хозяйственного «портфеля» является очень важной составной частью хозяйственной и маркетинговой политики предприятия.

Анализ исследований позволяет отметить следующие основные недостатки существующих методов формирования производственной программы предприятия.

1. Большинство имеющихся подходов к формированию производственной программы ориентированы на один вид продукции, в то время как предприятия обычно производит несколько ее видов.

2. Взаимосвязанные параметры ПП (объём выпуска, номенклатура, цена, объём сбыта и др.) определяются раздельно. Очевидно, что решения по этим элементам маркетинга должны приниматься комплексно.

3. В существующих методах при оценке качества ПП не используются важные для условий рынка показатели риска.

Отсюда следуют основные направления повышения качества ПП:

А. Совершенствование системы управления предприятием на основе рыночной концепции управления производством.

Б. Учет вероятностного характера исходной информации, используемой при формировании производственной программы.

Таким образом, необходимым условием рыночного формирования производственной программы являются:

- экономическая самостоятельность и свобода выбора поведения предприятий субъектов хозяйствования, агентов рынка как собственников;
- коммерческая основа отношений субъектов хозяйствования, реализуемая посредством взаимовыгодных договоров;
- содействие и защита договорно-контрактных отношений, гарантирующих возмещение потерь, убытков и упущенной выгоды;
- наличие конкурентной среды и преодоление монополизма.

В заключение заметим, что отмеченные пути совершенствования формирования производственной программы предприятия могут быть реализованы и уже активно реализуются многими предприятиями путём создания автоматизированной подсистемы формирования производственной программы.

УДК 338.2

Н.Е. ТРОШАНИН, М.А. ПЛАТОНОВА

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

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

Разработка стратегии – это процесс формирования мысли и целей организации, выбора специфических стратегий для определения и получения необходимых результатов и их распределение с целью обеспечения эффективной работы организации в будущем. Стратегия организации постоянно развивается. Естественно, что процесс разработки стратегии всегда чувствителен, и часто непредсказуемый характер конкуренции, многообещающие взлеты и падения цен, перестановки среди основных промышленных конкурентов,

новое регулирование, снижение или расширение торговых барьеров и бесконечное число других событий могут способствовать устареванию стратегии. На выбор стратегии оказывают влияние многочисленные и разнообразные факторы:

1. Вид бизнеса и особенности отрасли, в которой работает организация. В первую очередь, здесь принимается во внимание уровень конкуренции со стороны организаций, производящих одинаковую или заменяющую продукцию и поставляющих ее на одни и те же рынки.

2. Состояние внешнего окружения. Стабильно оно или подвержено частым изменениям? Насколько предсказуемы эти изменения?

3. Характер целей, которые ставит перед собой организация; ценности, которыми руководствуются при принятии решений высшие менеджеры или владельцы организации.

Всегда находится, что-то новое, на что надо реагировать, и в результате этого открываются новые стратегические ниши. Поэтому задача усовершенствования стратегии бесконечна. Стратегии компании всегда должна сочетать в себе запланированную и продуманную линию поведения, а также возможность реагирования на все запланированное новое. Для того что бы стратегия была успешной, необходимо тесно увязать ее с возможностями рынка и угрозами внешней среды. Разработчику стратегии приходится постоянно учиться новым приемам и методам конкурентной борьбы в своей отрасли. Существуют четыре основных пути для управления процессом формирования стратегии в организации: главный стратегический подход, когда главный управляющий сам выступает в качестве архитектора стратегии; подход «делегирование полномочий»; совместный подход и инициативный подход. Все подходы имеют сильные и слабые стороны и могут привести к успеху или провалу. Это зависит от того, насколько хорошо идет управление тем или иным подходом, от мастерства при выборке стратегии и от суждений людей, вовлеченных в процесс.

Практика показывает, что те организации, которые осуществляют комплексное стратегическое планирование и управление, работают более успешно и получают прибыль значительно выше средней по отрасли. Многие руководители, имеющие опыт планирования, и просто энергичные люди не добиваются желаемого успеха из-за того, что распыляют свои силы, стремясь освоить как можно больше рынков, произвести как можно больше разнообразных продуктов и удовлетворить потребности различных групп клиентов. Для успеха же необходима целенаправленная концентрация сил и правильно выбранная стратегия. Иными словами: кто лучше планирует свою стратегию, тот быстрее достигает успеха.

Итак, процесс разработки стратегии является основополагающим в организации, грамотное осуществление которого позволит добиться организации всех поставленных целей.

УДК 005

Т.В. ФАЛАЛЕЕВА

СХЕМА ПОТОКА РЕСУРСОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ В РАМКАХ ОБМЕНА ПРЕДПРИЯТИЯ И СТЕЙКХОЛДЕРОВ

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

На успешные «дивиденды» бизнеса предприятие может рассчитывать только при условии достаточного поступления качественных ресурсов в целях достижения наилучших результатов. Соответственно, ему необходимо систематически получать информацию об удовлетворенности стейкхолдеров полученными результатами и их намерениях к дальнейшему совместному сотрудничеству.

Схема потока ресурсов и результатов, осуществляемая в рамках взаимоотношений предприятия и его заинтересованных лиц, может быть представлена следующим образом (рис. 1).

Данная схема отражает взаимодействие внешних и внутренних стейкхолдеров посредством обмена ресурсами. Если интересы внутренних заинтересованных лиц не согласованы между собой и не ориентированы на результаты внешнего сотрудничества, подобная ситуация может повлиять на эффективность деятельности предприятия в сторону ее снижения и привести к потере целостности отдельных бизнес-процессов, а, следовательно, и к потере целостности самого предприятия.

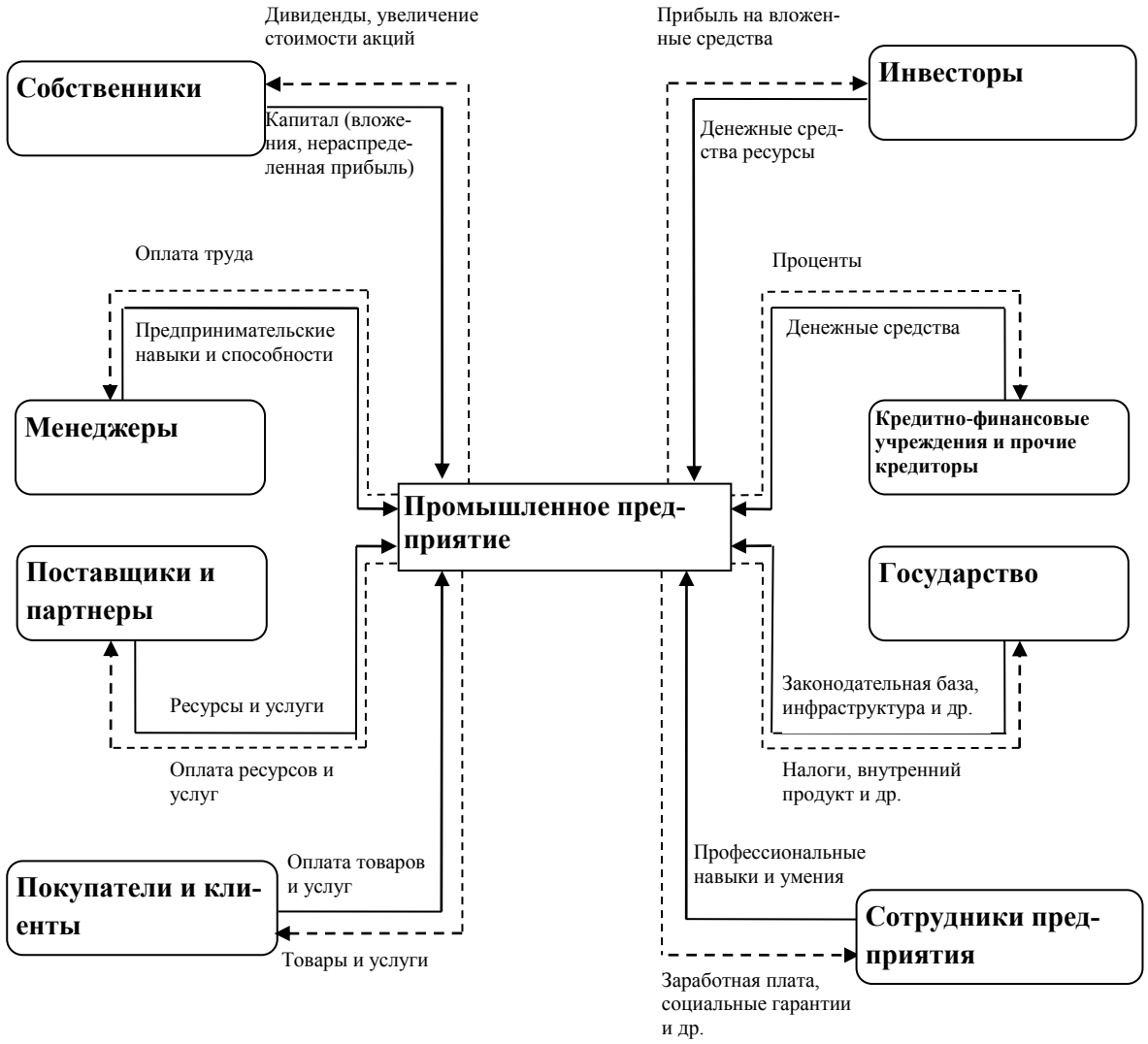


Рис. 1. Схема потока ресурсов и результатов в рамках обмена предприятия и стейкхолдеров

УДК 343

М.М. ФРОЛОВА

ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ НА СЛУЧАЙ УТРАТЫ ЗАРАБОТКА ВСЛЕДСТВИЕ БАНКРОТСТВА ОРГАНИЗАЦИИ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ ИНТЕРЕСОВ СОТРУДНИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Действующие в настоящее время нормы законодательных актов, регламентирующих процедуру признания экономического субъекта банкротом, не способны в полной мере защитить интересы работников и гарантировать погашение задолженности в связи с выполнением профессиональных обязанностей. В частности, по данным Федеральной службы государственной статистики по состоянию на конец первого полугодия 2013 года просроченная задолженность по заработной плате работников организаций, находящихся в стадии конкурсного производства (без учета субъектов малого предпринимательства), составила 816 863 000 руб. При этом общая численность работников, перед которыми имеется просроченная задолженность по оплате труда, составила порядка 22 000 чел., а средний размер просроченной задолженности, приходящейся на одного на одного работника, составила 11 524, 60 руб. Одной из главных причин сложившейся ситуации является несовершенство законодательства, регламентирующего вопросы банкротства. В настоящее время, согласно нормам законодательства о банкротстве, требования кредиторов об оплате труда лиц, работающих по трудовым договорам, удовлетворяются лишь во вторую очередь после удовлетворения требований по текущим платежам, связанным с судебными расходами по делу о банкротстве, выплатой вознаграждения арбитражному управляющему и других аналогичных платежей. В результате применения данной нормы на практике возникают ситуации, когда по завершении конкурсного производства задолженность работодателя по выплате заработной платы остается непогашенной в виду недостатка конкурсной массы. Такая ситуация противоречит статье 130 Трудового кодекса, содержащей норму о получении работником заработной платы в случае прекращения деятельности работодателя и его неплатежеспособности в соответствии с федеральными законами.

Для разрешения описанного противоречия в настоящее время разработан проект закона, предусматривающий введение для организаций обязательного страхования риска потери работниками заработка по вине работодателя. Согласно положениям, проекта в случае неплатежеспособности работодателя сотрудникам будет выплачена часть задолженности по заработной плате до завершения соответствующей процедуры банкротства за счет средств бюджета Фонда социального страхования РФ, сформированных за счет страховых взносов на данный вид обязательного социального страхования. Однако введение обязательного страхования на случай утраты заработка повысит размер совокупных платежей во внебюджетные фонды для работодателей, которые в настоящее время составляют 30% от взносооблагаемой базы. Увеличение ставки неизбежно приводит к занижению размеров заработной платы работодателями, росту теневой экономики, снижению размеров собираемых взносов. Кроме того, проект закона предусматривает компенсационные выплаты исключительно в рамках трудовых договоров, вследствие чего для недобросовестных работодателей возникает возможность снизить финансовую нагрузку путем заключения договоров гражданско-правового характера, ущемляя интересы сотрудников.

Разработанный Министерством труда и социальной защиты РФ проект закона «Об обязательном социальном страховании на случай утраты заработка вследствие несостоятельности (банкротства) работодателя», несомненно, повысит защищенность сотрудников в случае банкротства, однако имеет ряд лазеек для недобросовестных работодателей, позволяющих избежать обязательств по уплате обязательных взносов.

УДК 338.984

А.В. ЧЕРНЕНКО

СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СССР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день наука играет одну из важнейших ролей в современном обществе. На пути к инновационной экономике научно-техническое развитие страны имеет определяющее значение. В свою очередь, сфера научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) на ряду с огромными финансовыми и материальными затратами нуждается в высококвалифицированных кадрах. Именно поэтому, в значительных масштабах сфера НИОКР представлена в наиболее развитых странах.

В СССР НИОКР уделялось значительное внимание, около 5% от ВВП составляли внутренние расходы на выполнение данных работ. Из них 12,8%- финансирование фундаментальных исследований, 60,3% – прикладные исследования, 26,9% – опытно-конструкторские разработки. К началу 90-х годов XX века в данной сфере работало 2 млн научных сотрудников, и соответственно исследования и разработки велись по всем отраслевым направлениям. На тот момент это цифра была больше, чем в любой другой стране мира. Наиболее приоритетными являлись разработки в военно-промышленном комплексе. Данный приоритет был обусловлен, прежде всего, гонкой вооружений и завоеванием статуса мировой державы. Требовались разработки в наиболее перспективных видах вооружения – ядерное оружие, ракетостроение. В фундаментальных исследованиях преобладали следующие направления – физика, химия, а также математика. Однако развитие военной промышленности никак не влияло на развитие гражданского сектора экономики, так как все разработки, внедряемые в военном секторе, были засекречены, и не имели возможности распространения.

При всей, казалось бы, успешности научно-технического прогресса в СССР, существовали принципиальные моменты, позволяющие иначе взглянуть на ситуацию. Не существовало единой политики научно-технического прогресса. Вся концепция заключалась в нахождении частных решений на определенные проблемы – отсутствовала системность. Наряду с этим, существовала проблема бюрократизма и жесткой подчиненности научно-исследовательских организаций высшему аппарату государственного управления. Каждый шаг необходимо было согласовать с вышестоящими органами управления, получать ответные инструкции и нормативы, которые необходимо было выполнять и по результатам проведенных работ отчитываться. При таком раскладе складывалась ситуация, когда наиболее компетентным в научно-исследовательской области считался не исследователь, а вышестоящий чиновник, в результате чего подавлялась инициатива в научной деятельности. Так же заметной проблемой являлось то, что существенные объемы финансирования направлялись не на конкретные исследовательские проекты, а на процесс организации и технического оснащения научно-исследовательской деятельность. Это являлось малоэффективным с точки зрения внедрения, в экономику результатов инновационной деятельности. Создавались организационные и технологические возможности для успешного проведения исследований и разработок, но при этом возможность их использования должным образом ограничивалась давлением власти сверху.

Система планирования научно-исследовательских работ подчинялась жесткому контролю со стороны должностных лиц, и фактически не давала возможности для творческого процесса в решении тех или иных проблем.

УДК 338

А.В. ШАВАРДИНА

ОЛИМПИЙСКИЙ РОСТ ИЛИ ПАДЕНИЕ. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СТОРОНА МЕДАЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Четвертого июля 2007 года Международный олимпийский комитет на своей 119-й сессии назвал столицу зимних Олимпийских игр 2014 года. Победителем гонки за право принять у себя зимнюю Олимпиаду стал российский город Сочи.

Рассмотрим подробней положительные и отрицательные стороны «золотой» медали!

1. Как известно, Олимпиада является мероприятием не только престижным, но и выгодным за счет притока инвестиций. Город, принимающий игры, может за несколько лет подготовки обзавестись такими объектами и инфраструктурой, которые не смог бы себе позволить в течение десятилетий. После проведения игр правительство вынуждено убеждать инвесторов не спешить с реализацией олимпийской недвижимости. Цены на квадратные метры могут упасть, если инвесторы одновременно выставят на продажу почти 12 тыс. квартир и апартаментов.

2. Олимпиада 2014 года стала самой дорогой за всю историю проведения Олимпийских игр. Цель достигнута – впечатление произведено. Томас Бах (президент МОК) считает, что Игры в Сочи лучшие в истории. Однако по подсчетам британцев, Россия «пустила на ветер» – на одно-единственное спортивное мероприятие – прирост ВВП целого года. Мир не сомневается, что Россия в очередной раз решила поразить его своим размахом, демонстрируя технологическую и финансовую мощь. Олимпийские объекты и соответствующая инфраструктура были возведены практически с нуля.

3. Против проведения Олимпиады в Сочи выступали экологи Greenpeac и Всемирный фонд дикой природы. На территории Сочинского национального парка и Кавказского биосферного заповедника сплошное изменение ландшафта и растительного покрова произошло на площади около шести квадратных километров. Кроме того, образовалось около 300 фрагментов леса, разделенных дорогами, горнолыжными трассами и другими линейными объектами – и при всем при этом официально в районе Красной Поляны было высажено лишь около 100 тыс. деревьев. А наиболее уязвимых высокогорных растительных сообществ обещанные правительством компенсации вообще не коснулись.

4. Положительный вклад Олимпийских игр в экономический рост оценивается до 0,3 процентного пункта ВВП. Данный эффект может быть реализован преимущественно в первом квартале 2014 года через повышение объема предоставления услуг в сфере гостиничного и ресторанного бизнеса и услуг транспорт. В среднесрочном плане эффект от Олимпиады может быть связан с определенными издержками, прежде всего по обслуживанию олимпийских объектов, и финансовыми рисками, вызванными проблемами окупаемости вложений. Вместе с тем в более длительном периоде должна возрастать роль положительных факторов – выгод от использования новой инфраструктуры и благоприятного влияния изменений в регионе на туристическую активность. При этом Банк России признался, что не может помочь ни экономике, ни национальной валюте. Слабый рубль угрожает стране разгоном инфляции, но спасти его можно только повышая ставки, то есть за счет роста экономики. Экономику можно разогнать ростом кредитования, но это - опасно, потому что приведет к появлению пузыря и росту закредитованности.

Таким образом, наблюдается как положительное, так и отрицательное влияние Олимпийских игр на экономическое состояние РФ. И как отразится оно на населении страны можно пока лишь прогнозировать. Объективный результат покажет время.

УДК 338

С.И. ШАНЬДЮК

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В УСЛОВИЯХ РЫНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность темы исследования определяется повышенными требованиями к теории и практике управления предприятиями. Это обусловлено нечеткостью и непоследовательностью проводимых реформ, недостаточной глубиной их проработки и отсутствием системного подхода к мерам, осуществляемым в этом направлении.

В сложившейся ситуации крайне необходим поиск возможностей интенсивного использования качественно новых источников экономического роста. Важнейшим из них является активизация инновационной деятельности хозяйствующих субъектов, необходимая для непрерывного обновления технической и технологической базы производства, освоения и выпуска конкурентоспособной продукции. Мировой опыт подтверждает, что все промышленно развитые страны, определившие инновации как приоритетное направление своего развития, занимают передовые позиции по всей совокупности показателей социально-экономического развития.

Инновационная деятельность в России не оказывает ощутимого влияния на развитие производства, относительно невысока экономическая значимость нововведений, непозволительно растянуты сроки производственного освоения различного рода новшеств.

Все изложенное в равной мере относится и к автомобильной промышленности. В настоящее время инновационный процесс в автомобилестроении значительно отстает от требований рынка. Очень медленно совершенствуются маркетинг и управление производством. Отрасль стала терять высококвалифицированные кадры, некогда достаточно мощную опытно-конструкторскую, технологическую и экспериментальную базу.

В основе рыночных стратегий, ориентированных на поддержку конкурентоспособности продукции, лежат инновационная деятельность и внедрение нововведений. Новые возможности в этом плане открывает использование современного маркетинга, который становится все более значимым инструментом практической деятельности субъектов экономики переходного периода.

Соединение маркетинга с инновационным процессом должно облегчить решение задач финансово-экономической и конкурентной устойчивости. В связи с этим велика потребность в формировании стратегической концепции, рассматривающей инновационный процесс как органическое звено стратегического маркетинга.

УДК 338

В.Е. ШЛЯПНИКОВА, Д.А. КОРНИЛОВ

ФОРМИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Инновационная деятельность – это практическое использование инновационно-научного и интеллектуального потенциала в массовом производстве с целью получения нового продукта, удовлетворяющего потребительский спрос в конкурентоспособных товарах и услугах. Инновационная деятельность характеризуется ускорением темпов создания новшеств, что способствует углублению и расширению структурных сдвигов в экономике, увеличению размеров рынка и удовлетворению потребностей. Так как именно люди играют важную роль в разработке инновационных идей, то компаниям нужно ориентироваться на персонал и делать акцент на сотрудниках.

Инновации – умение быстро двигаться вперед. Инновации – значит быть первым со своими новыми продуктами и услугами. Необходимо донести своим сотрудникам важность скорости. «Действуйте быстро и ломайте привычное устройство вещей».

Типы инноваций:

- технологические;
- маркетинговые;
- организационные;
- экологические;
- стратегические;
- управленческие;
- эстетические.

В настоящее время действует федеральный закон о государственной поддержке инновационной деятельности в Российской Федерации от 96-го года. Он гласит о различных видах, формах и принципах государственной поддержки инновационной деятельности и регулирует отношения по поводу этой поддержки между РФ, субъектами РФ, физическими и юридическими лицами. Статистика по России: Московская, Нижегородская, Томская, Самарская, Ярославская области – регионы с самым высоким рейтингом инноваций.

В 2011 году правительство утвердило стратегию инновационного развития России до 2020 года, согласно которой за предстоящие 10 лет доля инновационной продукции в промышленном производстве России должна вырасти до 25–30 % с 4,5–5 %, а расходы на научно-исследовательские работы и НИОКР – до 2,5–3 % ВВП с нынешних 1,16 %.

Затраты российских госкомпаний на инновации в 2013 году составили 1,5 трлн руб. Для поддержания и развития инновационной деятельности необходимы материальные поддержки государства, усилия и труд людей, умение руководителей направить процесс в нужное русло.

СЕКЦИЯ 12

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 551.46

Е.Г. БАГРОВА[1], Р.А. АНТОНОВ[2], А.А. КУРКИН[1] ,
Е.Н. ПЕЛИНОВСКИЙ[1,2]

ВОЗМОЖНО ЛИ ЦУНАМИ ОТ ПАДЕНИЯ МЕТЕОРИТА В ОЗЕРО?

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[1],
Национальный исследовательский университет – Высшая школа экономики[2]

В настоящее время достоверно установлено, что в прошлом около 10 случаев падения астероидов в море приводило к генерации волн цунами. После падения 15 февраля 2013 года Челябинского метеорита в озеро Чебаркуль, возник вопрос: могло ли падение этого метеорита вызвать цунами? Оценке возможных волн цунами в озере и посвящена настоящая работа.

Прежде всего, сразу после события 15.02.2013 из средств массовой информации были собраны различные, в том числе и противоречащие, данные о параметрах метеорита. Были построены гистограммы, указывающие самые часто встречающиеся из них. Параметры метеорита таковы: скорость входа в атмосферу 18,8 км/с, угол входа в атмосферу приблизительно 15 градусов к горизонту, время полета 32,5 с, масса метеорита до входа в атмосферу 10 тыс. т и диаметр 17 м. Скорость перед падением в озеро 225 м/с. Кусок метеорита, упавшего в воду, весил 654 кг и имел размеры 66,6 х 88 х 61 см. Позднее опубликованные научные статьи, описывающие характеристики метеорита, подтвердили собранную ранее информацию.

Для оценки параметров метеоритов, которые могли бы вызвать заметные волновые возмущения в озере, использована модель очага цунами астероидного происхождения, предложенная S.N. WardandE. Asphaug в серии работ, опубликованных в 2000–2004 годах. В рамках этой модели предполагается, что сложный процесс вхождения небесного тела в воду может быть аппроксимирован эквивалентным начальным условием для последующего использования уравнений гидродинамики. Предполагается, что на поверхности воды возникает цилиндрическая каверна, имеющая следующую форму:

$$\eta(r) = H\left(1-\frac{r^2}{R_c^2}\right), r \in [0, R_d],$$

а скорость частиц воды предполагается нулевой. Здесь r – расстояние от центра каверны. Каверна определяется двумя параметрами: ее высотой H и радиусом R_c, величина которых зависит от плотности метеорита, его размеров и скорости вхождения в воду.

Подставив параметры, описанные ранее, получили, что Челябинский метеорит мог вызвать волну высотой 4 м в очаге; при выходе волны из очага ее высота падает до 2 м и меньше. Фотографии полыньи, образовавшейся на поверхности озера Чебаркуль в результате падения тела, однозначно свидетельствуют, что волны от падения метеорита, даже если они и были, не вызвали разрушения ледового покрова. Толщина льда равна 70 см, а диаметр полыньи – 8 м.

Вопрос о разрушении волнами высотой 2 м ледового покрова пока остается открытым и будет рассмотрен в последующих исследованиях.

УДК 551.46

О.И. ДИДЕНКУЛОВ[1], И.И. ДИДЕНКУЛОВА[1,2] , Е.Н. ПЕЛИНОВСКИЙ[1,2]

НАКАТ РАЗЛИЧНЫХ ИМПУЛЬСОВ КОЛОКОЛООБРАЗНОЙ ФОРМЫ НА БЕРЕГ БУХТЫ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева[1],
Институт прикладной физики РАН[2]

Исследование процесса наката длинных волн в бухте необходимо для решения разнообразных практических задач: расчет масштабов повреждения побережья во время морских природных катастроф (цунами, штормовые волны), оценка устойчивости берегов и пляжей, строительство портовых и береговых сооружений и т.п. В данной работе исследован накат колоколообразных импульсов различной формы в линейно-наклоненной бухте параболического сечения. Такой профиль поперечного сечения каналов достаточно часто встречается в природе. Ранее было показано, что в линейно-наклоненных бухтах параболического сечения происходит безотражательное распространение волн, и для таких каналов удается получить аналитическое решение, описывающее движение уреза воды. В качестве колоколообразных импульсов были рассмотрены семейства солитоноподобных импульсов, синусоидальных импульсов, а также импульсов лоренцевой формы.

В работе были рассчитаны следующие параметры: максимальная высота наката уреза воды, максимальная скорость воды в точке уреза, а также параметр обрушения волны. По результатам работы видно – параметры в точке уреза для различных импульсов нормируемой высоты и ширины с приемлемой точностью совпадают. Это позволяет с достаточной точностью определять параметры наката волны, зная лишь амплитуду начального возмущения и его характерную длину или длительность.

Работа выполнена при поддержке гранта президента МК-1146.2014.5 и грантов РФФИ (14-02-00983, 13-05-97037, 14-05-00092).

УДК 614.841.42

А.М. ЗАВАРЫГИН, А.А. ЛОЩИЛОВ, А.Д. ПОСТНОВ, Л.Ю. КАТАЕВА

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ НАХОЖДЕНИЯ ТЕРМОКИНЕТИЧЕСКИХ ПОСТОЯННЫХ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПИРОЛИЗА ПРИ ГОРЕНИИ ЛЕСНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наиболее известные работы, посвящённые процессу пиролиза и нахождению термокинетических постоянных, принадлежат таким авторам, как Chang-Zhong Son, Lautenberger Chris, Miller R.S., Matala Anna, А.Н. Кислицин, Г.В. Кузнецов. Они в своих работах представили различные модели пиролиза, а также решение обратной задачи.

Одним из приёмов поиска термокинетических постоянных является сведение к линейной регрессии логарифмированного уравнения Аррениуса, рассматриваемый в работе А.М. Гришина. Анна Матала использует в своей работе генетический алгоритм, с его помощью возможно найти параметры почти всех использующихся в её работе реакций. Однако результаты будут некорректны, если реакция заведомо нельзя свести к модели, используемой в работе Анны Матала.

X. Zhou и S. Mahalingam, в своих работах, первыми использовали детальную кинетику лесных горючих материалов, на основе которой получили скелетный механизм из 49 реакций. При моделировании пожаров слишком ресурсоёмко использовать полные физико-математические модели, именно поэтому N. Peters показал, что достаточно использовать лишь четыре необходимые глобальные реакции. Использование в нашей работе экспериментальных данных, прошедших реакцию сушки, позволяет свести все расчёты к двухстадийному процессу, что значительно уменьшает расход ресурсов.

Конечно, на использование каждого метода накладываются свои ограничения. Например, использование закона Аррениуса возможно только в рамках одной реакции, иначе метод не столь эффективен, также если в процессе основной реакции относительная скорость за счёт роста температуры не увеличивается, то значение энергии активации снижается.

Если рассматривать задачи с нагревом образца при постоянных температурах, как представлено в работах С.П. Синицына, А.И. Филькова, то поиск термокинетических постоянных сводится к методу наименьших квадратов. Недостатком этого метода будет потеря экспоненциального характера убыли массы, что приведёт к некорректным термокинетическим постоянным. Такое может произойти, при протекании нескольких параллельных реакций, с разными относительными скоростями.

В работах [1–3] был предложен итерационный алгоритм обработки экспр. данных на основе интегральных оценок. В отличие от данного алгоритма, метод RANSAC с точки зрения математики – это стабильный метод оценки параметров модели на основе случайных выборок. В отличие от метода наименьших квадратов, который чаще всего используют для подобных задач, метод RANSAC даёт более точную оценку параметров. Преимущество заключается в проверке гипотезы оптимальности, данная проверка производится по неравенству:

$$\int_a^b \frac{2\left|f^i(x)-f^{i-1}(x)\right|}{\left|f^i(x)+f^{i-1}(x)\right|}dx<\varepsilon,$$

где: i – номер итерации, $f(x)$ – гипотеза, aub – найденные на момент итерации термокинетических постоянных, $\varepsilon=0.0001$ – порог погрешности.

Данный приём тоже имеет свой недостаток, он связан с отсутствием верхней границы времени, необходимой для вычисления параметров модели. Если использовать в качестве некоторой границы времени максимальное число итераций, то полученное решение может быть не оптимальным, и даже существует малая вероятность, что ни одна из полученных моделей не будет согласована с исходными данными.

Проанализировав известные методы поиска термокинетических постоянных пиролиза лесных горючих материалов, взвесив достоинства и недостатки, был обусловлен выбор метода RANSAC, его преимущества компенсируют недостатки остальных методов.

Библиографический список

1. **Лощилов, С.А.** Обработка экспериментальных данных термогравиметрии на основе интегральных оценок изменения скоростей реакции с ростом температуры / А.С. Лощиловх [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 867.
2. **Лощилов, С.А**. Анализ зависимости энергии активации и предэкспоненциального множителя, при пиролизе древесины в окислительной среде, от процентного содержания кислорода / С.А. Лощилов, Л.Ю. Катаева, А.А. Лощилов // Естественные и математические науки в современном мире. 2013. № 10-11. С. 112-116.
3. **Лощилов, С.А**. Итерационный алгоритм подбора термокинетических постоянных процесса пиролиза древесины по экспериментальным термогравиметрическим данным /С.А. Лощилов, Д.А. Масленников, Л.Б. Катаева // Theoretical & Applied Science. 2013. № 10 (6). С. 24–28.

УДК 519.63, 536.46

Ю.В. КОТОВА, Д.А. МАСЛЕННИКОВ, Л.Ю. КАТАЕВА, Н.Н. КИСЕЛЕВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СХЕМЫ SHARPДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

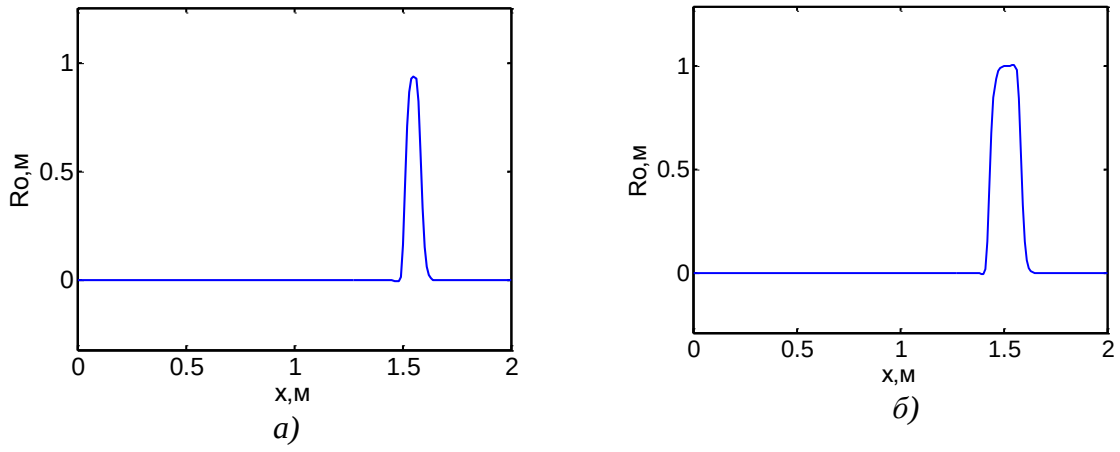
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
НФ Московский государственный университет путей сообщения

Математическое моделирование процессов горения на сегодняшний день является как одно из наиболее важных и в то же время сложных направлений вычислительной механики реагирующих сред. Обычно для решения задач распространения горения используются схемы Харлоу, Патанкара [1, 2] и другие. Одним из недостатков метода Харлоу является нали-

чие искусственной диффузии, приводящей к размыванию решения. Конвективная стабильность, низкая дисперсия; вычислительная эффективность и алгоритмическая простота – вот несколько основных свойств схемы QUICK. Также схема имеет превосходную способность предсказания давления в задачах, основываясь на уравнении Навье-Стокса, в частности, вычисленное давление застоя остается постоянным в изотропных участках, тогда как дело обстоит не так с другими процессами конвекции, как утверждает B.P. Leonard.

Simple High Accuracy Resolution Program (SHARP) – это схема, имеющая монотонное разрешение тонких слоев. Исследования температурной неоднородности,скачков плотности, ударных волн являются основной задачей вычислительной гидрогазодинамики.

Проведем анализ свойств схемы SHARP на приеме решения уравнения переноса $\frac{\partial \rho}{\partial t} = -u\frac{\partial \rho}{\partial x}$, при начальных условиях в виде: $\rho\Big|_{t=0} = \begin{cases} 1, x \in [1-h,1] \\ 0, \ x \notin [1-h,1] \end{cases}$, где $u = \text{const}$ – скорость с заданным направлением; h – параметр ширины начального возмущения. Применим схему SHARPдля численного решения уравнения поставленной задачи обладающей большей монотонностью и устойчивостью по сравнению со схемой QUICK. Результаты решения уравнения переноса представлены на рис. 1.



а) *б)*

Рис. 1. Результаты решения уравнения переноса схемой SHARP.
а – h =0,07; *б* – h =0,15

На рис. 1 видно, что за счет резких перепадов решение размазывается.

Библиографический список

1. **Катаева, Л.Ю**. Анализ динамических процессов аварийных ситуаций природного и техногенного характера/Л.Ю. Катаева: дисс. … д-ра физ.-мат. наук / Катаева, Л.Ю. – Нижний Новгород, 2009.
2. **Романов, А.В**. Метод Патанкара и возможности его оптимизации / А.В. Романов, Л.Ю. Катаева // Наука и техника транспорта. 2008. № 3.

УДК 551.46

А.А. КУРКИН[1], С.В. СЕМИН[1], Ю.А. СТЕПАНЯНЦ[1,2], Е.Н. ЧУРАЕВ[1]

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛИНЕЙНЫХ ВНУТРЕННИХ ВОЛН НАД ШЕЛЬФОВЫМ УСТУПОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева[1],
Университет Южного Квинсленда, Тувумба, Австралия[2]

Изучение динамики внутренних волн является актуальной проблемой в связи с активным использованием водных ресурсов в хозяйственной жизни человека. Внутренние волны в океане могут оказывать большое влияние на широкий спектр различных процессов, таких как надводная и подводная навигация, трансформация береговой линии и донной поверхно-

сти, миграция промысловой рыбы. Внутренние волны могут оказывать опасные воздействия на прибрежные сооружения: нефте- и газодобывающие платформы, газопроводы, буровые станции и т.д. Для предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций необходимо заранее знать характерные параметры внутренних и поверхностных волн в заданной акватории. При проведении подобных исследований одной из важных задач является изучение и прогнозирование спектральных характеристик внутренних волн: амплитуд и длин при трансформации над континентальным уступом.

В рамках данной работы численно и аналитически исследовался процесс трансформации внутренних квазимонохроматических волн над донным уступом с помощью программного пакета MITgcm, разработанного в Массачусетском технологическом институте. Численная модель основана на решении уравнения Навье–Стокса без учёта вязкости, теплопроводности и диффузии. Исследования проводились в линейном приближении для волн малой амплитуды в двухслойной жидкости с резким подъемом дна. В численных расчётах определялись коэффициенты трансформации волн (коэффициенты прохождения и отражения) в зависимости от глубины залегания пикноклина, волнового числа набегающей на уступ волны и высоты уступа. Кроме того, определялись также волновые числа прошедшей и отраженной волн.

Полученные результаты приведены в графической форме; на их основе предложены аппроксимационные формулы. Точность расчётов контролируется с помощью закона сохранения потока энергии волн.

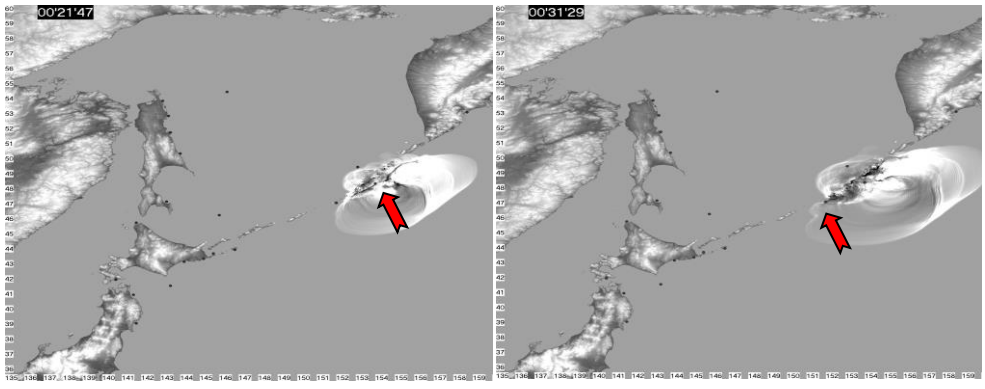
УДК 551.465

Р.Х. МАЗОВА, Б.А. КИСЕЛЬМАН, А.Г. РАССАДИН

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ВОЛН ЦУНАМИ В ОХОТСКОМ МОРЕ

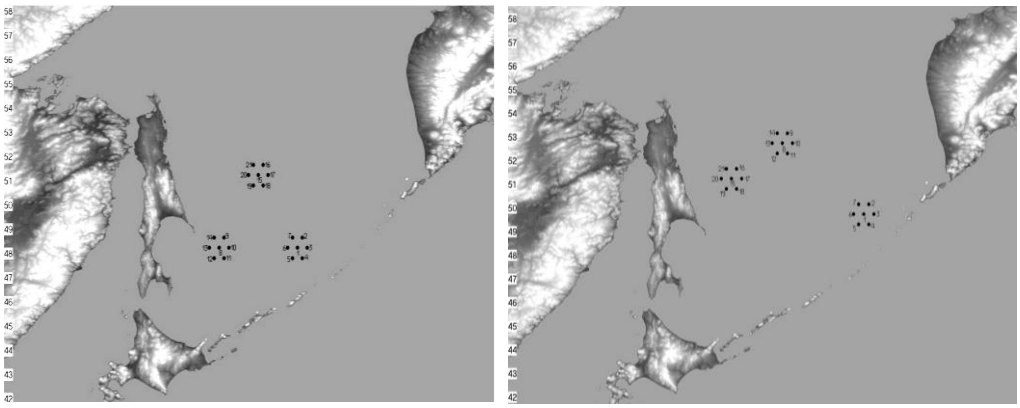
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В работе рассматривается возможность появления волн цунами от сейсмического источника, расположенного в северо-восточной части сейсмической бреши Центральных Курил с локализацией эпицентров землетрясения около глубоководных проливов Буссоль и Крузенштерн. Данная работа базируется на представлении сейсмического источника в рамках клавишной модели. Использование данной модели было подтверждено адекватностью данных численного моделирования и реальных данных для землетрясения и цунами 15 ноября 2006 г и 13 января 2007 г. Локализация сейсмических источников равной интенсивности непосредственно около проливов Буссоль и Крузенштерна позволяет рассматривать процесс прохождения волн цунами через оба пролива и распространение в Охотском море фактически независимо.



а) *б)*

Рис .1. Положение фронта волны после прохождения пролива Крузенштерна (стрелка) (*а*) и положение фронта волны перед проливом Буссоль через 31 мин после начала землетрясения (стрелка) (*б*)



а) *б)*

Рис. 2. Расположение мареографов при анализе прохождения волн цунами через пролив Буссоль (*а*) и через пролив Крузенштерна (*б*)

Как показали наши более ранние исследования, прохождение волны в Охотское море через один из проливов, при локализации очага перед вторым проливом, является длительным процессом, при котором теряется значительная доля энергии волны. Например, при локализации очага перед проливом Крузенштерна, через 21 мин после начала землетрясения, фронт волны цунами, прошедшей через этот пролив, имеет вид, показанный на рис. 1, *а*. В то время, как к проливу Буссоль волна подошла только через 31 мин после начала землетрясения (рис. 2, *б*). И, как показали дальнейшие исследования, энергетический вклад волны, прошедшей через пролив Буссоль, в данном случае будет незначительным. Анализ распределения волновой энергии при распространении цунами в Охотском море проведен с помощью спектрально-временного анализа. Для проведения данного анализа были получены записи виртуальных мареографов при их определенном расположении (рис. 2).

УДК 614.841.42

А.О. МУЗЫЧЕНКО, Л.Ю. КАТАЕВА, Н.А. РОМАНОВА

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СУММАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРИ ЛЕСНОМ ПОЖАРЕ НА GPU КЛАСТЕРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные вопросы численного моделирования сложных явлений, протекающих при природных и техногенных катастрофах на основе физико-математических моделей механики реагирующих сред, являются задачами весьма ресурсоемкими [1, 2]. Этот класс задач требует не только совершенствования численных методов, но разработки специального программного обеспечения, позволяющего исследователям не утруждать себя техническими вопросами, например, вопросами выделения памяти и правильного нагрузки на имеющиеся ресурсы. В данной работе определяется распределение векторного поля скоростей и температуры воздуха при лесном пожаре на местности с возвышенностью, форма которой показана на рис. 1.

Для решения данной задачи необходимо моделирование следующих процессов: обтекание, теплоперенос, тепловое излучение, химическое взаимодействие. В данной работе рассматривалась задача только с учетом обтекания и теплопереноса.

С левой стороны расчетной области задан постоянный поток, который подчиняется следующему закону:

$$U = \left(\frac{y}{H}\right)^{\frac{1}{7}} U_0, V = 0,$$

где H – высота расчетной области; U_0 – параметр системы. Правая и верхняя границы являются открытыми. Нижняя граница является непроницаемой. Температура среды равняется 300 K, температура пожара 1200 K, причем пожар возникает после установления стационарного состояния обтекания лесного массива. Лесной массив задается пористой структурой прозрачной для теплопереноса и непрозрачной для потока.

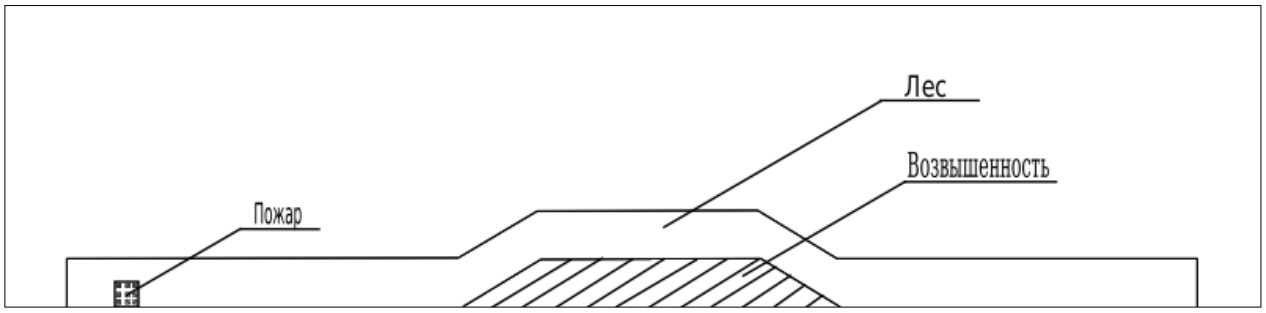


Рис. 1. Геометрия расчетной области

Задача решается на основе кинетического уравнения Больцмана:

$$\frac{\partial f}{\partial t}+\frac{\partial f}{\partial \vec{x}}\frac{p}{m}+\frac{\partial f}{\partial \vec{p}}\vec{F}=\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{coll},$$

где m – масса частиц; $\vec{F}$ – поле сил, действующих на частицы; $\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)_{coll}$ – интеграл столкновений, характеризующий скорость изменения функции распределения вследствие столкновений частиц; $\vec{x}$ и $\vec{p}$ – координата и импульс соответственно; t – время; f – функция распределения частиц.

Дискретизация данного уравнения по времени, направлениям скоростей и пространству в результате называется методом решетчатых уравнений Больцмана. Он включает в себя две составляющие – столкновение и распространение. Распространение реализуется переносом скоростей по соответствующим направлениям от соседних ячеек. Столкновение описывается с помощью интеграла столкновений. Для решения задачи были использованы две формы приближения такого интеграла.

За основу решения принят клеточный автомат. Используется решетка двухмерная квадратная плоская с 9 направлениями скоростей. Вычисляемые значения параметров, а также параметры неподвижных точек, начальные и граничные условия описываются в форме локальных правил. Под локальными правилами понимаются законы изменения плотности рассматриваемых частиц в квадратной области достаточно малой площади по заданному направлению потока в определенный момент времени в зависимости от текущих значений распределений плотности частиц в соседних областях (число которых определено заранее) и в ней самой.

Таким образом, для определения значения скорости потока и температуры в конкретный момент времени в конкретной малой области пространства не нужно знать все значения скорости во всем моделируемом пространстве, т. е. вся исходная система может быть описана как совокупность изменений достаточно малых своих частей.

Библиографический список

1. **Катаева, Л.Ю**. Постановка и проведение вычислительного эксперимента по исследованию аэро- и гидродинамических процессов в аварийных ситуациях природного и техногенного характера / Л.Ю. Катаева. – М.: РГОТУПС, 2007. – 218 с.
2. **Масленников, Д.А**. Численное моделирование динамики пожара с учетом рельефа местности и внешнего поля скоростей / Д.А. Масленников, Л.Ю. Катаева, И.Е. Белоцерковская // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21. № 12.

УДК 551.46

А.А. НАУМОВ, А.А. КУРКИН, Д. Ю. ТЮГИН

МНОГОЦЕЛЕВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПРИМЕСЕЙ В МОРСКИХ АКВАТОРИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Проблеме транспорта донных отложений и примесей уделяется большое внимание в последние годы. Это вызвано в первую очередь необходимостью изучения подобных процессов с целью их дальнейшего прогнозирования. Годы наблюдений за процессами перераспределения донных отложений привели к появлению обширной базы о самих осадках. При таком количестве имеющихся данных очень часто возникает вопрос о возможности транспорта донных осадков в конкретной области

В связи с этим, подобная задача о прогнозировании представляет особый интерес для исследований и целесообразность разработки программного комплекса по оценке транспорта донных наносов.

Программный комплекс представляет собой графическое приложение с пользовательским интерфейсом (рис. 1), содержащее вычислительное ядро. В вычислительном ядре заложен основной функционал по обработке входных данных по осадкам (плотность, характерных размер частиц и т. д.) для построения специальных карт на основе критерия Шильдза. Именно с помощью критерия Шильдза и производится анализ на основе имеющихся данных о возможности транспорта донных отложений в конкретной области.

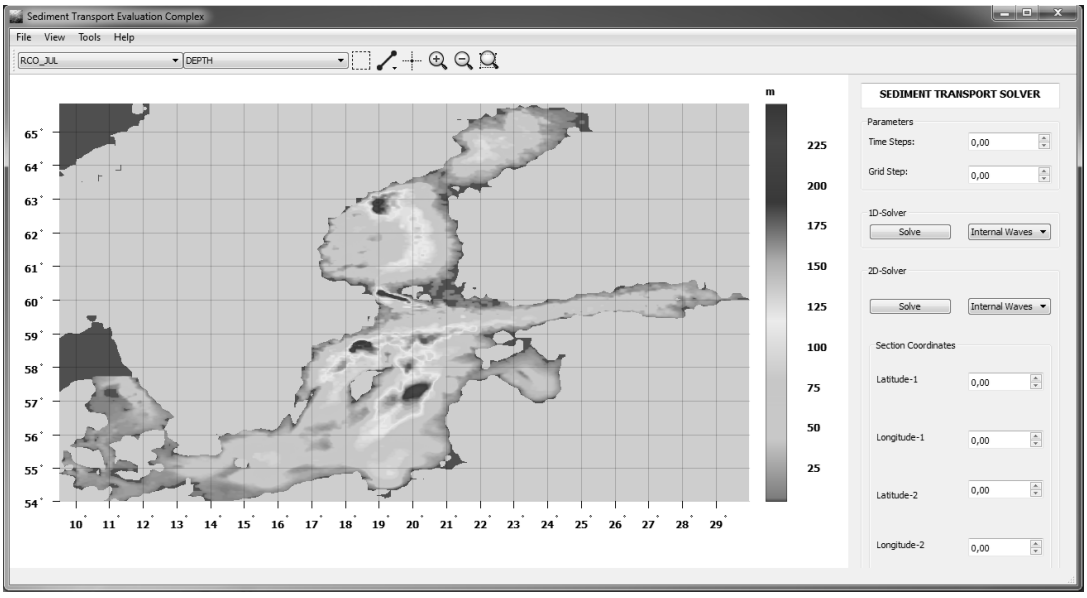


Рис. 1. Главное окно программного комплекса

УДК 532.5:629.125

Е.А. НОВИКОВА

ЗАДАЧА О КАТАМАРАНЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрим физически корректную линейную задачу о стационарном прямолинейном движении катамарана, составленного из двух одинаковых удлиненных тел, по поверхности идеальной тяжелой жидкости. Эта модель, в отличие от классической, учитывает вихревые возмущения потока в следе за телом. Краевая задача ставится в пространстве потенциала

ускорений, рассматривается случай, когда корпуса катамарана симметричны относительно диаметральной плоскости. Решение ищется в виде суммы интегральных операторов типа потенциалов простого $A\chi_i$ и двойного $A\gamma_i$ слоёв:

$$\theta = A\gamma_1 + A\chi_1 + A\gamma_2 + A\chi_2 .$$

По свойствам интегральных операторов получим систему двух интегральных уравнений:

$$N_0\overline{A_y}\gamma_1 + N_0\overline{A_y}\gamma_2 = F_{1cp}, \qquad g \in S_{P_1},$$
$$N_0\overline{A_y}\gamma_1 + N_0\overline{A_y}\gamma_2 = F_{2cp}, \; g \in S_{P_2},$$

где $N_0 = -\frac{1}{v_0}\int_\infty^x [\,]d\tau$.

Параметрическое пространство задачи: ε – параметр тонкости корпусов; C – клиренс (относительное расстояние между корпусами). Конструктивно используется малость параметров ε и C: $\varepsilon \ll 1$, $C < 1$, что позволяет применить квадрупольное вырождение фундаментальных структур. Таким образом, система сингулярных интегро-дифференциальных уравнений превращается в систему простых дифференциальных соотношений:

$$\frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2} = \frac{\varepsilon^2}{8}\chi_0(x,z),$$
$$\Phi(x,z) = \int_x^L C(\xi,z)\gamma(\xi,z)d\xi.$$

Коэффициенты гидродинамических сил - боковая сила и индуктивно-волновое сопротивление вычисляются по общим формулам соответственно:

$$C_y = \lambda\int_{S_p}\gamma(x,z,Fr)dxdz\,,\; C_{x_i} =$$
$$\lambda\int_{S_p}\gamma(x,z,\mathrm{Fr})\alpha_i(x,z)dxdz\,,$$

где α_i - угол скоса потока; Fr – число Фруда.

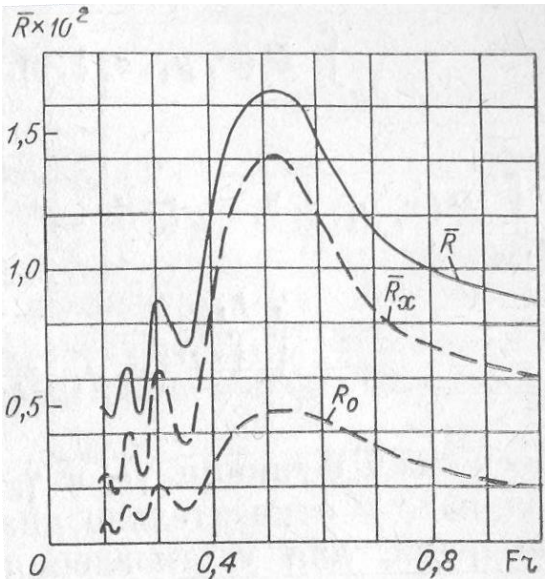


Рис. 1

Данные выражения определяют те составляющие взаимодействия катамарана с жидкостью, которые не вычисляются в классических схемах исследования задачи.

На рис. 1 показаны графики сопротивлений катамарана, корпуса которого имеют форму параболического двуугольника: R_0 – сопротивление одного корпуса; $\bar{R}_x$ – сопротивление по классической теории; $\bar{R}$ – полное индуктивно-волновое сопротивление.

УДК 614.841.42

А.В. ПОГОДИН, И.В. БЕЛЯЕВ, Н.А. РОМАНОВА, Л.Ю. КАТАЕВА

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА АЭРОДИНАМИКУ В ЛЕСНЫХ МАССИВАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Численное моделирование лесных пожаров невозможно без учета процессора аэродинамики в лесных массивах и учета собственного ветра пожара. При моделировании лесных пожаров наибольший интерес представляют двух- и трех- ярусные леса, наиболее характерные для Нижегородской области. Для изучения поведения воздушных потоков, проходящих через лесные массивы, был создан программный комплекс, показывающий изменение потока воздуха не только вблизи лесных массивов, но и в них. В результате работы создана модификация программного комплекса для изучения воздушных потоков, проходящих через лесные массивы различной плотности. Были получены результаты обтекания лесного массива прямоугольной формы для различных типов растительности. В качестве ключевых парамет-

ров выбраны плотность растительности и ее аэродинамические характеристики. В данной работе рассматриваются двухъярусные лесные массивы, имеющие различные аэродинамические характеристики. Расчёты проводились в программной среде MATLAB на основе разработанного программного комплекса «Aerodynamics woodland», позволяющей учитывать основные характеристики лесных массивов на основе математической модели, представленной в работах [1, 2]. Для расчетов используется метод крупных частиц [3]. Для расчетов с пожаром очаг определяется в начале лесного массива. Лесной массив имеет прямоугольную форму и высоту 10 м с протяжённостью в 50 м. Значения величин, характеризующих параметры растительности, взяты из известных экспериментальных данных, начальная скорость ветра для расчетов 20 м/с и 12 м/с. Получены результаты для лесной растительности с плотностью 0,589 кг/м^3, плотность в пологе леса высотой до 10 м 0,2945 кг/м^3. Рассматривалось несколько случаев возможного расположения растительности: весь слой растительности имеет постоянную плотность (два варианта); в верхнем ярусе леса расположен слой более плотной растительности, а в нижнем менее плотный; в нижнем ярусе леса расположен слой более плотной растительности, а в верхнем менее плотный. После проведения расчётов с помощью программного комплекса были построены поля скоростей для каждого случая. Показаны существенные различия в аэродинамической картине, что в свою очередь влияет и на динамику лесного пожара. Таким образом, наличие более плотного нижнего слоя, приводит к тому, что фронт пожара разделяется на две части: более медленную – нижнюю и более быструю – верхнюю. Нижний слой обладает существенно большей объёмной теплоёмкостью, вследствие чего его прогрев происходит существенно медленнее. Данный факт хорошо согласуется с известными теоретическими и экспериментальными данными по динамике пожаров.

Библиографический список

1. **Катаева, Л.Ю.** Постановка и проведение вычислительного эксперимента по исследованию аэро- и гидродинамических процессов в аварийных ситуациях природного и техногенного характера: монография / Л.Ю. Катаева. – М.: РГОТУПС, 2007. – 218 с.
2. **Катаева, Л.Ю.** Численное моделирование динамики пожара с учетом рельефа местности и внешнего поля скоростей / Л.Ю. Катаева, Д.А. Масленников, И.Е. Белоцерковская // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21. № 12. С. 49-58.
3. **Катаева, Л.Ю.** Применение метода крупных частиц для численного решения задачи зажигания жидкого топлива / Л.Ю. Катаева, М.В. Прокофьева // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 6 (14). С. 1.

УДК 551.46

А.А. РОДИН, И.И. ДИДЕНКУЛОВА

ТРАНСФОРМАЦИЯ И НАКАТ ВОЛН ОТ БЫСТРОХОДНЫХ ПАРОМОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Институт кибернетики при Таллиннском технологическом университете

Известно, что быстроходные суда, двигающиеся со скоростями, близкими к критическим (число Фруда ~ 1), вызывают волны большой амплитуды на поверхности воды. При подходе к берегу такие волны трансформируются, их передний фронт укручается, амплитуда растет, и они с силой обрушиваются на берег. Из-за высоких придонных скоростей эти волны вызывают интенсивную абразию берегов и оказывают негативное влияние на флору и фауну прибрежных вод. Такая ситуация наблюдается в разных открытых и закрытых бассейнах мира, включая Балтийское море.

Данная работа посвящена эксперименту, целью которого являлось изучение наката интенсивных судовых волн, подходящих к берегу, а также изучение эффектов трансформации таких волн в прибрежной зоне Таллиннской бухты в Балтийском море. Место проведения эксперимента (на острове Аэгна) располагалось в 2.5-3 км от траектории движения вхо-

дящих и выходящих из бухты быстроходных паромов на ветке Таллин-Хельсинки-Таллин. Время проведения эксперимента: с 29 июня по 7 июля 2013 года. Исследование основано на экспериментальных данных колебаний уровня моря и наката корабельных волн на берег, собранных во время эксперимента. Измерения наката проводились вручную (при помощи линейки, расположенной вдоль берегового профиля) и фиксировались с помощью нескольких видеокамер. Колебания водной поверхности записывались двумя ультразвуковыми эхолотами LOG_aLevel®(General Acoustics). Оба эхолота имели частоту записи 5 Гц и были установлены на расстоянии 20 м и 100 м от берега. С помощью полученных данных оказалось возможным провести детальный анализ трансформации и наката на берег как отдельных волн, так и корабельного волнового пакета в целом.

Наиболее разрушительным воздействием на побережье обладали волновые пакеты от наиболее быстрых паромов (Star, SuperStar и Viking XPRS). Типичный волновой пакет от таких паромов содержал от 6 до 10 длинных волн большой амплитуды с периодом около 10 с. При этом характерная форма этих волн менялась при движении от одного эхолота к другому. Основная группа волн сдвигалась в сторону положительных амплитуд и становилась более асимметричной как с точки зрения вертикальной, так и горизонтальной асимметрии. Горбы стали более острыми и короткими, а ложбины - более пологими и длинными. Высота наката тоже в основном коррелировала с высотой подходящих к берегу волн с той лишь разницей, что самые высокие волны, как правило, обрушались, и их высота наката уменьшалась.

Работа выполнена при поддержке гранта президента МК-1146.2014.5 и гранта ETF 8870.

УДК 551.46

Д.Ю. СМИРНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРУШЕНИЯ УЕДИНЕННЫХ ВНУТРЕННИХ ВОЛН В ТРЕХСЛОЙНОЙ СРЕДЕ С ПОМОЩЬЮ ПОЛНОНЕЛИНЕЙНОЙ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Внутренние волны большой амплитуды наблюдаются в большом количестве регионов Мирового океана, особенно в прибрежных водах, в основном как солитоноподобные волны, и зачастую приводят к существенным размывам дна, что является опасным для нефтегазовых платформ и труб. Часто эти волны распространяются в виде солитоноподобных волн.

Исследование солитонов внутренних волн большой амплитуды требует адекватных моделей. В настоящее время развиты как асимптотические численные модели, основывающиеся на эволюционных уравнениях типа расширенного Кортевега – де Вриза (уравнение Гарднера), так и численные модели высшего уровня, базирующиеся на основных уравнениях гидродинамики (уравнения Эйлера) для стратифицированной жидкости. Преимуществами слабонелинейных моделей является относительная простота уравнений, малое число параметров, что позволяет проводить качественный анализ их трансформации над неоднородным дном. Модели высшего уровня разрабатываются последние тридцать лет, и их развитие идет вместе с развитием компьютерной базы. Сейчас уже возможно трехмерное моделирование внутренних волн, но еще в достаточно ограниченных акваториях. Однако, как уже отмечалось, определить оптимальные условия распространения солитонов внутренних волн можно только на основе более примитивных моделей, равно как и задать их форму в аналитическом виде.

В настоящее время наиболее полным комплексом моделей, позволяющих рассчитывать волновые движения в океане, в том числе и внутренние волны, является комплекс MIT(Массачусетского технологического института, США), который находится в свободном доступе и установлен на компьютерах кафедры Прикладной математики Нижегородского государственного технического университета. Сейчас, нами в рамках этой модели исследуется трансформация солитона отрицательной полярности в трехслойном потоке над наклонным дном до его обрушения.

СЕКЦИЯ 13

НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО УЧАЩИХСЯ

УДК 53.05

Я.С. АНТОНОВА, Н.В. ЯМУШЕВ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА

МБОУ СОШ №30

Одной из важнейших проблем устойчивого развития человеческой цивилизации является проблема защиты окружающей среды. Для её решения необходимо создание устойчивой системы, которая будет контролировать состояние этой среды, определять источники, факторы и степень техногенного воздействия на неё, находить элементы биосферы, наиболее подверженные воздействию. В связи с этим главной системой отслеживания качества окружающей среды становится экологический мониторинг – «система регулярных, длительных наблюдений в пространстве и во времени, дающая информацию о состоянии окружающей среды с целью оценки прошлого, настоящего и прогнозов на будущее параметров окружающей среды, имеющих значение для человека». Одной из составляющих этой системы является радиационный мониторинг окружающей среды. В условиях значительного радиоактивного загрязнения территорий земного шара, вызванного авариями на ядерных объектах и использованием ядерных технологий в военных целях, развитие организации и проведения радиационного мониторинга остается очень актуальным. Нельзя не отметить и участившиеся в связи с недавними событиями (авария на АЭС Фукусима-1) случаи обострения радиофобии. Поэтому при выполнении данной работы была поставлена цель – провести экомониторинг определенных районов и объектов Нижнего Новгорода, где радиационный фон должен быть заведомо ниже/выше среднего, и на основе полученных данных сделать выводы о путях преодоления страха перед радиацией.

Значения, полученные на дозиметре ИРД (мкЗв/ч)						Сред. значение (мкЗв/ч)	
1	0,12	0,11	0,13	0,08	0,09	0,106	Станция метро Горьковская
2	0,18	0,19	0,22	0,21	0,18	0,196	
3	0,17	0,16	0,19	0,15	0,16	0,166	
1	0,21	0,2	0,24	0,27	0,25	0,234	Станция метро Московская
2	0,3	0,31	0,3	0,33	0,35	0,318	
3	0,29	0,33	0,28	0,31	0,3	0,302	
1	0,1	0,11	0,1	0,09	0,08	0,096	Станция метро Буревестник
2	0,12	0,1	0,13	0,12	0,11	0,116	
3	0,14	0,11	0,1	0,12	0,11	0,116	
1	0,04	0,07	0,06	0,06	0,05	0,056	Канатная дорога

По официальным данным Роспотребнадзора, радиационный фон в Нижнем Новгороде в среднем составил 0,1 мкЗв/ч. Превышение данных в таблицах можно объяснить следующим образом:

1. Пол и стены на станциях метро Горьковская и Московская выполнены из гранита и мрамора.

2. Также на фон под землей влияет близкая расположенность естественных источников излучения, залегающих в земле.

3. Пониженный фон, полученный на канатной дороге, обусловливается отсутствием естественных источников под измеряемой поверхностью. Учитывается только космическое излучение.

В результате следует отметить, что радиация есть везде. Но в метро показатель радиационного фона чуть выше среднего значения. Многие люди не знают об этих фактах. Тем не менее, ничего опасного в этом нет, нельзя допускать радиофобии. Итак, подводя итоги, можно сделать вывод, что средний радиационный фон в городе невысок. А радиофобия – это неоправданный страх. Преодоление радиофобии возможно за счет увеличения экологической грамотности населения.

УДК 796

Т.С. ДЕНИСОВА, Н.А. ТИШКИНА

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФИЛАКТИКЕ ВРЕДНЫХ ПРИВЫЧЕК

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

Происходящие в настоящее время социально-экономические и политические изменения и глубокие обновления различных сторон общественной жизни выдвинули принципиально новые требования к образованию. Переход на новую систему обучения подразумевает качественную направленность в подготовке специалиста новой формации, обладающего высокой культурой, способного приобретать новые знания и реализовывать здоровье сберегающее обучение.

Анализ мировых социокультурных и образовательных тенденций свидетельствует о том, что различные аспекты поведения человека в отношении своего здоровья и физической кондиции в последнее десятилетие стали объектом пристального внимания общества и предметом научных, в том числе междисциплинарных исследований.

Приоритетная задача современной российской образовательной политики - создание условий для высокого качества образовательного процесса на основе сохранения его фундаментальности и соответствия перспективным потребностям личности, общества и государства. Решение важнейшей социальной задачи формирования основ здорового образа жизни, устойчивых здоровых привычек, а также сознательного отношения к собственному здоровью и физической подготовленности должно осуществляться за счет новых подходов в системе физкультурного образования (Комков А.Г., Кириллова Е.Г., 2002).

В настоящее время общее беспокойство вызывает пагубная привычка к употреблению наркотических веществ, что пагубно сказывается не только на здоровье учащейся молодежи, но и на семье и обществе в целом. По мнению аналитиков, состояние здоровья российских граждан уже представляет реальную угрозу национальной безопасности. Если не предпринять мер по изменению ситуации, это может иметь тяжелые последствия для страны.

Последовательность изучения того, как формируется психофизиологическая зависимость, позволяет понять всю неоднозначность проблемы наркомании и алкоголизма среди студентов. Следует отметить широкую распространенность в нашей стране таких вредных привычек, как табакокурение, пьянство, токсикомания, растет употребление наркотиков среди студенческой молодежи.

Одним из важнейших слагаемых здоровья и здорового образа жизни являются систематические занятия физической культурой и спортом. Их роль состоит не только в непосред-

ственном влиянии на организм занимающихся (нормализация физического развития, становление форм и функций организма, закаливание и т.д.), но и воспитание ценностных ориентаций на здоровье, формирование умений самостоятельно заниматься физическими упражнениями, использовать их в целях досуга, отдыха, самосовершенствования.

Из изложенного можно сделать вывод о том, что в современных условиях возросла роль спортивно-массовых мероприятий в решении таких социальных проблем, как наркомания, табакокурение, алкоголизм, а главное – сохранение и укрепление здоровья генофонда.

УДК 621.31

М.А. ДУБКОВА

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ

МБОУ СОШ Лицей №87 им. Л.И. Новиковой

Развитие современной энергетики промышленных объектов направлено на увеличение потребления электрической энергии, поэтому передача электроэнергии с наименьшими потерями является первостепенной задачей.

Исследование свойств различных проводников при прохождении через них электрического тока поможет выявить наиболее оптимальные способы передачи энергии, как в промышленности, так и в бытовой сфере

На сегодняшний день наиболее популярны провода и кабели с алюминиевыми жилами. Главной причиной этому является дефицит медных проводов и более высокая стоимость медного провода по сравнению с алюминиевым.

Алюминий – прекрасный материал: легкий, дешевый, обладает вполне приличной электропроводимостью, хорошо отдает тепло химически стоек. Однако есть несколько «но». Алюминиевый провод не может быть гибким. Вспомните, как хорошо переламывается проволока из этого материала, если перегнуть несколько раз. Вывод простой – такие провода используют только в стационарных установках и там, где нет острых углов поворотов кабеля при прокладке.

Алюминий окисляется на воздухе. Оксид алюминия – тугоплавкая пленка темного цвета, образующаяся на поверхности металла являющаяся диэлектриком. Температура ее плавления составляет около 2000^{o} по Цельсию. Пленка хорошо проводит электрический ток, а это негативно сказывается на создании хорошего контакта. По сравнению с медью его проводимость ниже на 32%. Но, если учитывать проводимость на единицу массы, то она выше в два раза, чем у меди. Это обусловлено его малой плотностью.

Достоинства меди: проводимость выше, чем у алюминия, гибкость, не образует оксидной пленки. От гибкости зависит толщина жилы. Медные провода проще соединять с различной электрической арматурой (выключателями, розетками) и крепить к автоматике, устройствам защиты, а также соединять между собой. Алюминиевые проводники не могут быть тоньше 2,5 мм^2, а из меди можно изготавливать жилы толщиной 0,3 мм^2 .

Недостатки меди – дороговизна, высокая плотность, а следовательно, и вес, невозможность прямого соединения с алюминиевыми жилами.

Анализ показывает:

1. Алюминий обладает лучшей проводимостью, чем медь (в полтора раза).
2. Медь тяжелее алюминия.
3. Медь на много гибче алюминия, что повышает прочностные свойства линий электропередач.
4. В отличие от алюминия окисление меди происходит за более длительный период.
5. Цена алюминия намного ниже, чем меди.
6. При одинаковых геометрических размерах проводников из меди и алюминия

вольт-амперные характеристики меди более высокие, т.е. прохождение электрического тока в ней происходит более эффективно.

7. Для использования в бытовых и промышленных целях более качественным является проводник из меди, а не из алюминия.

УДК 621.317.08

В.В. ПЕТРОВ, А.А. РЯБОВ

РАЗРАБОТКА ХАРАКТЕРИОГРАФА НА БАЗЕ СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ LABVIEW

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для эффективного и быстрого расчета электрических схем применяют системы автоматизированного проектирования, где используют идеализированные модели компонентов. В силу отличия характеристик реальных компонентов от идеала, разработанное устройство может работать некорректно. Особенно это касается полупроводниковых устройств, характеризующихся большим разбросом параметров.

Из изложенного следует, что одной из важнейших задач в исследовании, разработке, производстве и применении полупроводниковых приборов является получение для них реальных характеристик и экстракция из них электрофизических параметров для использования их в процессе моделирования схем.

Целью работы является построение характериографа для экспериментального получения характеристик (входных, выходных) полупроводниковых приборов. Характериограф построен на базе универсального модуля с USB интерфейсом, содержащий АЦП, ШИМ контроллер, цифровые входы - выходы. Для реализации поставленной цели дополнительно к модулю разрабатывается адаптер, реализующий конкретную схему измерений. Разработка подразумевает также создание программ в средах программирования LabVIEW (для ПК) и CodeVisionAVR (для модуля), причем, основная функциональность характериографа реализуется программными средствами. Преимуществами такого подхода являются: простота аппаратной реализации, легкая модифицируемость, малые затраты на разработку и изготовление.

В состав адаптера входит фильтр низких частот, формирующий из импульсного сигнала ШИМ контроллера постоянное напряжение, подаваемое на исследуемый прибор. Ток через прибор измеряется с помощью резистивного датчика. Напряжение на объекте измерения и сигнал датчика тока поступают на АЦП универсального модуля. Массив данных, полученных при различных значениях тестирующего напряжения, передается по USB интерфейсу в ПК, где реализована обработка информации и интерфейс системы, обеспечивающий управление процессом измерения, вывод графика ВАХ, маркерные измерения.

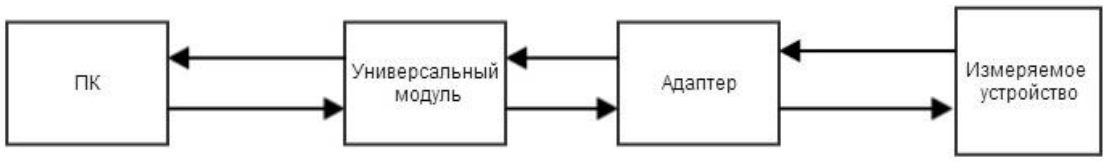


Рис. 1. Структурная схема характериографа

Разрабатываемый характериограф предназначен для анализа таких типов приборов, как полупроводниковый диод, стабилитрон, резистор и другие двухполюсники, у которых зависимость тока от напряжения однозначна. Однако наличие второго канала ШИМ позволяет, внеся незначительные изменения в схему адаптера, и заменив программу обработки, получать характеристики усилительных приборов, таких, как биполярные и полевые транзисторы.

УДК 338.01

Е.В. СУЛОЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Цель исследованья: Провести анализ экономических терминов, выявить идентичные определения в области инновационной деятельности и рассмотреть встречающиеся различия изучаемых терминов и понятий.

Предмет исследования: предметом исследования является экономические термины и понятия. Данные термины были взяты из толковых словарей экономических терминов:

1. Толковый словарь экономических терминов В. Коноплицкий и А. Филиной.
2. Толковый словарь экономических терминов и понятий Е. Я. Россик.
3. Словарь по антикризисному управлению – Г.Б. Юн и т.д. И опираясь на словари и статьи в энциклопедиях, были сделаны выводы.

Сегодняшние дни – это время становления новой модели экономики, появление в связи с этим новых профессий. Слово «рынок», прозвучавшее на первых съездах народных депутатов, символизировала этот поворот в экономическом развитии. За ним последовала целая волна новых «экономических» слов – хронологических маркеров происходящих перемен. Большая часть ключевых экономических терминов оказались «на слуху» у значительной части общества. В экономических словарях даются масса определений этих слов. Но не многие обращали внимание, что в разных экономических словарях, автор дает свое толкование. Каждый автор понимает по-своему значение слова. В этих условиях не могло не возникнуть повышенного внимания к активно формирующейся экономической терминосистемы, что обусловливает, как кажется, актуальность избранной темы.

Актуальность данной тематики обусловлена, подробным всесторонним изучением структуры терминологической единицы. Например:

1. Методы анализа - аналитический аппарат исследования экономических процессов. В зависимости от степени глубины исследования взаимосвязей микро- и макроэкономики применяют различные методы, способы, приемы. (Толковый словарь экономических терминов А. Филина).

2. Метод анализа - исследование экономических процессов путем использования нормативных, балансовых, структурных, индексных и системных методов анализа с моделированием имеющихся взаимосвязей как внутри, так и вне системы.(Толковый словарь экономических терминов Е. Я России)

3. Метод анализа - предполагает использование специальных приемов и способов аналитической обработки цифровой информации. Совокупность приемов и способов, которые применяются при изучении хозяйственных процессов.

Во всех определениях видно, что все авторы дают один смысл, что метод анализа - это исследование экономических процессов в целом. Но каждый автор дает разные «области» изучения методов анализа.

В работе, определения из разных областей проанализированы в виде таблицы. Проведен анализ определений и индивидуальность каждого из терминов.

Результаты исследования могут использоваться: при изучении культуры речи в экономическом аспекте (для сравнения определенных терминов), при изучении экономической теории, макро- и микро- экономике, получение новых знаний в области экономики.

УДК 629.113

А.О. ЧУВИЛИН, А.Л. КУЛАГИН, К.О. ГОНЧАРОВ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОСТРАНСТВЕННОМУ КАРКАСУ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА FORMULA STUDENT

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Лицей №38, Нижний Новгород

Одним из основных эксплуатационных требований к пространственному каркасу безопасности спортивного автомобиля является коррозионная стойкость металлических элементов, склонных к окислению. Коррозия - явление самопроизвольного разрушения металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой (рис. 1).



Рис. 1. Эффект коррозии на металлических конструкциях

Существуют следующие основные виды коррозии: химическая, электрохимическая, газовая и атмосферная. Основной проблемой стальных труб и сварных соединений рамы автомобиля является химическая и электрохимическая коррозия. Коррозийная стойкость напрямую влияет на долговечность и безопасность трубчатого каркаса, следовательно, на стадии технологической сборки необходимо придать раме как можно большую стойкость к коррозии.

Для этого необходимо провести антикоррозийную обработку всех участков рамы, а также сварных соединений с помощью специальной антикоррозионных веществ. В качестве веществ, способных защитить металл от окисления, применяются грунтовка, антигравий, мовиль. Такой антикоррозийный слой необходимо регулярно обновлять и поддерживать в хорошем состоянии. Для изначального повышения коррозийной стойкости стальных труб используется легирование.

Сварные соединения элементов рамы – важный аспект при проектировании и создании рамы. Качество сварных швов влияет на жесткость рамы и определяет ее эксплуатационную надежность и безопасность. На сварные соединения действуют различные нагрузки, которые должны быть учтены при проектировании. В соответствии с этим выбираются оптимальные типы соединений.

Качественная сварка деталей невозможна без специальной подготовки. При подготовке каркасных элементов происходит создание необходимых чертежей и описание технологических операций, так как механическая обработка элементов каркаса безопасности включает значительное количество различных по сложности и трудоемкости операций. Первоначально на поверхность трубчатого элемента на участке сопряжения двух и более элементов, наносится разметка. Затем один из элементов подвергается механической обработке на фрезерном и токарном оборудовании согласно инженерной документации и в соответствии с конструкцией каркаса и расположением смежных элементов.

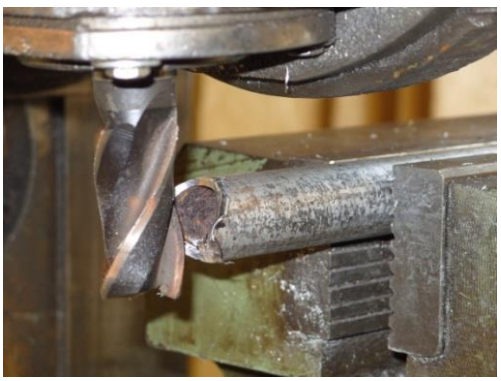


Рис. 2. Механическая обработка элементов каркаса безопасности

Заключительным этапом подготовки элемента к сварке является его очистка и удаление внешних включений с помощью нагрева, механического воздействия, растворителей. После завершения механообработки и сварки собранная конструкция покрывается антикоррозийным составом.

СЕКЦИЯ 14

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ (УМНИК)

УДК 377.1

Р.Ф. АХМИТОВА

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО КУРСА ПО РОБОТОТЕХНИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире высокоразвитых технологий у любого человека, в том числе и ребенка, под рукой есть гаджеты. Взрослые люди используют свои смартфоны и планшеты для работы, хобби или поиска полезной информации, а детей привлекают игры и красочные приложения. Между тем интерес к образованию, особенно техническому, у детей снижается. Это серьезная проблема, но ее можно решить, например, путем внедрения интерактивного образования в классическое.

Многие компании уже используют эту тенденцию в своих целях. Например, Lego создали наборы обучающие робототехнике, туда включены комплектующие и учебный курс. Чтобы собрать робота нужно скачать инструкции и приложение на любое имеющееся под рукой устройство.

Минус Lego состоит в том, что они имеют однообразный набор деталей и ограниченную функциональность. А это подразумевает собой, что у ребенка остается мало возможности пофантазировать. Более того, наборы Lego можно использовать только в качестве образовательных курсов, так как разрабатываемые технические решения на данной основе лишены возможности выйти в серию и привлечь инвестиции.

Наш проект – Robots Icluded представляет собой качественно новый образовательный продукт и призван решить, так же, как и Lego, проблему интереса современных школьников и студентов к техническому образованию, в частности, к робототехнике.

Но Robots Included ориентирован, прежде всего, на тех, кто хочет разбираться в процессе создания робота, и может создать свою уникальную модель, которая бы получила распространение и принесла пользу, как своему создателю, так и другим людям. Комплектующие необходимые нашим роботам - любые доступные материалы. Фантазия юного робототехника не ограничена ничем. Если робот сломается, ребенок не только сможет объяснить причину, но и легко найдет замену испорченной детали. И ему для этого не нужно будет покупать новый набор.

Главная техническая сложность, с которой мы столкнулись в рамках нашего исследования – это разработка приложения, включающего в себя технологии дополненной реальности, в частности, живые 3d метки. Метки можно вращать, наклонять и перемещать в реальном пространстве в любом направлении, и все 3D модели на экране будут в точности повторять перемещения метки перед камерой. Эта технология позволила бы нашему проекту стать более доступным для понимания, и, безусловно, привлекла бы внимание детей возможностью погрузиться в мир трехмерного пространства, изучить его и понять. Ведь именно понимание ребенком тех или иных вещей из области программирования, техники и инновационных разработок – наша главная цель.

УДК 620.1

Д.С. БРАГИН, И.А. ПЛАТОНОВ, А.В. ПЛАТОНОВ

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО НА АКУСТИЧЕСКОМ СПОСОБЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ СТРУКТУРЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СКРЫТЫХ ДЕФЕКТОВ ЛЕГКОСПЛАВНЫХ ДИСКОВ КОЛЕС

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

В мировой практике нет единого мнения в части способов и методов правки дисков колесного транспорта, а также контроля состояния целостности материала дисков в зоне подвергшейся правке.

Ремонт (правка) дисков колесного транспорта, получивших различного рода деформации в процессе эксплуатации, в последние годы находит широкое распространение. Если в малых городах (до 50–100 тыс. чел.) участков по ремонту дисков насчитывается в среднем до десяти, то в крупных городах их до десятков сотен. В столице, наряду с мелкими участками, организован «Центр правки дисков» из восьми специализированных предприятий. Это свидетельствует об актуальности исследования в части совершенствования технологии ремонта деформированных дисков.

Как показывают исследования и наш опыт по правке дисков, актуальной проблемой является контроль целостности легкосплавных дисков, поступающих на ремонт и после ремонта.

Анализ существующих физических методов диагностирования внутреннего состояния (структуры, наличие микротрещин, поры и др.) показал следующее. Наиболее эффективным, на наш взгляд, методом неразрушающего контроля является радиационный. Безопасность труда при радиационной дефектоскопии должна отвечать сложному комплексу требований. Это, наряду с высокой стоимостью оборудования, является причиной невозможности использования способа в небольших ремонтных мастерских.

Наиболее предпочтительным для нашего случая, по сравнению с радиационным, являются акустические методы неразрушающего контроля, разделяющиеся, в свою очередь, на метод прошедшего излучения, метод отраженного излучения (эхо-метод), резонансный, импедансный, свободных колебаний и акустико-эмиссионный. Приборы, реализующие каждый из этих методов, выпускаются отечественными и зарубежными предприятиями. Их стоимость также достаточно высока.

Целью нашей работы является разработка диагностического устройства для обнаружений скрытых дефектов легкосплавных дисков колес, принцип действия которых основан на разности величин давления звука, проходящего через объем целого и с наличием микротрещин диска. Предполагается проведение исследований в изготовленных своими силами акустических камерах.

Будут проводиться исследования в части выбора формы акустической камеры и способа размещения в ней исследуемого диска. В частности, первым вариантом камеры, которая в настоящее время изготавливается, будет смонтированная непосредственно на стенде для правки дисков камера, шарнирно закрепленная на столе стенда. Для проведения контроля целостности диска камера «накрывает» рабочее пространство стенда. Предстоит выбрать наиболее «бесшумный» звукозащитный слой. Также следует выбрать источник звука, подобрать приемник звука и способ оценки величины звукового давления.

Предварительные оценки показывают, что в случае решения вопроса в части контроля целостности диска при проведении его ремонта, такое оборудование будет доступно по цене для потребителя.

УДК 621.3

С.В. БУШУЕВА, А.С. ПЛЕХОВ

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СХЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО НАГРУЖАЮЩЕГО СТЕНДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Испытательные нагружающие стенды механических систем требуют не только регулирования скорости вращения и момента нагрузки в динамике, но и рекуперации энергии в целях ее экономии. Эти специализированные электроприводы, несомненно, являются объектами энергосбережения. Авторами разработана схема комплексного электропривода стенда для исследования коробок отбора мощности в лаборатории Института транспортных систем (рис. 1). Электрические машины 4ПН280S имеют мощность по 110 кВт каждая при номинальном напряжении 220 В. Преобразователи ТП-500/460 (3 и 4) характеризуются номинальным выпрямленным напряжением 460 В. Эти обстоятельства обусловливают потери из-за реактивных токов не менее 15% от установленной мощности электрических машин, которые покрываются дизель-генератором. Последний при мощности 150 кВА способен обеспечить менее 40 кВАр реактивной мощности, потребляемой преобразователями, что недостаточно для рассматриваемого комплекса. Только применение компенсационных выпрямителей может разрешить указанную проблему.

В процессе запуска и наладки стенда в его схеме был использован компенсационный выпрямитель в цепи постоянного тока двигателя. В цепи постоянного тока генератора применен прерыватель постоянного тока. Это вызвано необходимостью получать тормозной момент на выходном валу испытуемой коробки передач посредством работы генератора на инвертор, ведомый сетью, при малой угловой скорости.

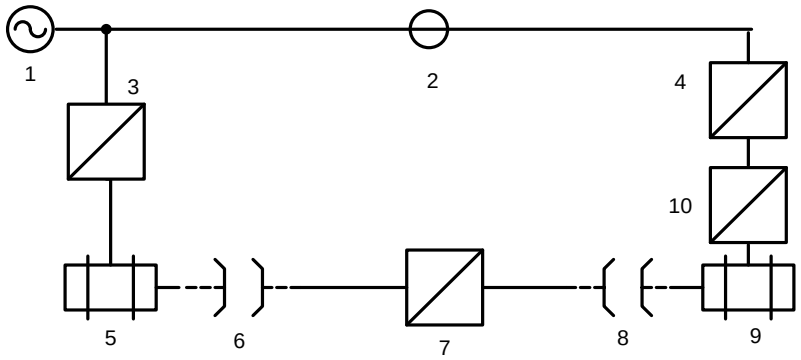


Рис. 1. Усовершенствованная схема энергосберегающего узла электроприводов испытательного нагружающего стенда:
1 – дизель-генератор; *2* – соединительный кабель; *3* – активный компенсационный выпрямитель; *4* – управляемый инвертор, ведомый сетью; *5* – двигатель постоянного тока; *6, 8* – комплексные устройства измерения момента и угловой скорости; *7* – нагружаемый комплекс испытуемых коробок передач; *9* – нагружающий двигатель-генератор постоянного тока; *10* – прерыватель постоянного тока

Стенд позволяет получить максимальный момент 700 Нм при угловой скорости 1500 об./мин. Максимальная скорость приводного двигателя 2600 об./мин. Характеристики, получаемые на стенде, позволяют изучать как зависимости угловой скорости входного вала исследуемого механизма и момента на валу двигателя, так и зависимости угловой скорости на выходном валу коробки передач и момента на ее выходном валу.

В настоящее время авторы работают над энергосберегающей системой стендовых электроприводов переменного тока, обладающих рядом преимуществ над используемыми. Приводятся экономические расчеты эффективности инновации.

УДК 665.6

А.В. ВИШНЯКОВ, Л. А.БЕРДНИКОВ

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНЫХ МАСЕЛ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е.Алексеева

В процессе старения масла эффективность его способностей снижается, его эксплуатационные свойства ухудшаются. Основными характеристиками масел, влияющими на изменение эксплуатационных свойств в зависимости от пробега и условий эксплуатации, являются: содержание нерастворимых осадков и воды, кислотность, условная вязкость, индекс вязкости, плотность, температура вспышки, определяемая в открытом тигле.

Загрязнение масла в двигателе происходит постоянно, что вызывает повышенный износ и преждевременный выход из строя трущихся деталей. От чистоты моторного масла зависят ресурс надежность ДВС, его мощность и экологические показатели. Загрязняющие примеси делятся на две группы: органические(продукты сгорания топлива) и неорганические(пыль, продукты износа двигателя). Вода и механические примеси вызывают повышенный износ двигателя, ускоряют окисление масла, увеличивают расход его и топлива. Наличие воды в масле значительно влияет на его антифрикционные свойства, снижает топливную экономичность двигателя.

Кислотное число является показателем, характеризующим наличие в моторных маслах продуктов окисления. Чем меньше его абсолютное значение, тем лучше условия работы масла в двигателе и тем больше его остаточный ресурс. Величина кислотного числа масла численно будет равна количеству едкого калия (КОН), необходимого для нейтрализации кислоты, содержащейся в 1 г масла, выражается в мг КОН.

Индекс вязкости – показатель (безразмерная величина), который характеризует зависимость вязкости масла от изменения температуры. Чем выше индекс вязкости моторного масла, тем в более широком температурном диапазоне масло обеспечивает работоспособность двигателя. Для минеральных масел без вязкостных присадок индекс вязкости составляет 85-100, масла с вязкостными присадками и синтетические масла-компоненты могут иметь индекс вязкости 120-150. Вязкость масла меняется в зависимости от его температуры, а плотность зависит от группового химического состава. Плотность работавших масел связана с их загрязненностью.

Температура вспышки связана с фракционным составом масла и структурой молекул базовых компонентов. Этот показатель характеризует наличие в масле легкокипящих фракций, и соответственно связан с испаряемостью масла в процессе эксплуатации.

Для определения каждого из показателей существует определенная методика, исследования в которой проводятся в соответствии с ГОСТ.

Сущность метода определения нерастворимых осадков по ГОСТ 20864-75 заключается в растворении испытуемого масла в растворителе, содержащем коагулянт, центрифугировании полученного раствора и определении массы выделившегося осадка.

Сущность метода определения воды по ГОСТ 26378.1-84 заключается в определении теплового эффекта реакции гидратации сернокислой меди с водой, содержащейся в отработанном нефтепродукте.

Сущность метода определения механических примесей, согласно ГОСТ 6370-83, заключается в фильтровании испытуемых продуктов с предварительным растворением медленно фильтрующихся продуктов в бензине или толуоле, промывании осадка на фильтре растворителем с последующим высушиванием и взвешиванием. Кислотное число моторного масла определяется согласно ГОСТ 5985-79.

УДК 544.6:546.05:546.181.1

И.В. ВОРОТЫНЦЕВ, А.В. МИШИН

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТОГО ФОСФИНА ДЛЯ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Фосфин является востребованным материалом в микроэлектронной промышленности, использующимся для создания полупроводниковых структур типа $A^{III}B^{V}$, а также в качестве легирующей добавки. Транспортировка и хранение фосфина требует повышенных мер безопасности, так как фосфин является пожаро-взрывоопасным и токсичным веществом, относящимся к первому 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 также существенно меньшее количество токсичных отходов. Применение электрохимического метода в сочетании с энергоэффективной очисткой методом мембранного газоразделения является основой для создания портативного источника фосфина (генератор), требуемого класса чистоты, использование которого позволит реализовать технологию применения фосфина в точке использования и отказаться от его транспортировки и хранения.

Использование ультразвука при электрохимическом методе получения вызывает интенсивное перемешивание и отвод фосфидов из прикатодного пространства, которые подвергаются преимущественно гидрированию. При этом на катоде не наблюдаются отложения и процесс стабилен во времени. Плотность тока вырастает в пять раз (до одного А/см^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.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, соглашение № 14.B37.21.0836 от 31.08.2012 г. и гранта Президента Российской Федерации, договор № 14.124.13.5783-МД от 04.02.2013 г.

УДК 669:546.562

Т.Б. ГАГАРИНА, Н.В. КСАНДРОВ

УТИЛИЗАЦИЯ ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время все более актуальной становится проблема ресурсосбережения, создания малоотходных технологий и комплексной переработки сырья. Это вызвано тем, что потребности промышленности в сырье уже не могут удовлетворяться только за счет интенсивного использования природного потенциала. Проблема переработки отвальных шлаков

(неизбежный отход пирометаллургической промышленности) и извлечение из них металлических компонентов с последующим использованием их в качестве вторичного сырья важна потому, что металл, полученный из металлургического шлака, дешевле металла, полученного из руды в результате ряда технологических переделов. После извлечения металлов из шлака, последний может быть полезно утилизирован. А так как часть шлака продолжает уходить в отвалы, занимая тысячи гектаров земли для захоронения, расположенные в городской черте они нарушают ландшафт территорий, для размещения отвалов отчуждаются земельные угодья, вследствие протекания процессов естественного выщелачивания и выветривания ухудшается экологическая обстановка региона, кроме того, размещение отходов – дорогостоящий процесс. Учитывая многотоннажность металлургических производств, ежегодно складируется порядка ста миллионов тонн отходов, что в денежном эквиваленте соответствует десяткам миллиардам рублей при наличии полного пакета сопроводительных документов, в противном случае эта цифра возрастает в пять раз. Поэтому основной задачей является вовлечение шлаков цветной металлургии в хозяйственное производство, что предполагает внедрение технологий, направленных на ресурсосбережение и утилизацию отходов.

Шлаки являются одним из наиболее ценных вторичных материальных ресурсов. Цинк из шлаков из-за его экономической ценности и для предотвращения разрушения футеровки аппаратуры, используемой на дальнейших этапах утилизации шлаков, следует извлекать на первой стадии переработки. Опытным путем нами было установлено, что цветные металлы, такие как цинк и медь, можно извлекать из отходов металлургического производства аммиачно-аммонийным экстрагированием, данный метод является наиболее эффективным и менее дорогостоящим, степени извлечения металлов достигают 98% по цинку и 96% по меди. Полученный медно-цинковый концентрат может быть использован в промышленности. Данный продукт является дорогостоящим, так как ежегодно цены на природные ресурсы возрастают, в результате их истощения, стоимость тонны данного концентрата достигает пятидесяти тысяч рублей. Полученный в лабораторных условиях концентрат (по содержанию цинка и меди) оценивается в сорок тысяч рублей, что делает возможным внедрение данной технологии в производство для получения прибыли. Учитывая специфику проведения экстракции, данный метод является уникальным, так как процесс – замкнутый, используемые хлорид аммонии и аммиак, возвращаются на первую стадию после их отгонки. Тем самым процесс аммиачно-аммонийного экстрагирования цветных металлов из шлаков техногенного производства является реутилизационным.

Обедненный шлак по цинку и меди представляет собой сырье для строительной промышленности (производства строительных материалов, в качестве добавок при производстве цемента, заполнителей для бетонов, насыпки дорог, в производстве кирпича и т.д.).

В настоящее время переработка вторичного сырья является важным источником производства ряда цветных металлов, тем самым данная технология является альтернативным решением загрязнению окружающей среды.

УДК 534.1

Н.Н. ДЕНЦОВ

ИННОВАЦИОННАЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА НА МНОГОКРАТНОМ КОМБИНАЦИОННОМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ РЕЗОНАНСЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В настоящее время широкое применение в различных отраслях промышленности получили вибрационные транспортно-технологические машины (ВТТМ), которые выполняют операции транспортирования и одновременной обработки сыпучих грузов. Подавляющее большинство ВТТМ работают в режиме вынужденных колебаний с зарезонансной настрой-

кой. Резонансные режимы работы машин, являющиеся энергетически наиболее эффективными, практически нереализуемы из-за их низкой стабильности при обычном резонансе вынужденных колебаний. Положительные результаты по стабилизации резонансного режима удалось получить на основе использования комбинационного параметрического резонанса.

ВТТМ включает в себя рабочий орган, соединенный упругой связью со средством для сообщения резонансных однонаправленных колебаний, и амортизаторы малой жесткости. Средство для сообщения колебаний выполнено в виде смонтированных на реактивной части машины пары одинаковых параметрических вибровозбудителей. Основным узлом параметрического вибровозбудителя является роторно-маятниковая система. Совместное применение двух одинаковых параметрических вибровозбудителей, вращающихся в противоположных направлениях позволяет исключить «паразитные» колебания и увеличить амплитуду однонаправленных колебаний рабочего органа.

Рабочий орган синхронизирует качания маятников вибровозбудителей так, что их центры масс обращаются вокруг осей вращения роторов с одинаковой частотой. В результате одновременно реализуется самосинхронизация колеблющихся тел типа маятников и вращающихся тел типа неуравновешенных роторов. Согласованная работа вибровозбудителей достигается самой системой без вмешательства извне и проявляется как результат процесса её самосинхронизации и самоорганизации.

Динамика ВТТМ описывается нелинейными дифференциальными уравнениями с периодическими коэффициентами. Стационарные режимы резонансных колебаний исследуются на основе метода усреднения. Приводятся амплитудно-частотные характеристики машины. При настройке $\omega = \lambda_1 + \lambda_2$ самовозбуждается многократный комбинационный параметрический резонанс при любых начальных условиях, кроме начальных. Здесь ω – частота параметрического возбуждения, λ_1, λ_2 – парциальные собственные частоты маятников инерционного элемента (ИЭ) и рабочего органа соответственно. Эффект самовозбуждения обеспечивает практически абсолютную устойчивость резонансного режима колебаний. При этом реализуется эффект расширения резонансной зоны при значительном увеличении линейного демпфирования рабочего органа относительно уровня демпфирования маятников ИЭ.

Предложенный способ возбуждения наделяет ВТТМ новыми качествами: регулирование производительности на ходу от нуля до максимума, уменьшение жесткости дорогостоящий упругой системы в четыре раза, снижение сил инерции и энергопотребления в два раза.

Разработка и создание новых конкурентоспособных ВТТМ позволит осуществить разделение и сортировку труднопросеиваемых материалов (тонкие порошки, влажные и липкие материалы), решить проблему самоочистки сит и дезинтеграции агломератов.

УДК 629.124.791.2.039

Ю.А. ЗУЕВА

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКИПАЖЕЙ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПЛАТФОРМ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Согласно энергетической стратегии РФ до 2030 г., добыча нефти и газа на шельфе Арктических, Дальневосточных и южных морей является наиболее перспективным направлением [1]. Освоение континентального шельфа затруднено из-за суровых климатических условий и сложной ледовой обстановки. Это ограничивает и часто делает невозможным применение традиционных методов обеспечения безопасной работы буровых установок и спасения экипажей в аварийных ситуациях.

По данным [2] за 30 последних лет в мире произошло более 20 крупных аварий и гибели морских буровых установок, при которых погибло около 1000 человек, нанесен многомиллиардный финансовый ущерб, нарушена экологическая безопасность.

Наиболее частыми причинами аварий являются затопление платформ, разрушение в штормовых условиях и столкновениях, неконтролируемые выбросы нефти, пожары и взрывы.

Обычные способы и средства спасения и эвакуации экипажей (спасательные боты, плоты) в условиях Арктики практически бесполезны. Использование вертолетов требует немало времени и соответствующих метеорологических условий.

Для эффективного выполнения спасательных функций и эвакуации экипажей, предлагается использовать специальные амфибийные суда на воздушной подушке, штатно расположенные на буровых платформах. Их число зависит от количества экипажа. Эти суда должны обладать достаточной остойчивостью без секционирования гибкого ограждения, которое позволит передвигаться и над ледяными торосами, при низких температурах воздуха.

На наш взгляд, целесообразно оборудовать эти спасательные суда совмещенным нагнетательным и движительным энергетическим комплексом, что позволит в трудных условиях Арктики произвести быстрый запуск и доставку людей к назначенному месту в нормальных условиях.

В процессе исследований разрабатывается техническое задание на проект эффективного спасательного средства для морских нефтегазовых платформ и выполняется технический проект для постройки головного и серийного судов на воздушной подушке.

При выполнении работы изготавливаются модели спасательных судов и проводятся всесторонние испытания их движения и работоспособности в ледовых условиях. При получении положительных результатов можно сделать вывод о необходимости расположения на нефтегазовых буровых платформах амфибийных судов на воздушной подушке, что позволит значительно сократить число человеческих жертв из-за происходящих на платформах аварий и снизить финансовый ущерб.

Библиографический список

1. **Адамянц, П.П**. Проектирование и освоение морских нефтегазовых месторождений / П.П. Адамянц. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз. – М., 2005.
2. **Лисанов, М.В.** Анализ риска аварий на опасных производственных объектах морских нефтегазовых месторождений / М.В. Лисанов, В.В. Симакин // Освоение ресурсов нефти и газа Российского шельфа: материалы II Международной конференции ROOGD – 2008. С. 20–51.

УДК 544.47

А.В. КАДОМЦЕВА, А.В. ВОРОТЫНЦЕВ, В.М. ВОРОТЫНЦЕВ

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО БЕЗОТХОДНОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ 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 высокочистого германия. Основными источниками высокочистого германия в микроэлектронике являются моногерман и его хлоропроизводные соединения. Существующие методы синтеза соединений германия приводят к загрязнению конечного продукта примесями.

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 широком диапазоне температур.

На основании теоретического анализа, в работе была спроектирована установка для каталитического гидрирования тетрахлорида германия. Были определены типы катализаторов и разработана методика эксперимента.

УДК 665.634:66.061

О.А. КАЗАНЦЕВ, А.Л. ЕСИПОВИЧ, А.Е РОГОЖИН, А.С. БЕЛОУСОВ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДЕАРОМАТИЗАЦИИ РАСТВОРИТЕЛЯ «УАЙТ-СПИРИТ»

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

«Уайт-спирит» представляет собой смесь жидких алифатических и ароматических углеводородов, получаемых прямой перегонкой нефти. Его применяют главным образом как растворитель в лакокрасочной промышленности, для разбавления масляных красок, алкидных эмалей и лаков, мастик на основе битума и каучука. В настоящее время наблюдается существенное увеличение спроса на уайт-спирит зарубежного производства, что обусловлено его более высокой чистотой (доля ароматических соединений составляет не более 1 %) и отсутствием характерного запаха. Основные поставщики высокочистых растворителей – Neste Oil (Финляндия) и ExxonMobil (США). Стоимость деароматизированных растворителей Nessol и Exxol, производимых данными компаниями составляет порядка 50000 руб. за тонну. В России же на сегодняшний день производится только уайт-спирит с высоким содержанием ароматических углеводородов (порядка 16 %) и высоким содержанием серы, что обуславливает его резкий неприятный запах и токсичность.

В настоящее время основным промышленным способом деароматизации углеводородного сырья является его каталитическая гидроочистка. При всех своих достоинствах процесс гидродеароматизации характеризуется существенными недостатками: жесткими условиями проведения процесса; сложным аппаратурным оформлением; высокими энергетическими затратами; использованием дорогостоящих катализаторов и др.

Нами предлагается комбинированный способ деароматизации растворителя «уайт-спирит» на основе совмещения экстракционной и адсорбционной очистки. Данный способ характеризуется высокой эффективностью деароматизации и умеренными капитальными затратами на её реализацию. Пробные эксперименты показали, что использование комбинированной технологии позволяет полностью удалить сероорганические соединения и снизить содержание ароматических соединений в растворителе «уайт-спирит» до 0,1-0,2 % (что существенно ниже чем у импортного аналога).

При стоимости неочищенного растворителя «Уайт-спирит» ~25000 руб. за тонну, по нашим оценкам себестоимость очищенного продукта составит 32500 руб. за тонну. Выделяемая смесь ароматических углеводородов характеризуется высоким октановым числом (ОЧИ 144) и может быть использована в качестве октаноповышающей присадки к бензинам или в качестве компонента смесевых растворителей, что позволит снизить себестоимость деароматизированного растворителя на 15-20%.

Таким образом, высокая эффективность комбинированной технологии деароматизации, умеренные капитальные затраты на ее реализацию и высокая рентабельность позволят создать новое производство, которое сможет успешно конкурировать на рынке. На данном этапе для реализации проекта необходимо подобрать эффективный экстрагент и сорбенты, определить оптимальные условия проведения процесса. На основании проведенных исследований будут разработаны исходные данные для проектирования промышленной установки получения деароматизированного растворителя и подобрано основное оборудование.

УДК 001.895

Е.А. КОВРИЖИН

ПОРТАТИВНЫЙ РЕКЛАМНЫЙ ЭКРАН С МОДУЛЕМ ДАТЧИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Проект предусматривает разработку и внедрение на российский рынок портативного рекламного экрана, предназначенного для привлечения внимания целевой аудитории к конкретным видам товаров, размещенных на полках в магазинах самообслуживания. Размер экрана устройства составляет 20 дюймов. Принцип работы устройства заключается в зависимости воспроизводимого рекламного видео от окружающей обстановки: движение, температура и пр.

Технические возможности устройства позволяют воспроизводить рекламные видеоролики конкретных товаров только в случае, если потенциальный покупатель окажется непосредственно рядом с этим товаром. Владелец продукта может загружать в него стандартные рекламные видео-ролики, активирующиеся по факту приближения покупателя к устройству, а также может создавать «виртуального» консультанта, который, рекламируя конкретный товар, имеет десятки различных вариантов реакции на движение напротив устройства. В зависимости от того, подходит покупатель к устройству или отходит от него, а также с какой стороны осуществлен поход, воспроизводится реклама того или иного товара. Технологии воспроизведения рекламной информации в зависимости от окружающей обстановки являются актуальными для бизнеса, поскольку позволяют повысить привлекательность рекламы, увеличить ее конверсию.

В настоящее время данные технологии активно разрабатываются компанией Intel. Однако в отличие от предлагаемого к внедрению устройства, корпорация выводит на экран устройства информацию после анализа пола и возраста проходящих мимо людей. Автором проекта сконструированы и протестированы два опытных образца с диагональю экранов 8 и 20 дюймов. В настоящее время проект характерен наличие полного пакета конструкторской документации на изделие.

Для успешного внедрения продукта на рынок необходимо провести модификацию документации и сконструировать корпус. Производственная себестоимость изделия с диагональю 20 дюймов оценивается в 17 тыс. руб. По данным рекламных агентств Нижнего Новгорода, реализация такого продукта возможна по цене до 50 тыс. руб. за устройство при подтверждении практического эффекта повышения конверсии рекламы конкретных товаров с помощью данного устройства.

УДК 534.1

А.В. КОШЕЛЕВ

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ ВИБРАЦИОННЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОНКОДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОПОРОШКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тонкое измельчение материалов является наиболее трудоемким и энергоемким процессом. Несмотря на разнообразие методов получения нанопрошков, механическое диспергирование является наиболее универсальным, а в ряде случаев и единственным способом производства тонкодисперсных материалов.

В настоящее время в подавляющем большинстве для производства тонкодисперсных материалов и нанопорошков используются планетарные и вибрационные мельницы, которые не удовлетворяют современным требованиям надежности, производительности, экономич-

ности и энергоэффективности. Первые имеют очень малый ресурс из-за выхода из строя подшипников. Вторые характеризуются нерациональным использованием энергии, так как работают в зарезонансном режиме вынужденных колебаний. Настройка таких машин на резонансный режим вынужденных колебаний не приводит к желаемому результату. Это объясняется крутизной амплитудно-частотной характеристики и малой величиной резонансной зоны. Поэтому даже небольшие изменения технологической нагрузки выводят машину из резонансного режима.

Один из принципов создания энергосберегающих вибрационных мельниц нового поколения основан на использование комбинационного параметрического резонанса, предложенного В.И. Антиповым. Им же разработан и запатентован параметрический вибровозбудитель, а также способы возбуждения резонансных механических колебаний. Параметрический вибровозбудитель выступает в роли инновационного вибрационного привода мельницы для возбуждения и поддержания резонансных колебаний. Основным его узлом является роторно-маятниковая система. Динамическая модель резонансной вибрационной мельницы представляется системой равноправных взаимодействующих нелинейных осцилляторов (маятников) и мелющих тел вращения (цилиндров, шаров). Один или несколько осцилляторов выполняют функции помольной камеры, а другие выступают в роли инерционного элемента (ИЭ) вибровозбудителя. Тела вращения устанавливаются внутри помольной камеры с возможностью совершать вращения вокруг собственной оси и планетарное движение вокруг центра помольной камеры. Вовлечение тел системы в коллективное резонансное взаимодействие осуществляется за счет самовозбуждения многократного комбинационного параметрического резонанса с реализацией синергетического эффекта. При этом мелющие тела вращения обкатываются по внутренней поверхности помольной камеры. Разрушение материала происходит в кольцевом зазоре между помольной камерой и указанными телами. В результате достигается самоуправляемое и самоподдерживаемое собственное движение машины (система приобретает элементы технического интеллекта), что приводит к самоорганизации процесса измельчения материала. Отметим, что принцип самосинхронизации колеблющихся тел типа маятников впервые используется для нужд вибротехники.

Приведенные принципы создания резонансных вибрационных мельниц позволяют снизить энергопотребление, существенно усовершенствовать современное помольное оборудование и повысить уровень наноиндустрии РФ.

УДК 621.355

Н.О. КУЗЯКИН, Ю.Л. ГУНЬКО

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Щелочные аккумуляторы занимают второе место среди источников тока по масштабам промышленного производства, уступая лишь свинцовым аккумуляторам. Щелочные аккумуляторы и батареи нашли широкое применение для обеспечения резервной энергии, в передвижных транспортных средствах, системах связи и сигнализации. Перспективность щелочных аккумуляторов определяется рядом преимуществ: это большой ресурс, достигающий 2000-3000 циклов, высокая механическая прочность, простота эксплуатационного обслуживания, хорошая обеспеченность сырьем.

В настоящее время в щелочных аккумуляторах в качестве положительного электрода используется оксидно-никелевые электроды различных конструкций. Ламельные электроды просты в изготовлении, недороги, однако имеют низкие электрические характеристики и подвержены разбуханию. Применение металлокерамических и фольговых электродов снижает их разбухание и сохраняет работоспособность аккумуляторов до минус 50 градусов, а

удельные характеристики примерно в 1,5 раза выше. Однако такие электроды очень дороги в изготовлении и требуют большего расхода никеля на единицу емкости. Исключают данные недостатки оксидно-никелевые электроды, изготовленные с применением пористых полимерных основах. Однако изготовление таких электродов включает в себя операцию химического никелирования, что существенно повышает их стоимость и сопровождается большим объемом сточных вод.

Также была разработана технология изготовления электрода на полимерной основе, включающая нанесение первичного электропроводящего слоя на основе сульфида свинца. Однако сера, включаясь в слой гальванически осажденного никеля, неблагоприятно влияет на срок службы аккумулятора.

Разработанная нами технология включает в себя нанесение на предварительно подготовленную полимерную основу электропроводящего слоя меди. Далее полимерный материал никелируется в гальванической ванне специальной конструкции. После заполнения металлизированных основ гидроксидом никеля полученные электроды имеют на 10-15% более высокие удельные электрические характеристики, чем металлокерамические оксидно-никелевые электроды. Электроды, полученные таким способом, могут использоваться в никель-кадмиевых, никель-железных и никель-цинковых аккумуляторах при значительном снижении затрат и уменьшении экологической опасности производства.

УДК 629.113

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

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЕТАЛЕЙ БОЛИДА КЛАССА «FORMULA SAE» НА ОСНОВЕ УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эксперименты в области работы с технологией вакуумной инфузии и композиционными материалами проводились на примере элемента коромысла подвески спортивного автомобиля класса Formula Student. Процесс создания был разделена на технологические задачи, включающие создание оснастки для получения необходимой формы, подготовку выкроек, разработку расположения дренажной системы, расчет количества слоев армирующего материала, объема армирующего материала для расчет объема связующего вещества.

Задача изготовления необходимой формы была решена с использованием технологии цифрового производства и быстрого прототипирования, в частности с использованием трехмерного принтера. Посредством трехмерной печати была создана пластиковая форма, представляющая внешний периметр коромысла подвески. Особенностью пластиковой формы является заложенная на стадии трехмерной модели дренажная система для связующего вещества (рис. 1).

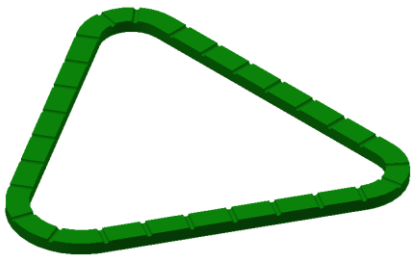


Рис. 1. Пластиковая оснастка

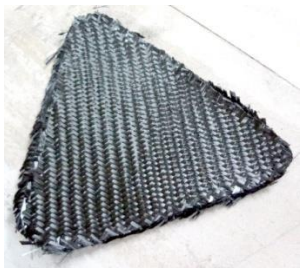


Рис. 2. Выкройка армирующего материала из углеволокна

Для получения выкроек из армирующего материала (рис. 2) были подготовлены соответствующие размерам внутреннего периметра оснастки шаблоны. Для получения требуе-

мых параметров по высоте детали в 4 мм готовились 18 выкроек равного размера с различным направлением волокон.

В целях снижения адгезии связующего вещества и армирующего материала к поверхности основания и модельной оснастке на соответствующие поверхности перед укладкой армирующего материала наносился раствора церезина с растворителем в несколько слоев.



Рис. 3. Технологическая оснастка процесса вакуумной инфузии

Выкройки с различной ориентацией волокон выкладывались последовательно в оснастку. Внешний периметр оснастки дополнительно оснащался дренажным каналом и двумя элементами, через которые осуществлялась подача связующего вещества и создание разряжения, а также проложен герметизирующий периметр для укладки герметизирующей пленки (рис. 3).

Полученная заготовка масса 41,2 г по высоте составила 4 мм. При сравнении с аналогичным элементом, изготовленным из стали, масса которого составляла бы 268 г, полученный элемент значительно превосходит по показателям массы в 6,5 раз. Вопрос прочности полученной конструкции на данный момент рассматривается участниками команды СКБ «Formula Student» в рамках расчетной и экспериментальной оценки.

УДК 621.921

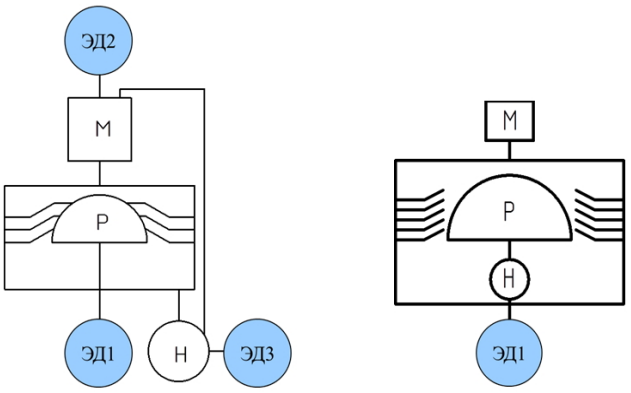
А.В. КУРНЕНКОВ, А.Ю. ШУРЫГИН

МАЛОГАБАРИТНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ СОЖ И КЛАССИФИКАЦИИ ШЛАМА НА ФРАКЦИИ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

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

Установка очистки смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) на операциях шлифования и классификации частиц шлама позволяет решить актуальную проблему ресурсосбережения, в частности:

- продление ресурса СОЖ за счет ее очистки от механических примесей на операциях шлифования, в особенности неметаллических материалов.
- повторное использование извлеченных из СОЖ при очистке дорогостоящих зерен сверхтвердых материалов (синтетического алмаза и эльбора) для изготовления новых абразивных инструментов.



а) *б)*

Рис. 1. Существующая (*а*) и предлагаемая (*б*) схемы установки очистки СОЖ:
ЭД – электродигатели; М – мешалка; Р – ротор; Н –насос

Предлагаемая технология позволяет совместить три самостоятельных технологических процесса (очистка СОЖ, рекуперация абразивных зерен и их классификация) в один, что позволяет сократить примерно в два раза количество базовых технологических операций. Такой результат достигается за счет использования тонкопленочного течения и центробежного поля, которое создается вращающимся ротором.

Основными элементами установки являются мешалка, ротор, приемник для сбора фракций, насос. Экспериментальные исследования опытного образца установки в сочетании с конечно-элементным моделированием гидродинамики потока жидкости на поверхности ротора позволили определить рациональные конструктивно-технологические параметры работы установки. Установлено, что поверхность ротора должна хорошо смачиваться СОЖ и иметь форму полусферы или полуэллипсоида. Для обеспечения устойчивости и безотрывности потока СОЖ ее оптимальный расход должен составлять 4-6 л/мин, а частота вращения ротора 1000-1500 об/мин.

Сопоставление математической модели с конечно-элементным моделирование показало хорошую сходимость длины высоты выхода частиц из потока от величины их диаметра.

Основываясь на положительных результатах проведенных исследований, логическим продолжением является модернизация конструкции установки с целью обеспечения минимальной себестоимости ее изготовления. Ресурсами снижения последней является снижение материалоемкости и количества электродвигателей, что приведет, как следствие, и к уменьшению габаритов и массы установки.

УДК 621. 923: 621.922

П.В. ЛЕБЕДЕВ, Д.А. ИГНАТЬЕВ

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДНИКИ С УЛУЧШЕННОЙ ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬЮ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДЛЯ ТОРЦЕВОЙ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

В случаи торцевой обработки конструкционных материалов в системе СПИД возникают вибрации, связанные с ее недостаточной жесткостью. Наиболее негативное влияние на качество обрабатываемой поверхности, при данном виде обработки, оказывают продольные колебания шпинделя станка. При обработке пластичных материалов такое воздействие приводит к повышению шероховатости, отклонению геометрии поверхности. При обработке хрупких материалов, данное воздействие приводит к образованию сколов, трещин.

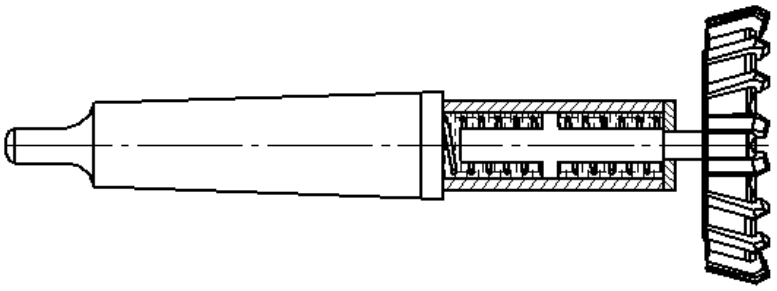


Рис. 1. Конструкция переходника с виброгасителем в сочетании с торцевой фрезой

Для обеспечения заданных параметров качества и точности необходимо использовать более жесткое оборудование и(или) инструменты, оснащенные виброгасящей системой. Применение указанных способов зачастую приводит к большим затратам. Примером инструментов оснащенных антивибрационной системой является инструмент фирмы Sandvik Coromant серии Silent Tools, но конструкция данного инструмента не позволяет избавиться, от жесткого первоначального контакта, а также от продольных колебаний рабочего органа машины. На практике для достижения заданных параметров качества и точности приходится уменьшать толщину срезаемого слоя и уменьшать продольную подачу, что, в свою очередь, приводит к уменьшению производительности и, как следствие, увеличению стоимости готовой продукции. Нами предложено использовать виброгасящий переходник, который уста-

навливается на шпинделе станка, или же изготовляется в хвостовике инструмента, тем самым поглощая колебания, передаваемые на обрабатываемую поверхность. На рисунке представлена конструкция переходника с виброгасителем в сочетании с торцевой фрезой.

Такое решение позволит избежать жесткого первоначального контакта и избежать сколов, которые присущи обработке хрупких материалов в зоне врезания и выхода инструмента, уменьшить ударное воздействие в процессе прерывистой обработки конструкционных материалов, а также исключить применение дорогостоящей оснастки и оборудования.

---

1. Анализ и совершенствование шлифовальных кругов с виброгасителем для обработки хрупких материалов / В.В. Глебов [и др.] // Наука о резании в современных условиях: тр. Международной юбилейной научно-технич. конф. Ч. 2; ТулГУ. – Тула. 2005. С. 63–66.

УДК 776.17 + 541.14 + 66.023.2

Д.В. ЛЫСИЧ,[1,2] С.В. ЗЕЛЕНЦОВ[1]

ПРИМЕНЕНИЕ «ВЗРЫВНОЙ» ФОТОЛИТОГРАФИИ В МИКРОРЕАКТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского[1],
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева[2]

Микрореакторная технология (МРТ) дает возможность сократить издержки производства за счет уменьшения производственных площадей в 100–1000 раз. Применение МРТ снижает экологические риски, связанные с химическими предприятиями, поскольку МРТ относится к так называемой "зеленой химии", уменьшает время производственного процесса, сокращает временной интервал от разработки химической технологического процесса и установки до их ввода в эксплуатацию. Особенно выгодно использование МРТ для небольших предприятий.

МРТ широко применяются в мире в таких отраслях, как нефтепереработка, медицина, фармацевтика. Первоочередными задачами проекта по внедрению МРТ в России является разработка альтернатив экологически опасным производствам, оптимизация производств и уменьшение производственных затрат. Решение их невозможно без проведения физико-химических исследований МРТ. Следовательно, изучение особенностей МРТ и внедрение их актуально.

В настоящее время технология изготовления реакторов для МРТ следующая. На первой стадии на стеклянную или кремниевую подложку наносится слой хрома и слой фоторезиста. Полученная заготовка экспонируется через фотошаблон и проявляется. Хром в пробельных участках стравливают соляной кислотой. Затем стекло в пробельных участках вытравливают плавиковой кислотой.

Такая технология содержит определенные технологические риски, связанные с кислотным травлением материала подложки для формирования микроканалов в микрореакторе.

Целью работы является использование для изготовления микрореакторов аддитивных методов, а именно – «взрывной» фотолитографии.

На первой стадии предлагаемого процесса на подложке из кварца или кремния (основании микрореактора) формируется резистная маска из позитивного фоторезиста. Методом газофазного нанесения на полученную заготовку осаждается слой SiO_2, причем толщина слоя не превышает 1/3 от толщины фоторезистной маски. “Взрыв” слоя SiO_2 осуществляется при обработке образца органическим растворителем (ацетоном или диметилформамидом). В нем фоторезистная маска набухает и увеличивает свои размеры, что приводит к удалению SiO_2 над защищенными маской участками. В пробельных участках резистной маски слой SiO_2 остается без изменений. Затем подложка из кварца или кремния с напыленным слоем SiO_2

обрабатывается в щелочи и под давлением и нагреваниием до 500-600 покрывается еще одной пластиной кварцевой пластиной. В результате в сформированной структуре образуются микроканалы, в которых осуществляются химические технологические процессы. Процесс изготовления микрореактора завершается присоединением к нему кварцевых трубок для подвода и отвода реагентов. Иногда процесс изготовления микрореактора дополняется стадией модификации свойств поверхности микроканалов для придания им специальных свойств, что приводит к увеличению химической селективности микрореакторов.

В этой технологии не применяется ни плавиковая, ни соляная кислота. Она экологически более выгодна, чем технология с травлением.

УДК 621.039

С.Н. МАЛОЗЕМОВ, А.А. БАСОВ, Р.Р. РЯЗАПОВ, А.Н. СЕМЕНЕНКО

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО РАДИОЭКОЛОГИИ «РАДОН»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Радиационная авария на АЭС «Фукусима-1», как и авария на ЧАЭС, относится к седьмому уровню событий (крупная авария) по Международной шкале ядерных событий (INES). Подобные крупные аварии способствуют развитию негативного отношения населения к ядерной энергетике. В то же время, стратегия развития ядерной энергетики в России, предусматривает активное строительство и ввод в эксплуатацию новых энергоблоков (в настоящее время строится 9 энергоблоков). В связи с этим возникает необходимость повышения информированности населения о современном состоянии ядерной энергетики, уровне безопасности, радиоэкологической обстановке в нашей стране и за рубежом. Кроме того, остро стоит проблема повышения уровня знаний в области радиоэкологии и радиационной безопасности, а также, повышения «ядерной культуры» населения.

Сегодня в сфере образования большое внимание уделяется экологическим проблемам, в том числе и вопросам радиоэкологии и радиационной безопасности. В Институте ядерной энергетики и технической физики НГТУ им. Р.Е. Алексеева разработан и создан учебно-методический комплекс по радиоэкологии «РАДОН», позволяющий выполнять следующие работы:

- статистические законы в ядерной физике;
- изучение характеристики счетчика Гейгера- Мюллера;
- изучение бета- излучения (в том числе, обратное рассеяние бета- излучения);
- изучение гамма- излучения;
- исследование естественного радиационного фона;
- исследование содержания продуктов бета- распада радона в воздухе;
- радиоактивность материалов и продуктов питания.

При проектировании и создании учебно-методического комплекса «РАДОН», мы исходили из того, что основы методов лучше усваиваются при работе на простейших приборах, чем при использовании программируемых автоматических установок, с трудом доступных начинающему, к тому же мало наглядных и дорогих. В состав прибора входит источник β-γ излучений на основе естественного радиоактивного препарата- хлорида калия (KCl).

Для повышения наглядности результатов, значительного снижения трудоемкости обработки и анализа получаемых данных, учебно-методический комплекс «РАДОН» снабжен устройством ввода данных в персональный компьютер. С помощью пакета LabWIEV были созданы программы, позволяющие проводить трудоемкие статистические анализы и в наглядной, информативной форме выводить результаты на монитор компьютера.

Благодаря простоте, мобильности и сравнительно низкой стоимости оборудования, открываются широкие возможности для использования учебно-методического комплекса

«РАДОН» в учебных заведениях (школы, высшие учебные заведения). По нашему мнению, использование учебно-методического комплекса «РАДОН» в учебном процессе будет способствовать уменьшению негативного отношения к ядерной энергетике и подготовке специалистов для строительства и эксплуатации ядерных объектов.

УДК 665.6

А.С. НЕГОДЯЕВ, М.Е. ФЕДОСОВА, Л.А. БЕРДНИКОВ, А.И. ШИШКИН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При эксплуатации двигателей внутреннего сгорания происходит накопление отложений – нагара и лака, что в дальнейшем приводит к существенному снижению экономичности и сокращению ресурса двигателя, вызываемого, прежде всего, ухудшением работы деталей и механизмов вследствие их локальных перегревов. Поэтому на данный момент изучение причин и механизмов образования отложений в ДВС представляет большой интерес. Выявление закономерностей процессов нагарообразования в ДВС, в конечном итоге, будет способствовать разработке рецептур новых эффективных антинагарных и моющих присадок.

Исследования показывают, что особенно интенсивно отложения образуются на деталях цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного механизма и во впускном коллекторе. Основной причиной появления отложений в двигателе являются термические превращения компонентов топлива и масла в зонах высоких температур, чаще всего, на стенках камеры сгорания, днище поршней и седлах впускных клапанов.

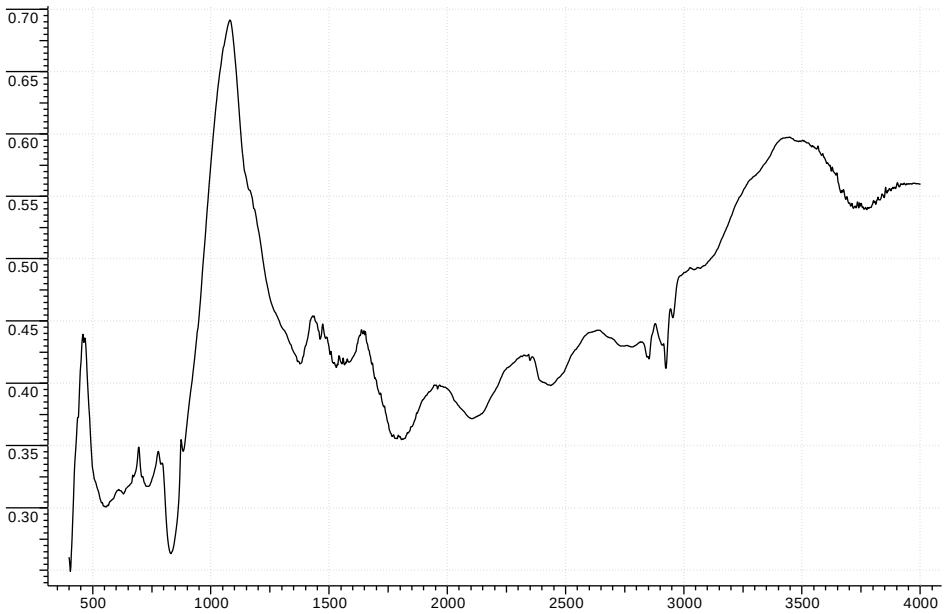


Рис. 1. Спектр нагара с впускного клапана ДВС

Для изучения механизма нагарообразования предполагается применение комплексного подхода, в том числе, современных методов аналитической химии, в частности, ИК-спектроскопии для определения основных функциональных групп вещества нагара. Метод инфракрасной спектроскопии дает возможность получить сведения об относительных положениях молекул в течение очень коротких промежутков времени, а также оценить характер

связи между ними, что является принципиально важным при изучении структурно-информационных свойств различных веществ. Кроме того, логичным этапом исследования механизма нагарообразования представляется определение основных эксплуатационных характеристик горюче-смазочных материалов.

Типичный спектр нагара, полученный на приборе IRAffinity-1 (Shimadzu) в таблетках KBr (апертура 8 мм) в интервале частот 400-4000 $см^{-1}$, приведен на рис. 1.

Расшифровка спектров проводится двумя способами: с помощью обобщенных таблиц характеристических пиков, приведенных в литературе [1], либо методом сравнения полученного спектра с имеющимися в базе данных программного обеспечения прибора.

В конечном итоге, метод ИК-спектроскопии позволяет с достаточно высокой точностью идентифицировать химический состав нагара.

---

1. **Смит, А.Л.** Прикладная ИК-спектроскопия: [пер. с англ.] / А.Л. Смит. – М.: Мир, 1982. – 328 с.

УДК 691.342

Д.В. ОРЕХОВ

ВЫСОКОПРОЧНЫЕ ПОЛИМЕРБЕТОННЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ РАБОТ

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

Получение новых композиционных материалов для дорожных покрытий и их ремонта в Центральной России из-за высокой нагрузки на транспортные магистрали является актуальной проблемой. В связи с этим необходимы новые материалы, характеризующиеся высокой прочностью и трещиностойкостью. Кроме того, климатические особенности эксплуатации мостов и дорог в России, когда колебания температуры составляют десятки градусов, определяют особенно высокие требования к морозостойкости и влагонепроницаемости материалов дорожных покрытий. Важную роль играет и время отверждения материалов.

Бетоны обладают высокой прочностью на сжатие, но характеризуются относительно низкой прочностью на растяжение и изгиб, низкой адгезией. Высокая пористость бетонов может привести к износу, эрозии, химическому разрушению и низкой морозостойкости. Их существенным недостатком является также большое время распалубки. Полимерные материалы не обладают высокой прочностью на сжатие, но обеспечивают высокую адгезию к другим материалам, а также характеризуются устойчивостью к агрессивным средам. Сочетание бетонов и полимеров позволяет использовать их полезные свойства и получать композиты, характеризующиеся высокой прочностью, долговечностью, химической стойкостью, экологичностью и относительно низкой стоимостью.

Нами разработаны составы и методика приготовления композиционного полимербетонного материала для дорожного строительства. Полученные лабораторные образцы характеризуются высокой химической стойкостью, морозостойкостью и высокой прочностью. Прочность полученного полимербетонного образца через два часа после приготовления составила 6,8МПа, при этом прочность традиционного бетона через 28 суток составляет не превышает 3,2 МПа.

В настоящее время для повышения прочности бетонов предлагается введение в состав наноматериалов. Введение углеродных нанотрубок позволяет существенно увеличить прочность и долговечность бетонов, однако при этом существенно возрастает их стоимость. По нашему мнению, наиболее перспективным является использование в качестве наполнителей для бетонов порошков карбида бора. Карбид бора (B_4C) имеет уникальный набор свойств (температура плавления – 2300 °С, температура начала разложения - более 2450 °С). По

твёрдости карбид бора занимает третье место после алмаза и кубического нитрида бора (боразона), опережая электрокорунд, карбид кремния и другие известные высокотвердые материалы. Прочность полученного лабораторного образца полимербетона с содержанием карбида бора 0,05% составила более 10МПа.

В настоящее время на ОАО «Авиобор» накоплено более 600 т и постоянно пополняются (не менее 60 т/год) отходы производства треххлористого бора. Содержание карбида бора в них достигает 15%. В ходе выполнения проекта будет разработана технология переработки данных отходов в карбид бора и его селективной химической очистки. Использование полученного карбида бора в качестве наполнителя для полимербетонов позволит создать высокопрочный долговечный материал для дорожного строительства, характеризующийся относительно низкой стоимостью за счет использования отходного промышленного сырья. При этом будет ликвидирован источник высокой экологической опасности – склад токсичных отходов производства треххлористого бора.

УДК 629.124.

А.М. САНДАКОВА

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДНИЩЕВОЙ ЧАСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ВСТАВКИ КОРПУСА СУДНА С МЕЛКО-БИТЫМ ЛЬДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Продление навигации на внутренних водных путях России является важным резервом в развитии работы флота. Перед российским судостроением встают задачи создания судов, в том числе и баржевых составов способных работать в битых и мелкобитых льдах. Продолжение работ по продлению навигации на внутренних водных путях России позволит добиться следующих результатов: 1) выравнивания сроков начала навигации; 2) транспортного освоения малых рек; 3) прогнозирования затрат и сроков, связанных с выполнением ледовых проводок транспортных судов.

Значительная часть транспортного, несамоходного и технического флота представляют суда, имеющие большой коэффициент общей полноты корпуса.

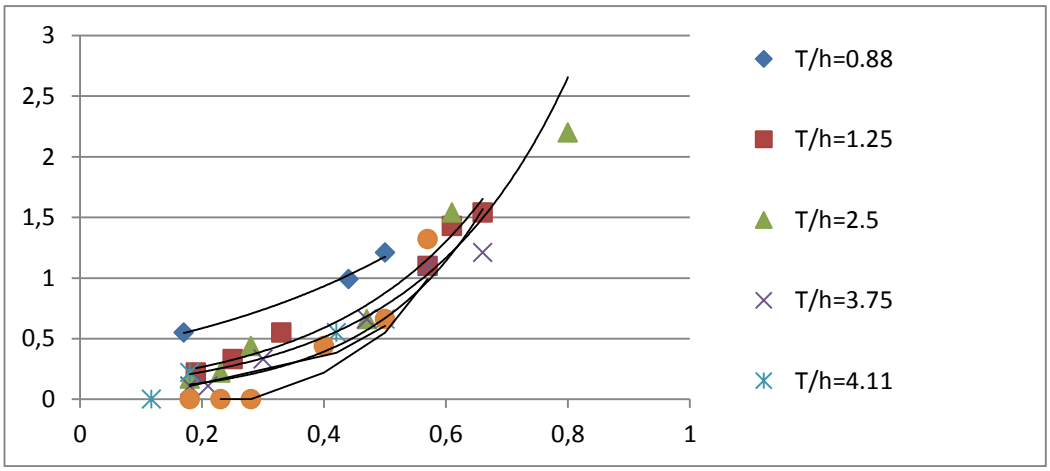


Рис. 1

На основе обработанных ранее натурных наблюдений, экспериментов и литературных источников строится физическая картина взаимодействия корпуса баржи с битым льдом, которая представляет два сценария движения в условиях битых льдов: 1) выделяется масса льда толкаемого судна впереди в виде «ледовой наделки»; 2) при определенных значениях скорости движения судна и отношения осадки судна к толщине слоя битого льда. Наблюдается

срыв некоторой массы битого льда под днище цилиндрической вставки корпуса. Данный процесс является причиной чрезвычайного роста ледового сопротивления движению судна ввиду того, что сильно возрастает площадь поверхности корпуса контактирующей со льдом. При данном сценарии образование ледовой наделки впереди корпуса так же имеет место.

Проведенные модельные эксперименты в ледовом опытовом бассейне НГТУ им. Р.Е. Алексеева позволили исследовать величину объемов льда попадающих под днище цилиндрической вставки.

При модельном эксперименте изменяли отношение осадка, толщину слоя битого льда, скорость движения судна. Измерялась длина объема льда, попадающая (l) под днище корпуса. Результаты модельных испытаний баржи позволили определить зависимость изменения длины объема льда под днищем в зависимости от скорости движения судна при различных отношениях осадки к толщине льда, что позволяет в дальнейших исследованиях построить математическую модель данного физического явления.

УДК 631.3.018.2:628.8-62

Е.А. СБИТНЕВ, В.Л. ОСОКИН

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ» ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯМИ

Нижегородский государственный инженерно-экономический институт

Целью разработки экспериментального лабораторного стенда «Автоматизированный тепловой пункт» является: увеличение компактности размещения испытательного и испытуемого оборудования, а также повышение эффективности выявления наиболее рациональных, с точки зрения энергопотребления, конструкций подогревателей воды, используемых в технологических процессах сельскохозяйственных производств, путем обеспечения исследований их энергопотребления в одинаковых условиях.

Поставленная цель достигается благодаря тому, что технологическая схема стенда (рис. 1) включает в себя три типа подогревателей воды, в которых происходит преобразование электрической энергии в тепловую, отопительный прибор (ОП), бойлер (Б) со змеевиком, насос (Н), термодатчики Т1…Т9, щит управления (ЩУ) с приборами замера расхода электроэнергии, рабочего напряжения, температуры нагрева воды, тока и потребляемой мощности ЭПВ и насосом, расходомер воды (РВ) и электромагнитные клапаны ЭК1…ЭК9. На данное оборудование направлена заявка в ФИПС на изобретение, регистрационный номер № 2014106449 от 20.02.2014 г.



Рис. 1. Экспериментальный лабораторный стенд «Автоматизированный тепловой пункт»

При исследованиях ЭПВ осуществляются замеры: потребляемой мощности – с помощью ваттметра или с помощью амперметра и вольтметра; времени нагрева воды – с помощью термометра и секундомера; расхода электроэнергии – с помощью элетросчетчика; уровня шума – с помощью шумомера, количества воды, нагреваемой в контуре, контролируется с помощью расходомера.

Коммерциализация проекта может быть осуществлена в виде дальнейшей продажи стенда в другие высшие учебные заведения для проведения лабораторных работ по дисциплине «Электротехнология», а также при проведении платных испытаний конструкций электрических подогревателей воды, используемых в технологических процессах сельскохозяйственными предприятиями Нижегородской области.

УДК 66.098.2

Д.Е. СУХАНОВ, А.А. ГУЗНЕНКОВА

ЛОКАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОТТЕДЖНЫХ ПОСЕЛКОВ

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

В последние годы в России наблюдается существенное увеличение темпов развития малоэтажного строительства. Этому способствует как активная поддержка этого сектора экономики со стороны государства, так и усиливающееся желание среднего класса населения обособиться от городских условий жизни в «каменных джунглях». Вместе с тем, загородный образ жизни вместе с очевидными достоинствами, накладывает и серьезные ограничения комфорта в первую очередь в виде удаленности, а подчас и отсутствия традиционных централизованных систем водоснабжения и водоотведения. В такой ситуации в плане очистки сточных вод бытового характера на помощь приходят локальные очистные сооружения (ЛОС).

На данный момент рынок подобных установок насыщен множеством предложений однотипного характера, принцип работы которых в основном связан с анаэробным сбраживанием продуктов жизнедеятельности человека в подземных емкостях септического типа. К недостаткам подобных решений можно отнести, в первую очередь, невысокое качество воды на выходе (степень очистки не превышает 60%). В силу этого вода из септика обычно направляется на доочистку в дренажные устройства (так называемые поля фильтрации), что не только усложняет обслуживание системы, но и увеличивает необходимую площадь для сооружения подобной системы. Кроме того, данные установки требуют регулярного технического обслуживания.

Более современным и технически совершенным решением является применение установок аэробного биологического обеззараживания, в которых в качестве активного компонента применяется взвешенный ил, насыщенный аэробными микроорганизмами. Наиболее известным представителем конструкций этого типа является установка «ТОПАС» двухфазного принципа действия с рециркуляцией активного ила. В отличие от установок септического действия, в этом случае возможен отвод очищенной воды непосредственно на нужды ирригации, а также для накопления в буферной емкости или водоеме рыбохозяйственного назначения.

Несмотря на качественно иной уровень очистки сточных вод (эффективность достигает 99%), установка обладает недостатками, в числе которых можно отметить неравномерность обработки отходов микроорганизмами и нестабильность аэрации вследствие гетерогенности поступающих в систему веществ. Также можно отметить невысокую интенсивность процесса перемешивания стоков и активного ила на стадии рециркуляции вследствие применения пневматического способа перемешивания.

С целью устранения недостатков был разработан проект локальной очистной установки для коттеджа средней численностью населения пять человек. За основу данной разработки был взят принцип действия ЛОС «ТОПАС». Расчетная производительность по сточным

водам составляет 1 м^3/сут. Отличительными чертами разработанной установки являются гомогенность веществ на входе за счет внедрения стадии измельчения, применение принудительного перемешивания стоков и активного ила на стадии рециркуляции. Применение композиционных материалов в качестве основного конструкционного материала и иной силовой схемы корпуса позволяет говорить об уменьшении массы и габаритов установки без потери в ее прочностных качествах. В перспективе дальнейшего развития проекта планируется разработать более широкий типоразмерный ряд установок и затронуть весьма актуальный в последнее время вопрос децентрализованной очистки промышленных стоков.

УДК 621.039

И.А. ТЕПЛЯШИН, В.И. МЕЛЬНИКОВ

АКУСТИЧЕСКИЙ ВОЛНОВОДНЫЙ УРОВНЕМЕР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Контроль уровня жидкости является важной задачей во многих областях промышленности. Практически на любом производстве имеются емкости, в которых необходимо контролировать уровень. В настоящее время на рынке присутствует большое разнообразие уровнемеров и сигнализаторов уровня предназначенных для решения различных задач. Основная масса применяемых приборов основана на поплавковом принципе. Однако область применения каждого из известных приборов довольно ограничена. Нами предлагается конструкция и технология изготовления сигнализатора и уровнемер на основе акустических волноводов, способных работать как обычных условиях, так и при высоких значения температуры, давления, ионизирующего излучения, кислоты, реализуемых в передовых отраслях промышленности и энергетики.

Наша разработка представляет собой акустический волноводный уровнемер. Чувствительная часть уровнемера представляет собой цельносварную конструкцию из нержавеющей стали. Полученные сигналы обрабатываются электронным блоком, который передает информацию в компьютер. Принцип его работы основан на изменении амплитуды и времени задержки акустического сигнала, зависящего от уровня контролируемой среды. Уровнемер не имеет подвижных частей, чувствительные элементы находятся внутри защитной трубы, материал – нержавеющая сталь устойчив к воздействию агрессивных сред, все это обеспечивает надежность и долговечность предлагаемой разработки.

Датчик сигнализатора уровня включает одиночный волноводный чувствительный элемент прямоугольного сечения. На поверхности чувствительного элемента размещены отражатели ультразвука. Для защиты от внешних воздействий чувствительный элемент размещен в защитном чехле. Волновод связи, изолированный от контакта с теплоносителем, расположен в защитной чехловой трубе, и оснащен преобразователем крутильных волн. Рабочая частота преобразователя – 700 кГц.

Работает сигнализатор следующим образом. При осушенном датчике акустический импульс, сгенерированный преобразователем электромеханических волн, отражается последовательно от каждого отражателя и возвращается в преобразователь, где регистрируется электроникой. Постепенное погружение чувствительного элемента в жидкость приводит к поглощению энергии импульсов, распространяющихся в чувствительном элементе под уровнем жидкости, и соответственно к уменьшению амплитуды сигналов отражения вначале от кончика чувствительного элемента, а затем и от отражателей, погружающихся в жидкость вплоть до их полного исчезновения.

Применение стержневых чувствительных элементов позволяет значительно уменьшить массо-габаритные характеристики датчика сигнализатора.

Испытание опытных образцов сигнализаторов проводились на теплофизическом стенде электрическая мощность 360 кВт. Температура жидкости составляла (345±5)°С, дав-

ление - (15,0±0,5) МПа. Режимы отличались между собой средой, находившейся над уровнем жидкости. Применялись пар и парогазовая смесь. И при температуре жидкости (20±5) °С, атмосферном и повышенном давлениях.

Полученные данные позволяет сделать вывод о надежном функционировании акустозондового уровнемера при работе в различных температурных режимах, различных давлениях.

УДК 623-4

А.А. ТУМАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОСТОЙКИХ НАНОПОКРЫТИЙ НА СТОЙКОСТЬ СТВОЛОВ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ОРУДИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На вооружении современных армий стоят различные по своему устройству и назначению артиллерийские и ракетные комплексы. Основным агрегатом артиллерийского орудия является ствол. Непрерывный рост мощности артиллерийских орудий сопровождается повышением начальной скорости снаряда, максимального давления пороховых газов, увеличением массы заряда и повышением скорострельности, что приводит к интенсивному разогреву стенок ствола при выстреле. Повышение температуры внутренней поверхности ствола приводит к увеличению перепада температур по толщине его стенок. Вследствие этого увеличиваются температурные напряжения в стволе, результатом чего является повышение интенсивности износа при значительном снижении живучести стволов

Для уменьшения вредных последствий нагрева ствола и увеличения срока службы артиллерийского орудия на практике прибегают к установлению предельных режимов стрельбы. В целях уменьшения нагрева стволов и обеспечения более высоких режимов огня за последнее время находят широкое применение так называемые холодные пороха и флегматизаторы. Имеют место конструктивные мероприятия, в частности, применение быстросъемных стволов и увеличение массы ствола. Однако перечисленные меры по увеличению режима огня и живучести стволов не являются достаточно эффективными. Одной из наиболее эффективных мер борьбы с нагревом и его нежелательными последствиями является охлаждение стволов.

Профессор О.В.Кретинин предложил идею термической защиты стволов путем нанесения на внутреннюю поверхность ствола термостойких нанопокрытий. В настоящее время существует отработанная методика определения интенсивности износа и влияния нанопокрытий из различных материалов на износостойкость режущего инструмента при обработке металлов резанием. Методика основана на исследовании сигнальных полей термо-ЭДС и виброакустической эмиссии (ВАЭ), образующихся в зоне контакта инструмента и заготовки. Результатом применения методики явилось создание покрытий, повышающим износостойкость инструмента в два раза по сравнению с наиболее применяемыми в настоящее время материалами покрытий. Данная методика применима не только в случае обработки металлов резанием, но и для любых тяжелонагруженных пар трения, поскольку термо-ЭДС и ВАЭ являются следствием контакта металлических поверхностей. Таким образом, данная методика применима и для пары снаряд – ствол.

При постановке экспериментов существует два основных ограничивающих фактора: 1) определение диапазона частоты снятия показаний; 2) отделение чистого сигнала от разнообразных шумов. Решение указанных проблем во многом зависит от оборудования испытательного стенда. Эксперименты при исследовании обработки резанием проводились в диапазоне кГц. В ближайшее время необходимо приобретение современного оборудования, которое позволяет фиксировать показания в диапазоне МГц, чтобы повысить информативность снимаемых сигналов. Также нынешний уровень аппаратных средств измерения имеет значительно более широкие возможности для фильтрации шумов. Коммерциализация проекта бу-

дет способствовать созданию нового лабораторного стенда для применения вышеуказанной методики для решения задачи повышения износостойкости орудийных стволов. Кроме того, необходимы средства на создание и нанесение нанопокрытий, а также на проведение натурных испытаний, т.е. стрельб на полигоне.

Ожиданием от реализации проекта является повышение срока службы ствола орудия на 25-50% и увеличение кучности стрельбы за счет создания новых и применения существующих материалов нанопокрытий для внутренней поверхности ствола.

УДК 621.74:669.13.6

Д.Г. ЧИСТЯКОВ, И.О. ЛЕУШИН

РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК СТЕКЛОФОРМ С ПОВЫШЕННОЙ РЕСУРСОСПОСОБНОСТЬЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Детали стеклоформующей оснастки эксплуатируются при знакопеременных термических нагрузках в сочетании с абразивным износом и окислением рабочих поверхностей – поверхностей, контактирующих с расплавленным стеклом.

В качестве материала для деталей стеклодувных автоматов авторами предлагается использовать легированный – преимущественно кремнием – чугун с градиентной структурой литья высокой гетерогенности, представляющей собой послойное расположение зон с различным комплексом свойств материала и выполняемой функциональной задачей (композиционное строение). Для создания повышенной износо- и термостойкости детали ее рабочий слой (на глубину до 10 мм) предлагается формировать исключительно из чугуна с шаровидной формой графита (ШГф5) в ферритной металлической основе. Минимизация зерна чугуна – за счет принципа литья расплава на металлический холодильник – позволяет повысить прочность рабочих кромок (250-350 МПа) и снизить способность чугуна против выкрашивания отдельных структурных составляющих (графит, цементит). Промежуточный («переходный») слой детали (10-50 мм), являющийся каркасом металлоизделия и – по результатам исследования авторов – концентратором различных структурных и тепловых напряжений в процессе эксплуатации детали, предлагается формировать из чугуна с вермикулярной формой графита (ВГф3) ввиду высокой прочности такого чугуна (~250 МПа) и теплопроводности ~40-50 Вт/м·К. Наружный слой детали стеклоформы предлагается формировать из чугуна с пластинчатой формой графита, с целью максимальной теплоотдачи энергии разогрева металлоформы в окружающую среду цеха и создания направленного отвода тепла по сечению изделия.

Таким образом, формирование градиентной структуры, состоящей из чугуна с различной степенью глобуляризации графита по сечению отливки, позволяет повысить ресурсоспособность изготовленной детали до 0,8-1 млн теплосмен при неизменной трудоемкости ее изготовления, что позволяет предприятию-потребителю стеклоформ получить больший экономический эффект за счет более надежной работы оборудования стеклотарного завода.

УДК 621.3

Д.А. ХАРИТОНЮК

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЛИНИЙ ОСВЕЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент системы управления и контроля линий уличного освещения обладают очень широким функционалом, но они не способны централизованно отслеживать выход из строя приборов освещения и несанкционированные подключения к линиям электроснабжения приборов освещения. Учитывая важность своевременного ремонта или замены

приборов освещения и необходимость препятствованию хищения электроэнергии, решение данной проблемы сейчас особенно актуально. Данная разработка позволит эффективно решить эту проблему.

Особенность данной разработки заключается в том, что измерительные модули будут отслеживать состояние нагрузок на линиях освещения и передавать данные на сервер. В случае неисправности на линии сотрудник, отвечающий состояния линий освещения, увидит уведомление с указание возможной причины неисправности.

Предполагается за первый год изготовить опытный измерительный модуль. К концу второго года планируется написать серверное ПО, изготовить ещё несколько образцов модулей и провести испытания.

Учитывая низкую эффективность методик обнаружения и поиска неисправных приборов уличного освещения, применяемых в данный момент на многих участках, а также стремление пресекать хищение электроэнергии, предполагается высокий спрос на разрабатываемую систему. В случае успешной разработки и внедрения данная система станет важным дополнением к существующим системам управления линиями уличного освещения.

УДК 629.12

Л.Е. ШИЛИНА, Ю.И. РАБАЗОВ

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СУДОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЗЕРНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Техническое задание предусматривает проект судна – класса КМ ⍟ Ice2R1Aut1 РМРС. Сухогрузный теплоход универсального типа дедвейтом 6500 т., основное назначение – перевозка зерна и контейнеров; район плавания – Каспийское море, линия порт Актау (Казахстан) – порт Энзели (Иран); скорость хода – 11 узлов; автономность плавания – 15 суток; экипаж/мест – 10/13; тип ГСУ – дизельная; люковое закрытие – сдвижное.

Исходя из класса, R1 – показатель ограниченности района плавания судна, с учетом эксплуатационных условий на Каспийском море, данное судно сможет эксплуатироваться на заданной линии в течение всего года, без простоя в зимнее время. Будет спроектирован теоретический чертеж с такими обводами, чтобы обеспечить коэффициент общей полноты 0,85.

Чтобы эффективнее использовать судно, оно будет обладать возможностью перевозки контейнеров международного образца, или каких-либо крупногабаритных грузов. Для этого будет подобрана оптимальные размеры трюмов, и возможность механизированной очисткой трюмов от остатков зерна. Конструкция мидель-шпангоута исключит наличие набора внутри трюмов и комингсах с внутренней стороны, и будут установлены гофрированные переборки в трюмах, что подвергнет меньшему засорению трюмов зерном при погрузке навалом.

План машинного отделения будет разработан с учетом такого расположения главного двигателя и дизель-генераторов, чтобы оптимально разместить топливные цистерны и другое оборудование. Будет установлен валогенератор-электродвигатель на гребном валу судна, для того чтобы при выходе из строя главного двигателя, валогенератор-электродвигатель полностью смог обеспечить судно скоростью, примерно до 5 узлов, с тем чтобы судно смогло бы добраться до порта и отремонтироваться. На судне будет установлен винт регулированного шага и активный руль с закрылком. Исходя из класса, Aut1 – объем автоматизации позволит эксплуатацию механической установки без постоянного присутствия обслуживающего персонала в машинных помещениях и в центральном посту управления. Также это дает возможность обслуживать судно экипажем в 10 человек.

Суда, длиной порядка 140 м, обычно имеют четыре трюма, но из-за специально подобранной длины трюмов, судно получит возможность разбивки на три трюма, один из которых определенной длины, а остальные два равны его половине. Это позволит установку сдвижного люкового закрытия, которое будут иметь горловины, и через них можно будет осуществлять погрузку зерна, и все это существенно упростит сохранение и погрузку при плохих погодных условиях. При перевозке зерна для предотвращения опасного накренения судна будут приняты меры, сводящиеся к устройству временных питателей (фидеров) и продольных переборок (шифтинг-бордсов).

На судне будут установлены типовые надстройка, с расположением экипажа на палубу выше машинного отделения, для создания условий с меньшей шумностью и вибрациями, и рулевая рубка, с обзором для рулевого на весь горизонт, как это выполнено на последних проектах ОАО КБ «Вымпел».

В заключение можно сделать вывод, что спроектированное судно будет являться новым образцом судов, конкурентноспособным и превосходящим ранее построенные суда и удовлетворять требованиям Правил РМРС и международных конвенций.

УДК 620.193

К.К. ШИРШИН, А.Л. ЕСИПОВИЧ, О.А. КАЗАНЦЕВ

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ОТХОДНОГО СЫРЬЯ

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

Защита нефтепромыслового и нефтеперерабатывающего оборудования, трубопроводов систем сбора и транспорта обводненной нефти, утилизации сточных вод и системы поддержания пластового давления от коррозии позволяет в значительной степени увеличить срок службы и снизить затраты на ремонт оборудования. Особенно актуальной защита от коррозии стала в последние годы в условиях закисления нефтескважин с целью увеличения нефтеотдачи. Наиболее эффективным и перспективным способом защиты оборудования нефтепромыслов от коррозии является применение ингибиторов коррозии - поверхностноактивных веществ, растворимых в воде или в жидких углеводородах. Ингибиторы образуют на поверхности металла защитные адсорбционные пленки, препятствующие доступу агрессивной среды к поверхности металла. Введение в агрессивную среду даже небольших количеств ингибиторов значительно снижает скорость коррозии металла. Ингибиторы можно использовать, не изменяя соответствующих технологических процессов и их аппаратурного оформления.

В настоящее время на российском рынке предложен широкий ассортимент ингибиторов коррозии для нефтепромыслового и нефтеперерабатывающего оборудования. К ним относятся ингибиторы фирмы Бейкер Петролайт (США) - Петротек и Сепакорр НТ; фирмы Клариант (Германия) - Додиген 481; фирмы Ай-Си-Ай Кемеликс (Великобритания) – Кемеликс, ЗАО «Колтек Инт.» (Россия) - ингибитор Геркулес 30617 и др. Предлагаемые ингибиторы коррозии демонстрируют достаточно высокую защитную способность, однако, характеризуются высокой стоимостью. Таким образом, поиск эффективных и одновременно дешёвых ингибиторов коррозии представляет большой интерес. На наш взгляд, одним из наиболее перспективных путей решения данной проблемы является использование для получения ингибиторов дешевого промышленного отходного сырья.

В настоящее время на территории завода ОАО «ДОС» (г. Дзержинск) скопилось большое количество трудноутилизируемых отходов, представляющих собой кислые раство-

ры органических азотсодержащих соединений, замещенных аминов, производных метакриловой кислоты и полимеров. Нами разработана технология выделения из отходов ОАО «ДОС» органических соединений и их очистки от неорганических примесей. На основе выделенной органической фракции и таловых кислот получен опытный образец ингибитора коррозии. Испытания ингибитора по ГОСТ 9.506-87 показали его высокую эффективность в водно-нефтяных средах. При средней рабочей дозировке 100 ppm был достигнут защитный эффект 98,5%.

Варьируя условия переработки, из отходов можно получить смеси солей аминов, амидов и имидазолинов различного состава, проявляющие высокую эффективность в различных средах (водных, органических и водно-органических). Исследование влияния условий на состав продукта позволит разработать дешевые, высокоэффективные ингибиторы коррозии на основе отходного сырья для различных отраслей, в том числе нефтепереработки, производства охлаждающих жидкостей, для систем водоподготовки и водоснабжения и др. Кроме того, в результате реализации проекта будет решена важная задача утилизации опасных промышленных отходов.

СЕКЦИЯ 15

ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЗНАНИЯ

УДК 1(091)+16

М.С. АНАНЬЕВА

РАЦИОНАЛЬНОСТЬ, ПОЛЕЗНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАК ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Управление любым предприятием предполагает адекватное грамотное каждодневное принятие решений. Процедура принятия решений связана с серьезными рисками как в области выпуска продукции и возможности причинения вреда потребителю, так и в области экономического состояния производства. Поэтому процесс принятия решений включает основные понятия, на которые должно опираться принимаемое решение. Этими понятиями являются: рациональность, эффективность, полезность. Собственно, *задачей тезисов* и является рефлексия относительно данных понятий.

Рациональность – одна из культурных ценностей. Без опоры на неё человек не смог бы действовать и познавать. Рассматривая понятие рациональности, следует обратить внимание на достаточно принципиальный элемент – субъект рациональной деятельности. Так, например, при разработке новой модели автомобиля субъектом рациональной деятельности может выступать инженер-конструктор, который определяет цель деятельности, принимает рациональные решения для ее достижения. Инженер-конструктор, принимая решение, также будет руководствоваться понятиями полезности и эффективности.

Д. Бернулли выдвигает тезис о том, что ценность чего-либо должна иметь основанием не цену, но скорее *полезность*. Понятие полезности ассоциируется с пользой, желательностью или удовлетворением. Такой же принцип применяется сейчас в международных требованиях к системе менеджмента качества производственных предприятий. Полезность выпускаемой продукции ассоциируется с пользой, которую получит покупатель и удовлетворенностью его потребностей.

Эффективность – способность выполнять работу и достигать необходимого или желаемого результата с наименьшей затратой времени и усилий. Так, эффективность производственного предприятия зависит от системы менеджмента качества, рациональности и полезности принимаемых решений сотрудниками и от умения исполняющего директора грамотно управлять производственным процессом.

Процесс принятия решения начинается с возникновения *проблемной ситуации* и заканчивается выбором решения – действия, которое должно ее преобразовать. Рациональность предполагает рациональный выбор целей и подбор наиболее эффективных средств их осуществления. Основным критерием, по которому оценивают рациональность предпринятых действий, является полезность, отражающая пользу выпущенной продукции и удовлетворенность потребителя. В свою очередь, полезность произведенных автомобилей обеспечивает высокий спрос на продукцию, что говорит об эффективности производства.

УДК 378.241

А.Е. БАРИНОВ, А.Е. ЗАКОЛОДКИН, С.Н. МАЛОЗЁМОВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ В СТАНОВЛЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ТРИЗ – Теория Решения Изобретательских Задач. Разработана Г. Альтшуллером в XX веке. ТРИЗ призвана развивать *изобретательское мышление* у человека, помогая решать задачи, ответ на которые невозможно получить традиционным путём. ТРИЗ неоднократно пытались ввести в систему образования советских вузов, но потерпели неудачу. У студентов не было желания учиться изобретать, да и консерватизм администрации, как всего общества был велик. Для интеграции новых навыков мышления необходимо время и регулярные тренировки, которые не вписывались в лозунг «стране нужна продукция». С переходом на болонскую систему обучения как раз и появляется та недостающая потребность в сильном научном мышлении у студентов старших курсов, которую и может дать ТРИЗ.

Путь молодого учёного для многих, вступивших на стезю науки, начинается в магистратуре. Изучив базовые дисциплины за первые четыре года обучения, получив полезные навыки в своей профессии, молодые люди дерзают продолжить учёбу, став магистрантами. И тут же наталкиваются на «подводный камень» этого обучения – стиль получения знаний кардинально меняется. Вместо постоянных лекций и практических занятий в институте и на предприятиях, курсовых работ и стандартного диплома, студенты получают практически полную свободу действий и огромное количество времени в придачу. Их обучение переходит в *самообучение.*

Появляется необходимость вести научный поиск, зачастую изучая опыт зарубежных коллег из непереведённых первоисточников. Конечно, накапливание информации жизненно необходимо для написания научной работы, но часто разбираясь в чужих научных трудах, видишь скорее тупиковые ветви развития, чем потенциал для научного роста. Важно иметь механизм для сбивания психологической инерции человека, завязшего в специальных терминах и определениях, умение смело фантазировать и решать сложные задачи, подчас уходя от привычной логики.

Таким образом, мы имеем в качестве ресурса для внедрения ТРИЗ в современном социуме и время, и желание студентов решать изобретательские задачи. Известно, что тренировка социальных навыков и навыков мышления, усвоение больших и сложных массивов знаний эффективно проходит на занятиях в формате активного обучения, то есть тренингов. Например, можно выделить для магистров специальный день для тренирования способности смело и научно мыслить (как для уроков труда в школе), и в этот день вести такое активное их обучение в форме лекций, диалогов, разборов домашних заданий и т.д. Вначале можно провести эксперименты на нескольких факультетах или университетах, с помощью различных методик преподавания и подачи материала, и на основе этого разработать единую эффективную систему преподавания предмета, доработать существующие учебники, а затем начать более глобальное внедрение. Можно ввести в качестве домашнего задания обязательное решение задач в области своей научной работы с помощью элементов ТРИЗ – это ускорит процесс создания диссертаций, и повысит эффективность занятий, ведь большинство студентов занимаются написанием дипломов в последние полгода перед защитой.

ТРИЗ позволяет человеку, имеющему хорошую теоретическую и практическую базу знаний, самосовершенствоваться в современном мире, в котором прогресс шагает десятимильными шагами, а техника развивается неимоверными темпами, разрешать неразрешимые на первый взгляд противоречия и улучшать окружающий его мир.

УДК 116.01.

Е.А. БОРЗАЯ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

РЕФЛЕКСИЯ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рефлексия, как тип философского мышления, предполагает процедуру обращения сознания на себя. Целенаправленное изучение рефлексии велось в различных философских системах, начиная с античности. Греция, будучи родиной *европейского социокода*, где на рубеже первого тысячелетия происходило его зарождение, неминуемо отсылает нас к образу Сократа. Этот «практикующий» философ, пробуждающий афинян к активной жизни, – всегда присутствует в пространстве рассуждения относительно рефлексивных процедур, что сохраняет актуальность и сегодня при обсуждении сценариев поведения человека в мире глобальной коммуникации.

Естественно, рефлексия трактовалась по-разному: у Сократа – как самопознание, у Платона и Аристотеля – как один из атрибутов Божественного разума (наряду с мышлением); в средневековой философии – как самовыражение «умной энергии» Бога. Р.Декарт придал рефлексии статус основного методологического принципа философии, коррелирующего с самой природой философского знания. Дж. Локк разработал вопросы эмпирической рефлексии, а В.Лейбниц – логической. Трансцендентальная рефлексия И.Канта – это синтез логической и эмпирической трактовок рефлексии. У Гегеля рефлексия снимает собственные моменты в движении ко всеобщему, репрезентируя бесценные моменты этого движения. В психологии рефлексия рассматривается как процесс самопознания индивидом внутренних психических актов и состояний. Систематическая разработка психологических аспектов рефлексии началась в 60-е годы XX века в школе *В.А. Лефевра*.

Для прояснения значения рефлексии стоит сначала рассмотреть ситуацию одного субъекта. У него есть представления об объективной реальности. Но он может и осознавать, т.е. рефлексировать относительно этих представлений, а также понимать осознание этих представлений, осознавая осознание. Так мы формируем рефлексивную реальность. Рефлексия субъекта относительно своих собственных представлений о реальности, принципах своей деятельности и называется *авторефлексией* или *рефлексией первого рода.* Кстати, в большинстве гуманитарных исследований речь идет, в первую очередь, об авторефлексии, под которой в философии понимается процесс размышления индивида о происходящем в его сознании. *Рефлексия второго рода* имеет место относительно представлений о реальности, принципах принятия решений, *авторефлексии других субъектов.*

Не меньшее значение имеет рассмотрение рефлексии в коллективном поведении, что особенно актуализируется сегодня, в мире глобальной коммуникации, отличающемся невероятной сложностью пересекающихся кооперативных эффектов от взаимодействий большого числа акторов. Сегодня разобраны две составляющие в моделях принятия коллективных решений. *Во-первых,* это концепция общего знания, суть которой в том, что вся существенная информация, принципы принятия агентами решений всем известны. Другими словами, *«всем известно, что всем это известно». Во-вторых,* концепция собственного решения: каждый агент следует некоторой процедуре принятия решений, «не задумываясь» над тем, что знают и как ведут себя остальные агенты. Это две крайности, между которыми есть некоторое число вариантов развития событий. Предположим, что актор может спрогнозировать поведение других агентов; тогда соответственно он конструирует свой сценарий действия с учетом этого прогноза. Данный прогноз можно считать информированностью актора о возможных действиях других агентов-акторов соответственно. Информированность есть результат отражения объективной реальности в сознании. В общем смысле с этим фундаментальным свойством бытия человека и связан термин «рефлексия». Между объективной реальностью и ее образом в сознании, трактуемого как «образа части особой рефлексивной реальности», –существует неизбежный зазор, несовпадение, из-за которого рассматривается не

один исход развития событий, а множество вероятных вариантов. Кстати, именно этот *зазор*, понимаемый как несовпадение смыслов-событий, и создает возможность коммуникации, этого базового элемента мира глобализации.

Представляется, что процесс рефлексии в коллективном поведении как процесс взаимного «отражения» и обсуждения действий, становится особенно актуальным. И разработка проблем рефлексии продолжается, как важнейшая составляющая процесса принятия решений в сложных системах, характеризующихся нестабильностью, нелинейностью и неоднозначностью их развития.

УДК 165

И.В. ВАГАНОВ, М.А. ДЕМИДОВА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ КАК ВАРИАНТ РАЗРЕШЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Объекты высоких степеней сложности и дальних порядков в связи с отсутствием инструментов познания, зачастую, порождают невозможность дальнейшего изучения некоторых теорий. Такой факт вызывает размножение конкурирующих или спорных взглядов во многих отраслях науки. Как *гипотезу*, можно сформулировать догадку о наборе современных гносеологических теорий, которые помогут разобраться с подобной ситуацией.

Во времена современного прогресса разногласия в рядах ученых из-за отсутствия инструментов познания, тесно связанных с процедурой рефлексии касательно многих вариантов большинства технических теорий и невозможностью признания единственной версии как основополагающей, являются нормальным положением. Выяснить причины и возможный результат таких вариаций возможно посредством рассмотрения двух эпистемологических теорий: эпистемологического анархизма и синергетики.

Теории в технической сфере, как и теории, исследующие человекоразмерные системы, являются открытыми для научно-познавательных вливаний извне, включают в себя большое количество подтеорий – элементов, нередко, которые, входят в дискурс друг с другом. Большинство теорий существуют в стационарном устойчивом положении, невзирая на взаимное воздействие элементов с хаотическими чертами и периодически рождающиеся новации и открытия, что позволяет применять их для разрешения практических задач.

В рамках неклассического типа научной рациональности противоречивые гипотезы создают сумятицу и беспокойство, с точки же зрения постнеклассической науки отрицательные факторы исчезают. Именно из-за этого многие положения в теориях, не воспринимающиеся со стороны только неклассической науки, можно объяснить с помощью феномена постнеклассической рациональности – синергетики.

Последнее предположение как раз и соответствует обозначенному нами ранее одному из течений теории познания – эпистемологическому анархизму, основателем которого считается Пол Фейерабенд. Согласно этому учению, всеобщих мерил истинности познания не существует, а единственное правило, которого следует придерживаться, это принцип *«anything goes»* – дозволено все. Любому ученому позволено изобретать свою собственную доктрину, защищая ее и ведя пропаганду всеми имеющимися способами.

Опыт применения метода Пола Фейерабенда может стать одним из тех инструментальных способов, с помощью которого возможно объяснение развития техники по новому, ранее неизвестному пути, придающему большую ценность новым акцентам и приоритетам, возможно, определяющим кардинально иной уровень человеческого познания.

Анализируя приведенные доводы, можно сказать, что взаимодействие философии и науки обладает более крепкой связью, чем казалось ранее. Изучение методологии, *во-первых*, придает науки ориентацию, указывающую пути дальнейшего совершенствования; *во-*

вторых, объясняет необходимость комплексного взаимодействия разных дисциплин; *в-третьих*, отчуждает закостенелость научных подходов в различных теориях, в которых необходимо изменить отношение к новым задумкам; в-четвертых, разрешает защищать эти новые мысли любыми доступными аргументами.

УДК 165

И.В. ВАГАНОВ, А.М. ЮНКНИКЕЛЬ

ДИССИПАТИВНАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ КАК ОБЛАСТЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕОРИИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ: ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сложные саморегулирующиеся системы можно рассматривать как устойчивые состояния еще более сложной целостности – саморазвивающихся систем. Со второй половины XX века развиваются междисциплинарные исследования сложных систем, характеризующиеся развитием, в ходе которого происходит переход от одного типа саморегуляции к другому, обладающих иерархией уровней организации элементов. Зарождается новое междисциплинарное направление науки – синергетика, изучающая общие закономерности явлений и процессов в сложных неравновесных самоорганизующихся системах. Область исследований синергетики чётко не определена и вряд ли может быть ограничена, так как её интересы распространяются на все отрасли естествознания. Общим признаком является рассмотрение динамики любых необратимых процессов и возникновения принципиальных новаций.

В основе синергетики первоочередным понятием является самоорганизация. Самоорганизация – в самом общем понимании означает самодвижение, самоструктурирование, самодетерминацию природных, естественных систем и процессов. Сама концепция самоорганизации – одно из наиболее ярких многообещающих направлений в научной жизни последнего десятилетия, причём её теоретико-познавательный статус чётко не определён до сих пор.

Фундаментальным принципом самоорганизации служит возникновение нового порядка и усложнение систем через флуктуации (случайные отклонения) состояний их элементов и подсистем. При охлаждении расплава до температуры кристаллизации необходимо обратить внимание на флуктуации теплоты. На микроуровне тепловая энергия некоторых локальных участков может быть меньше, чем средняя в расплаве, и именно в этих участках начнётся процесс формирования зародыша кристалла.

Переход из жидкого в твердое состояние, возможен тогда, когда твердое состояние более устойчиво, имеет более низкое значение свободной энергии. Но сам переход из одного состояния в другое требует затраты энергии на образование поверхности раздела жидкость – кристалл. Превращение произойдет тогда, когда выигрыш в энергии от перехода в более устойчивое состояние будет больше потери энергии, идущей на образование поверхности раздела.

И так, флуктуация тепловой энергии является начальным толчком для перехода к самоорганизации. Она ведёт систему к точке бифуркации, то есть к критическому состоянию системы, при котором система становится неустойчивой относительно флуктуаций и возникает неопределенность, выражающаяся в том, что станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более дифференцированный и высокий уровень упорядоченности.

В разобранном примере зародыш кристалла образуется, если за счёт флуктуаций возникнет достаточных размеров локальный участок расплава, обладающий относительно низкой теплотой. Если же размер флуктуационного отклонения будет недостаточным, то начавший было образовываться зародыш кристалла, расплавится, перейдёт в хаотическое состояние. Разобранный пример ярко выражает присутствие основных принципов синергетики в теории кристаллизации.

Динамичность (процесс перехода системы из одного состояния в другое) и нелинейность теории кристаллизации с точки зрения диссипативной структуры не вызывает сомнения.

УДК 168

И.В. ВАГАНОВ, О.И. БАРЫШНИКОВА

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ТЕОРИИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка научных основ литейного производства и металловедения началась в конце 20-х – начале 30-х годов XX века на базе трудов Дмитрия Константиновича Чернова. В своих работах по кристаллизации стали и строению слитка Чернов изложил основные положения теории литья, не утратившие своего научного и практического значения в настоящее время. Взгляды этого выдающегося ученого на проблему кристаллизации отливок являются и по настоящее время основополагающими для всех учёных-металловедов.

Теория кристаллизации, которую также называют теорией затвердевания, находится в состоянии диалога на протяжении века. Его суть заключается в том, что большое количество авторитетных учёных постоянно развивают свои предположения многих ответвлений этой теории, которые в свою очередь являются довольно противоречивыми или не до конца сформированными.

Проблема затвердевания отливок с точки зрения современных задач литейного производства и металловедения есть, прежде всего, проблема управления процессом формирования кристаллического строения реальных отливок с целью повышения конструкционных, технологических и служебных свойств литого металла. Впервые она привлекла внимание металлургов и литейщиков в конце позапрошлого века.

Развитие учения о кристаллизации привело к созданию ряда гипотез, объясняющих процесс формирования кристаллического строения реальных отливок. Однако среди них нет теории, которая могла бы с определенностью, достаточной для практики, указать эффективные способы управления процессом кристаллизации отливок. Поэтому для поиска правильных решений необходимо сопоставление взглядов представителей различных научных школ. Любая научная работа начинается с анализа поставленного вопроса – обзора существующих взглядов на решение какой-либо проблемы. Многогранный анализ положений данного вопроса позволяет правильно решить задачи, решение которых необходимо для достижения поставленной цели.

Современная теория кристаллизации была создана работами Д.К. Чернова, Я.И. Френкеля, Г.П. Иванцова, Б.Чалмерса, Г.Ф. Баландина, В.И. Добаткина, Н.И.Хворинова, Б.Б. Гуляева, А.А. Рыжикова, Ю.А. Нехендзи, Н.Г. Гиршовича и др.

Для подтверждения концепции несостоятельности настоящего положения дел в литейном производстве перечислим ещё несколько спорных гипотез, противоречащих друг другу, неявно дополняющих друг друга или же являющиеся таковыми лишь из-за того, что они являются чисто теоретическими, эмпирический результат которых невозможно проверить, даже находясь на современном уровне человеческого развития. Таковыми гипотезами являются: формирования поверхностных зон мелких и столбчатых кристаллов; образование дендритов; образование конуса кристаллов; внеосевая неоднородность и другие.

Изложение основных представлений о механизмах, имеющих место в этих гипотезах, является демонстрацией невозможности дать исчерпывающие объяснения всем особенностям теории затвердевания.

Если воспринимать такую ситуацию как область только неклассической науки, то навряд ли мы сможем дать объективную оценку происходящему в соответствующих теори-

ях. Но в контексте постнеклассической науки становится возможным понимание и развитие таких теорий.

УДК 165.01

И.В. ВАГАНОВ

ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЙ АНАРХИЗМ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕОРИИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Суть эпистемологического анархизма заключается в провозглашении отсутствия универсальных критериев истинности науки, причем навязывание разнообразных критериев государственными структурами или обществом приравнивается к препятствию для свободного разностороннего развития научного знания. Любой ученый может развивать свою собственную идею, какой бы абсурдной или устаревшей она не была, а любой из нас должен быть свободен в выборе, с какими из таких теорий соглашаться.

Согласно эпистемологической теории познания, один единственный принцип, которому стоит следовать это принцип «дозволено все». Согласно этому принципу, каждый ученый может придумывать свою личную концепцию и защищать ее любыми способами. Его аргументы отбираются как угодно, в произвольном направлении, соглашаясь с личными интересами, желанием произвести впечатление на других, от скуки и от других причин. Они не должны соответствовать требованию эмпиризма, фальсифицируемости или какому-либо другому, кроме требования максимального убеждения для остальных ученых или простых обывателей. Ученый может проводить пропаганду своих взглядов любыми доступными методами.

По отношению к теории затвердевания большинство ученых скептически относятся к доводам своих оппонентов. Отвергаются их гносеологические подходы, не воспринимаются новые методологические аспекты. Гипотезы ad hoc, т.е. гипотезы, которые предназначены для объяснения отдельных явлений, невозможно объяснить в рамках данной теории. Они находятся для ученых-металлургов в сомнительном положении, а в большинстве случаях от них отказываются вовсе. Гипотеза ad hoc делает предсказания относительно тех явлений, которые нужно открыть. Среди закостенелых ученых должны происходить качественные совершенно непредсказуемые с позиции научного познания изменения. Чтобы достичь успеха, необходимо отойти от очевидности, сократить степень подтверждаемости опытом наших теорий, отвернуться от ранее приобретенного и начать сначала. Это и будет тем принципиально новым, взятым из методологического арсенала науки, что подтверждается современным веянием.

Создание довольно четких универсальных стандартов в градации истинного и ложного знаний является искусственным, плохо влияющим на развитие знания. Положения об образовании дендритов, которые находятся в постоянной пролиферации, являются наглядным примером, подтверждающим это высказывание. Наложение таких правил и стандартов к металлургии, которая на протяжении века «мыслит» одинаковыми принципами, не приведет к наилучшему исходу.

Идеи, образующие в настоящее время подлинный базис науки, существуют только благодаря тому, что живут предрассудки – именно они противопоставляются разуму и по мере возможности проявляются. Исходя из этого, мы должны заключить, что даже в науке разум не может быть всевластным и должен оттесняться в пользу других побуждений. Не существует правила, сохраняющего свое значение при любых обстоятельствах, к которому можно ссылаться всегда.

Эпистемологический анархизм может явиться одним из тех инструментов, который способен разъяснить развитие металлургии по особому пути, внося в нее новые, немыслимые в прошлом и настоящем, принципы.

УДК 165.01

А.М. ВОРОН, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОСТЬ ЯЗЫКА В СИСТЕМЕ «ЧЕЛОВЕК-МАШИНА»: ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛОГИКО-ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Понятие «коммуникация» решительно ворвавшись в дискурс современной науки, многое изменило в здании науки. В частности, процессы коммуникации, играющие огромную роль в обществе глобальной коммуницируемости, актуализировали изучение языковых проблем не только в корпусе социально-гуманитарной мысли, но и среди ученых, традиционно находящихся несколько вдалеке от этих, традиционно считающихся гуманитарных проблем. Над проблемами языка сегодня работают ученые самых различных специальностей, в том числе и те, кто непосредственно занят созданием искусственных языков, информационными технологиями. Эта «прагматичность» не освобождает их от необходимости рефлексивной деятельности относительно природы языка вообще, и специфики создаваемых ими искусственных языков. Так рефлексия стала потребностью не только гуманитариев, но и представителей технической мысли. Для современной философии язык – это имманентная составляющая коммуникативистики, складывающегося сегодня раздела прикладного социально-гуманитарного знания.

В современной семиотике различают естественные языки, эволюционно возникающие как результат развития этносов и культур, и искусственные языки, создаваемые специалистами для решения прагматических задач. Реальность информационного общества актуализировала потребность не только создания формализованных и машинных языков, но и их изучения через призму философско-методологического анализа, неизбежно содержащего логические и эпистемологические аспекты. Это изучение искусственных языков значимо для «отработки» того массива коммуникативистики, который покрывается понятием «*коммуницируемость*» в отличие от массива, именуемого понятием *«коммуникативность*». Итак, коммуникативное и коммуницируемое – это бинарная оппозиция, служащая исходной клеточкой понятия «коммуникация». *Цель* наших тезисов – обратить внимание на коммуницируемое, т.е. в большей степени на технико-технологические аспекты искусственных языков, выполняющих инструментальную роль в системе «человек-машина».

Сегодня еще не существует технологии, позволяющей машине обрабатывать текст или речь на естественном языке. Дело в том, что специфика естественного языка, его многозначность, – препятствие на пути исследователей. Поэтому используются разнообразные языки со строгим синтаксисом и четко определенной семантикой. Общение между человеком и машиной было бы облегчено, если бы осуществлялось на основе человеческого языка. Отнюдь не случайно взаимодействию человека и машины уделяют много внимания в кибернетике.

Для перевода информации с естественного человеческого языка на машинные языки есть специальные алгоритмические языки. *Алгоритмический язык* оформлен в виде формализованного языка со строго описанным синтаксисом и заданной семантикой его грамматических категорий. Центральное место в алгоритмических языках принадлежит текстам, называемым программами. *Понятие программы* формулируется в структурных терминах синтаксиса этого языка, без какого-либо обращения к смысловым категориям. Точно такой же характер носит и описание процедуры выполнения программы. Поэтому в роли исполнителя алгоритмов, записанных на формализованных алгоритмических языках, может выступать не только человек, но и машина.

Вычислительные машины копируют не только знаковое поведение человека, они вторгаются и в область мыслительной деятельности, воспроизводя умственные операции человека. Важным открытием математической логики было обнаружение того, что дедуктивные операции, совершаемые мышлением, сводятся к конъюнкции, дизъюнкции и отрицанию, которые можно представить математическими операциями умножения и сложения. Благодаря этому открытию оказалось возможным представление мыслительных операций в качестве математических операций над числами. Вследствие возможности кодирования содержания нашего мышления посредством чисел, а сведения дедуктивных операций – к операции сложения, удалось моделировать мыслительную деятельность человека на вычислительных машинах.

Проникновение вычислительных машин в научную и социально-культурную сферы актуализировало алгоритмические языки в жизни общества. Последнее выражается в том, что алгоритмы и реализующие их программы становятся ресурсами экономического, научного и культурного потенциала общества, что инициирует серьезные методологические проблемы, в частности, эпистемологического характера. Отметим, что расширяющееся использование алгоритмических языков маркирует особый стиль мышления, что приводит тоже к неожиданным проблемам. В частности, соотношение этого особого стиля мышления с традиционным математическим мышлением – тоже репрезентант мало разработанной пока методологической проблемы.

Так, сугубо прагматические задачи, стоящие перед исполнителем, неожиданно привели не только к инженерным проблемам, но и к проблемам философско-методологического характера, что репрезентирует неотъемлемую черту современного научного знания – его междисциплинарность.

УДК 168.521

Т.Б. ГАГАРИНА, Н.В. КСАНДРОВ

ХИМИЯ И ФИЗИКА: РЕДУКЦИЯ ИЛИ ИНТЕГРАЦИЯ?

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Наука, как известно, определяет облик современной цивилизации. Технологический прогресс, основанный на внедрении научных достижений в жизнь, меняет конфигурации современного общества, что свою очередь приводит к новому качеству жизни. Наука не только революционизирует сферу производства, но и оказывает влияние на многие другие сферы человеческой деятельности, начиная регулировать их, перестраивая их средства и методы. Одним словом, наука меняет весь универсум человеческого бытия.

Наука, как особый вид познавательной деятельности, взаимодействует с другими формами этой деятельности. Это взаимодействие проявляется и в самом процессе научных открытий, и в процедурах их включения в культуру, и, наконец, во влиянии науки на все другие формы человеческого познания.

Оглядываясь на историю взаимоотношений физики и химии, нельзя не отметить, что физика, будучи лидером естествознания, играла важнейшую решающую роль в развитии теоретических концепций и методов исследования в химии. Степень признания этой роли можно оценить, просмотрев, например, список лауреатов Нобелевской премии по химии. Не менее трети в этом списке являются авторами крупнейших достижений в области физической химии. В частности, среди них есть те, кто открыл радиоактивность и изотопы. Это Резерфорд, М. Кюри, Содди, Астон, Жолио-Кюри. Есть и основатели квантовой химии: Полинг и Малликен. Есть основатели современной химической кинетики: Хиншелвуд и Семенов. Есть те, кто развили новые физические методы, например: Дебай, Гейеровский, Эйген, Норриш и Портер, Герцберг.

Наконец, следует иметь в виду и то решающее значение, которое начинает играть в развитии науки производительность труда ученого. Физические методы сыграли и продолжают играть в этом отношении в химии революционизирующую роль. Достаточно сравнить,

например, время, которое затрачивал химик-органик на установление строения синтезированного соединения химическими средствами и которое он затрачивает теперь, владея арсеналом физических методов. Несомненно, что этот резерв применения достижений физики используется далеко не достаточно.

Нельзя не отметить, что физика во все большем масштабе и все более плодотворно вторгается в химию. Физика вскрывает сущность качественных химических закономерностей, снабжает химию совершенными инструментами исследования. На протяжении всего времени возникают новые вопросы, для решения которых используют комплекс научных знаний нескольких наук. Интеграция и редукция являются яркими примерами этого.

Анализируя закономерности развития научного знания, учитывая историзм науки в процессе её развития, прослеживаются взаимоотношения дисциплин. Изучая процессы интеграции и редукции, устанавливается связь между ними.

Все научные исследования, проводимые в химии и физике, все научные знания, полученные на «стыке» этих наук являются научной базой, и являются интегрированными. Обобщая полученные сведения, мы получаем универсальные знания, которые представляют собой особую ценность, стимулируя науку к дальнейшему развитию и совершенствованию. Процесс редукции способствует дальнейшему развитию и продвижению в конкретной области научного знания, на базе интегрированных данных.

Итак, основной процесс взаимодействия наук на «стыке» – интеграция, об этом свидетельствует физико-химическая научная база знаний, а также большое количество наук, выделенных на «стыке» химии и физики. Редукция – частный случай интеграционного взаимодействия этих наук.

УДК 621.3. 01.

Е.С. ГЕНЕРАЛОВА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ПОНЯТИЕ «БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ» В КОНТЕКСТЕ КОММУНИКАТИВИСТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Реальность глобального социума выдвигает на первый план новые понятия, инструментальный характер которых осознается не только специалистами, но и рядовыми потребителями информации. Проблема «Больших Данных» актуализировалась в связи с осознанием необъятности научных данных как некоего результата проводимых научных исследований. К началу XXI века научное сообщество накопило огромное количество данных и, вполне естественно, не раз задумывалось о последствиях активной научной коммуникации, ведущей к экспоненциальному росту информации в обществе, возможности которой не всегда поддаются контролю. В качестве примеров источников формирования Больших Данных обычно приводятся непрерывно поступающие данные с различных измерительных устройств, события от радиочастотных идентификаторов, потоки сообщений из социальных сетей, развитие которых невозможно прогнозировать. В чем же специфика и к чему ведет возникновения понятия «Большие Данные».

Термин «Большие Данные» имманентно включает в себя не только данные как таковые, но и методологию оперирования с ними. Иначе говоря, первичным является не количество данных, которое весьма огромно, но доминирующим являются *методы*, позволяющие осуществить переход от количества к качеству получаемой информации. Проблема, по мнению методологов, заключается отнюдь не в увеличении данных, а в старых не всегда адекватных методах, возможности которых ограничены, не позволяя справиться с новыми объемами информации. Необходимы новые средства для извлечения смыслов из бесконечно поступающих объемов информации, формирующейся в коммуникативной реальности глобального общества. Глобализирующий социум инициирует новые проблемы. В частности, одна из такого рода проблем, связанных с массивом роста данных, - это проблема распределения и анализа данных, содержание которой сводится к отсутствию понимания процесса получения

новой информации и новых знаний из уже имеющихся массивов данных. Данная проблема не может быть «схвачена» вне охвата связей цепочки *«данные – информация – знание»*. Без осмысления триады этих исходных понятий, их взаимосвязи и взаимовлияния – говорить о решении проблемы Больших Данных невозможно, если не сказать больше, – бессмысленно.

Необходимость анализа «Больших Данных», объединив в одном проблемном поле понятия «данные» и «информация», артикулировала потребность в обсуждении недостатков существующих методов перераспределения знаний. Понятие «данные» является сциентистски нагруженным, репрезентируя естественно-научный и технический массив знаний, чем понятие «информация», являющееся более универсальным, претендуя на общефилософский статус. В некоторых же контекстах эти понятия – «данные» и «информация» – используются как тождественные. Данные – это просто исходный материал, факты, которые используются для получения полезной информации. Информация – это результат связывания «сухих» данных посредством некоего контекста, метафорически говоря, «этакого питательного бульона». Информация, полученная как итог анализа данных, используется для принятия решения. Нестрогое отождествление двух терминов, являющееся следствием недостаточного внимания к философско-методологической рефлексии относительно исходных базовых понятий, – повлекло развитие технологий деятельности с экспериментальными данными, но при этом элиминировалась теория информации.

Естественно, сегодня сотни тысяч новых объектов, находящихся в цифровых хранилищах, Интернете, являются потенциальным резервуаром для бесконечности исследовательского процесса в науке, медицине, образовании, культуре и управлении. С каждым годом, по мере роста объема данных, все более осознается потребность в необходимости новых форм анализа возрастающих объемов данных.

До недавнего времени представления об обработке данных сводились к ограниченному кругу алгоритмических, логических или статистических операций над относительно небольшими объемами данных. Но по мере развития компьютерных технологий, их сближения с реальностью инициируется потребность превращений данных реального мира в информацию о реальном мире, при этом счетная нагрузка на компьютеры оказывается намного меньше, чем другие виды работ, выполняемые над данными. Таким образом, становится очевидной необходимость нового подхода создания алгоритмов анализа и переработки данных, основанного на естественном методе отбора знаний из информации. Последнее инициирует интерес к коммуникативистике как новому разделу философского знания с ее богатейшим методологическим арсеналом.

УДК 621.3

М.А. ДЕМИДОВА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК КОНКУРЕНТ ЕСТЕСТВЕННОГО РАЗУМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

«Человек – разумный» – стоит ли думать, что это аксиома? Если это изречение основано лишь на том, что люди умеют читать и писать, освоили электричество, создали различные сферы наук, думают о том, откуда взялась Вселенная и т.д., по праву ли Homo sapiens считает себя разумным? Допустим, появится новый, не естественный продукт, способный выполнять все эти функции. В чем тогда заключается отличие человека?

В XXI веке интеллектуальный вызов уже брошен. Появившийся феномен, названный искусственным интеллектом, уверенно отвоевывает лидерские позиции в конкуренции с естественным разумом. Он с легкостью выполняет задачи, ранее доступные только человеку. Сложно назвать область, где не использовался бы этот сложный программный продукт. Построение графиков и диаграмм, создание чертежей и схем, перевод с одномерных языков на многомерные – лишь малая часть от всех способностей современных компьютерных систем.

Ученые уже давно шагнули дальше и активно используют роботов в научных исследованиях, особенно опасных для человека. «К чему ведет такая прогрессивная замена человеческого труда на роботизированный, к общему развитию или деградации естественного разума?» – вопрос, вызывающий неоднозначную реакцию и множество споров.

Главная причина расхождения мнений, в первую очередь, поверхностное понимание термина «искусственный интеллект». Нередко ИИ называют элементарную электронику, что исключает возможность системы находить новые режимы работы самостоятельно. Участники Российской ассоциации искусственного интеллекта определяют это понятие как направление науки, целью которого является моделирование тех видов человеческой деятельности, которые традиционно считаются интеллектуальными, а также творческими. В этом случае программа подразумевает способность к самообучению и созданию собственных решений проблем и задач. Только при втором понятии термина ИИ возможна дискуссия об угрозе вытеснения естественного разума.

Но, возможно, понятие разум говорит о неких других принципах сознания. Например, человеческое развитие неотделимо связано с развитием культуры, искусства, создания орудий. Очевидно, разум определяет и способность судить. Возможно, в этом заключается наше качественное отличие? Таким образом, создание машины, способной генерировать мысли и идеи, еще не абсолютный показатель ее безоговорочного превосходства над человеком. Остается еще как минимум один барьер на этом пути, а именно человеческая душа.

УДК 165.0

С.А. ЗЕЛЕНЦОВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА ЗНАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Эпистемологические исследования представления знаний подвели к вопросу о возможности технологической сублимации знаний. Речь идет о том, можно ли в каком-то смысле отделить знания от мозга и реализовать их как действующую работающую систему на вычислительных машинах. В настоящее время большинство специалистов по искусственному интеллекту склоняютсяк осторожному оптимизму в решении этого вопроса. Осторожность связана с тем, что на сегодняшний день еще нет точного представления и точных знаний о собственных знаниях. Оптимизм связан с тем, что имеются реальные результаты, позволяющие реализовать в компьютерных программах экспертные знания, способные в практическом плане решать довольно сложные технические, медицинские, экономические, химические задачи. Эти программы под общим названием «экспертные системы», получив за последние десятилетия значительное распространение, вышли на уровень рыночных продуктов. Имеет смысл остановиться на тех спецификациях экспертных систем, имеющих существенное значение для анализа философско-эпистемологических проблем взаимоотношения естественного интеллекта и экспертных систем.

В самом общем виде знания, которые любой человек, обладающий нормальным естественным интеллектом, использует для принятия решений, сознательного распознавания объектов или постановки диагноза, можно разделить на два фундаментальных блока: стандартизованные, вполне рациональные и нестандартизованные, внерациональные. Стандартизованные знания являются общедоступными. Они излагаются в учебниках, справочниках, энциклопедиях, статьях, книгах. Проблема возникает в связи с тем, что в реальных жизненных ситуациях всегда есть значительный набор параметров, не подпадающих под стандартизованные знания. В таких ситуациях любой человек вынужден принимать решения с большим или меньшим риском, опираясь на свою интуицию, жизненный опыт и случайную информацию. В подобных ситуациях как раз и возникает необходимость рационализации, а за-

тем и формализации таких элементов здравого смысла. Такой программой, в которой оба блока знаний рационализованы, формализованы и представлены в виде выполняемых машиной алгоритмов, являются экспертные системы. Особенность таких программ заключается в том, что источником интуитивных знаний для них выступают эксперты, чьи профессиональные знания, опыт работы и принятия решений - позволяют предельно минимизировать риск принятия решений в условиях значительной неопределенности.

В философском плане процесс построения экспертных систем дает возможность нового подхода к исследованию знаний. Несмотря на то, что выявление и регуляризация экспертных знаний были возможны не только десятилетия назад, но даже и столетия, обозрение десятков тысяч правил, получаемых в процессе регуляризации и их проверка на совместимость, стали возможны только после создания экспертных систем, работающих на современных компьютерах. Более того, экспертные системы стали не просто сублимированными знаниями экспертов, превращенными в набор программ, но, что особенно важно, знаниями, способными автономно работать в режиме реального времени и обрабатывать гигантские массивы данных, необходимых для принятия адекватных решений быстрее, чем это способен делать эксперт – человек.

УДК 621.01.

О.В. ЗОТОВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

АВТОПОЭЗИС КАК МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Определим исходные понятия, прежде чем приступить к изложению сути тезисов. Под искусственным интеллектом (ИИ) понимают создание интеллектуальных машин и сами эти интеллектуальные машины, а также область компьютерных наук, занимающихся разработкой алгоритмов для таких машин. ИИ предоставляет средство и испытательную модель для теорий интеллекта: такие теории могут быть переформулированы на языке компьютерных программ, а затем испытаны при их выполнении [1].

Автопоэтические системы – это системы, которые сами себя воссоздают, единственным продуктом их организации являются они же сами. В автопоэтической системе в виду её информационной замкнутости представления о внешнем окружении всегда формируются на основе «внутренних» состояний системы. Живой организм реагирует на воздействия среды структурными изменениями, которые в свою очередь, изменяют его дальнейшее поведение. Следовательно, структурно связанная система является обучающейся. Постоянно взаимодействуя с внешней средой, живой организм претерпевает цепь структурных изменений, со временем вырабатывая свой уникальный путь структурного развития.

Допущение возможности выполнения технической системой интеллектуальных функций человека означает сведение высшего (биологического и социального) к низшему, т.е. к системам из неорганических компонентов. Общество имеет возможность создать системы из неорганических компонентов, минуя химическую форму движения, не менее сложные, и не менее способные к отражению, чем биологические. Созданные таким образом системы являлись бы компонентами общества, социальной формой движения. Следовательно, вопрос о возможности передачи интеллектуальных функций техническим системам, и, в частности, о возможности наделения их гносеологическими орудиями, не может быть решен только исходя из философских соображений. Он должен быть подвергнут анализу на базе конкретных научных исследований.

Системы, обладающие психикой, отличаются от ЭВМ, прежде всего, тем, что им присущи биологические потребности, обусловленные их материальным, биохимическим субстратом. Отражение внешнего мира происходит сквозь призму этих потребностей, в чем вы-

ражается активность психической системы. Машина не имеет потребностей, органически связанных с ее основой, для нее информация незначима, безразлична. Компьютер может быть запрограммирована на любую цель.

Развитая кибернетическая система обладает рецепторными и эффекторными придатками. В роботах третьего поколения компьютер выполняет и «интеллектуальные» функции. Их взаимодействие с миром призвано совершенствовать их «интеллект». Такого рода машины управляют домной и прокатным станом, автомобилем и поездом, распознают речь и изображения, проектируют роботов, обладающих осязанием и зрением.

Но, если позволить «разумной» машине принимать самостоятельные решения, то невозможно заранее предсказать, какими будут эти решения, и нет уверенности, что эти решения устроят человека.

1. **Люгер, Д.Ф.** Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: [пер. с англ.] / Д.Ф. Люгер. – 4-е изд. – М.: Издательский дом «Вильяме», 2003. – 864 с.

УДК 167.7

Д.В. ЗЫРИН, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ПРИНЦИП РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие науки и техники не стоит на месте. В этом суть информационного общества с его постоянной интенцией на развитие науки, техники, технологий. Как следствие этого, появляются обозримые доказательства реальности ранее неизвестных процессов, а также открываются широкие возможности для решения новых задач. Благодаря этому, возникло громадное поле для исследований, что инициировало получение новых результатов. Параллельно с развитие науки в ее стадии технонауки, нельзя не отметить и развитие общества, а также изменения представлений людей об устройстве мира, как в глобальном, так и локальном направлениях.

Занимаясь узкими специальными вопросами, исследователи часто сталкиваются с проблемами подходов к построению новых концепций, причем, часто это происходит в связи с такой философской проблемой, когда длительное неприятие новых подходов к созданию сложных систем обусловливается не наличием их неэффективности, а определенными философскими представлениями метафизического характера. В частности, для понимания взаимосвязи направлений современной электроэнергетики необходим новый образ мышления, отличный от уже существующего анализа, а именно – *системное мышление.*

Современные тенденции автоматизации и перехода к полному автоматическому управлению сложно реализовать как в существующих электрических распределительных сетях, так и при новом проектировании, используя классические радиальные схемы с диспетчерским управлением. Представления об узле нагрузки сети как об автономном элементе, способном самостоятельно и избирательно принимать решения, исходя из внешних воздействий на контролируемые параметры, воспринимается как невозможное в среде проектировщиков. Но полную интеллектуализацию электрических сетей, потенциально возможно реализовать посредством *критического подхода к мышлению*, а гексагональные электрические сети являются ключевым инструментарием в данном вопросе.

Избирательность в отношениях системы к внешнему воздействию означает в кибернетической системной теории собственную избирательность, что характерно для элементов управления функционирование гексагональной сетью. Из возмущений окружающего мира система выбирает те, в которых она нуждается, чтобы стабилизировать или оптимизировать

собственные состояния. Данные алгоритмы, как и сеть в целом, самореферентно контролирует самовоспроизводство событийных элементов системы. Это свойственно аутопойетическим системам, таким, например, как интеллектуальные гексагональные электрические сети. Аутопойесис в гексагональных сетях означает то, что все, что функционирует в системе как целостности – элемент (единица оборудования), операция (алгоритмы функционирования), структура (гексагональная зона), границы – обязано собственному процессу производства системы. Причем, на этом уровне производства системообразующих составляющих невозможен импорт инородных материалов, поэтому в этом отношении система понимается как закрытая система (операционально или структурно).

Эволюция подхода к построению сетей, как результат эволюции системного мышления, носит двойственный характер: наблюдается упрощение одних свойств системы и усложнение других. Система в целом становится более закрытой при формировании многосложных внутренних структур.

Так, решение специальных вопросов сугубо практического характера нуждается в использовании арсенала методологии, предполагающей обращение к исходным методологическим принципам как базовому каркасу этого универсального раздела философии, применяемого порой там и тогда, где и когда совершенно этого не предвидишь.

УДК 162.01

А.Э. ЕРМИЛОВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

УПРАВЛЕНИЕ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ СЦЕНАРНО-СИТУАЦИОННОГО ПОДХОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Задачи совершенствования управления любой организации актуализируются в быстро меняющемся мире с его интенцией на бесконечные инновации. Адекватное и грамотное управление – неотъемлемая потребность функционирования организаций; не случайно этому обращают внимание специалисты разных профессий. Очевидно, что современные технологии обработки информации и коммуникационные технологии потенциально способны удовлетворять потребности в управлении. Но на деле далеко не все достижения науки используются в управленческой деятельности, о чем свидетельствуют реально функционирующие организации. Судьба одних организаций – процветание, а других – увядание. В чём же причина такого неоднозначного результата, некоторой дифференциации их успеха? Вероятно, одной из причин этого является разница в подходах к управлению; возможно, и в наличии технического оборудования, т.е. оснащенности автоматизированными системами интеллектуальной поддержки управления и принятия решений. *Задача* наших тезисов – обратить внимание не на главное, а на нюансы, часто упускаемые при построении таких систем. Строительство автоматизированных систем интеллектуальной поддержки на основе сценариев ситуационного подхода к управлению – это достаточно продуктивный, на наш взгляд, путь, который мы обосновываем здесь.

Как известно, существуют разные подходы к управлению. Они выделяются с точки зрения школ управления: научный и административный подходы. Существуют различные основания для обозначения этих подходов: человеческие отношения, науки о поведении, количественных методов. Другое основание выделяет процессный, системный и ситуационный подходы к управлению. На наш взгляд, ситуационный подход наиболее продуктивен для реализации автоматизированных систем управления. Ситуационный подход включает в себя возможность использования всех раннее разработанных подходов. Он также позволяет осуществлять выбор действия сообразно сложившейся обстановке как внутри, так и вне организации. В его основе заложена предопределённость различных решений по управлению системой или организацией по отношению к распланированным возможным ситуациям (предусмотренным заранее). Центральным элементом ситуационного подхода является ситу-

ация – модель системы (организации) в определённом состоянии. Поэтому задачей при построении системы управления является выявление состояний системы (внутренних переменных) и потенциальных внешних входных воздействий (внешних переменных), а также методов и руководств к действию в том или ином состоянии и внешнем входном воздействии. Иначе говоря, ситуация есть смысловая единица в этом подходе к управлению, через которую и «высвечивается» организация как объект управления.

Понять ситуацию как некое «зеркало» системы можно через процедуру автопоэзиса, теория которого репрезентирует исследование системности в рамках теории Н.Лумана. Эта теория затрагивает проблематику восприятия общества как самопорождающейся системы, смотрящей на саму себя, но не видящей полной картины подобно тому, как глаз человека не способен сам себя увидеть без зеркала. Данная теория позволяет учитывать все нюансы и «слепые пятна» при рассмотрении систем, в том числе автоматизированных систем управления. Наиболее адекватно отразить автопоэзис автоматизированной системы можно, используя методологию ситуационного подхода, обладающую наибольшей гибкостью.

В этих тезисах лишь обозначаются некие преимущества ситуационного подхода в качестве основания для разработки автоматизированных систем причем предлагается подключить к этому методологию исследования автопоэзисных систем, как отвечающую поставленным задачам. Приводятся выводы и рекомендации по их построению, нуждающиеся в дальнейшем исследовании.

УДК 621.3

Р.Ю. КОПЫЛОВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ КАК ОТВЕТ НА КРИЗИС ТЕХНОГЕННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Данная тема инициирована проблемой экологического, топливного, экономического кризисов, а самое главное – кризисом культуры, экологической культуры, прежде всего. Человечество постепенно осознает, что именно кризис культуры есть основание взаимосвязанных экологических, энергетических и экономических кризисов.

Ученое сообщество пришло к выводу, что двадцатый век стал веком предупреждения. Бурный расцвет техники, появление радио и телевидения, ЭВМ, ядерная энергетика, выход в космос, генная инженерия и полимерные материалы – все это не только стало благом для человечества, но и принесло и огромные проблемы. Образ жизни, мироощущение и миропонимание человека изменилось, а самое страшное – человечество подошло к грани самоуничтожения. Ситуация нахождения на грани своей противоречивостью инициирует философскую рефлексивность, пробуждая интерес к метафизическим исследованиям. Иначе говоря, наступает час философии.

Для решения проблемы энергетического кризиса как проявления кризиса техногенной цивилизации вообще, необходим многостадийный подход. Этот подход включает и регулятивы культуры: в познавательной деятельности, например, – это создание общего социогуманитарного и естественно-научного знания, в аксиологии – гуманизации отношения человека к природе, другим людям, внедрение принципа ненасилия, в повседневной жизни – взаимопомощь и кооперация. Причем необходимо отметить ценность уже наработанного человечеством, в том числе и этику благоговейного отношения к жизни, о которой писал Альберт Швейцер.

В современном мире уже проявляется мудрость современного человечества, уже становящейся силой планетарного масштаба, направленной на защиту своих потомков, защиту будущего всей планеты.

По мере укрепления новых идеалов и норм поведения, у человечества появится реальная возможность изменить ход своего научно-технического развития, возможно, в лучшую сторону, в том числе и в сфере энергетики. При сохранении существующей сейчас негуманной и грабительской стратегии развития науки, технологии могут привести к коллапсу планетарного масштаба. Человек не должен забывать, что он не только использует природу, но и живет в ней, у него есть обязанности, которые необходимо исполнять – это забота о природе и о людях, живущих рядом с ним. Обязанности – это то, о чем наш современник в лице каждого из нас должен помнить ежедневно.

УДК 621.01

Ю.Н. КУЛАГИНА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ЧЕЛОВЕК КАК СУБЪЕКТ ТЕХНОСФЕРЫ: ТВОРЕЦ ИЛИ ПОТРЕБИТЕЛЬ?

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Антропоцентрическое мировоззрение техногенной цивилизации Запада поставило человека в центр техносферы. Техносфера – есть результат стремления человека изменять окружающий мир, его активной и деятельной сущности. И в этих изменениях человек выступает с одной стороны, как потребитель, с другой, как творец. Эти стороны все время борются между собой, что же управляет человеком: естественное или искусственное. Попытаемся найти ответ на поставленный вопрос.

Еще с древних времен человек принимал все, что давала ему природа. Она выступала для человека, как объект сохранения и защиты. Человек боготворил ее, за счет природы человек выживал и за это был ей очень благодарен. То есть, с этой точки зрения, человек поддерживает «естественное», он выступает, как потребитель.

Но, спустя время, в жизнь человека внедряются технологии. Теперь они ему помогают выживать, за счет них человек удовлетворяет свои потребности. Природа постепенно уходит на задний план, технологии ее вытесняют. Человек начинает творить и создавать. В жизни людей появляются различные приборы, средства, которые заставляют человека задуматься, насколько же он велик, он может достичь огромных высот. Человек все больше и больше начинает понимать, что природа – это сырье, подлежащее преобразованию. Люди должны ее использовать, для создания чего-то нового. От природы человек уже никак независим, теперь он сам может жить и ни в чем не нуждаться. С этой позиции, человек идет в ногу со временем, он выступает за «искусственное» и является творцом.

Мир естественно – искусственный содержит принципиально разнородные процессы, поэтому его контроль и предсказание его реакций затруднены. Многие ученые спорят между собой: «кем же является человек?» и на этот вопрос так и нет ответа. Например, Г. П. Щедровицкий показывает, что естественно-искусственное одновременно выступает «и как объект нашей деятельности, и как нечто живущее само по себе вне этой деятельности». Так, естественно-искусственный характер имеют все социальные и технические объекты и процессы, поскольку они всегда неадекватны практической задаче, ради решения которой создавались. Становится явной проблема: как «вписать технические устройства, создаваемые и реализуемые по проекту, в те системы деятельности, которые возникали в результате работы этих технических устройств».

В. М. Розин рассматривает любой технический объект как по самой своей сущности «естественно-искусственный»: он «представляет собой, с одной стороны, явление природы, а с другой – то, что необходимо искусственно создать». Понятие естественной среды при этом «расширяется, включая в себя социальные и хозяйственные структуры. Сама естественная среда становится элементом создаваемой технологии». Таким образом, «естественное» и «искусственное» снова сливаются в единое неразрывное целое. Человечество существует на границе между искусственным и естественным.

Так, по словам В. А. Кутырёва, человек есть «существо естественно-искусственное – преобразованная природа». Поскольку понятие «естественно-искусственный» отражает выход искусственных объектов из-под контроля создателей, он используется для описания техносферы.

Таким образом, человек, будучи по своей природе несовершенным, не имеющим инстинктов, позволяющим осуществлять инстинктивную деятельность непосредственно, как животному, изобретает мир культуры, мир символической вселенной, благодаря чему он достраивает себя до целостности. Мир культуры – это арена творчества человека, являющегося творцом, вкусившего вкус творчества. Наука шагнула далеко вперед. Все вокруг стало автоматизированным. И все эти удобства стали возможны, благодаря гению человеческому, открывающему себя именно в процессе творчества. Человек постоянно создает что-то новое, преобразуя этот мир, и улучшая, тем самым, свою жизнь. Homo ludens дал понять всем, что он – центр мироздания, он высшая сила, которая есть в этой Вселенной. Ему все подвластно, и в этой уверенности он, не всегда успевает осознавать совершаемое им в этом бесконечности процесса созидания, имманентно включающего в себя разрушение. Гений и злодейство живут рядом. Впрочем, как и творчество, и потребление, в бесконечном процессе которого доходящее до разрушительного состояния, потери субъекта творчества.

УДК 621.3

А.И. КУЛЬКОВ, И.Н. ТЕРЕНТЬЕВА

ИСТИНА ИЛИ ЭФФЕКТИВНОСТЬ: ДИСКУССИИ ПРОДОЛЖАЮТСЯ

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

Современные технологии улучшают нашу жизнь. А что же делает наука, так называемые «чистые исследования»? Сегодня вполне серьезно обсуждается вопрос о том, нужна ли нам фундаментальная наука вообще и стоит ли ее финансировать. Решение этого вопроса связано с определенными представлениями о назначении науки и механизмах участия фундаментального знания в прикладных и технологических разработках.

Рассмотрим три модели взаимодействия фундаментального и прикладного знания. Согласно *линейной модели,* фундаментальная наука выступает источником технологических новаций, а технология является приложением науки. В *двухпотоковой модели* наука и технология рассматриваются относительно независимыми направлениями исследовательской деятельности. Наука имеет своим источником предшествующую науку; технология – предшествующую технологию. И лишь в особых ситуациях, в частности, при возникновении нового направления в науке, происходит их взаимодействие. В процессе этого взаимодействия они взаимно обогащаются, технология может поставить задачи перед наукой и сама выступить источником ее развития. Есть и случаи, когда, не будучи источником, наука выступает основой технологических достижений (как в случае с атомными реакторами и бомбами). В *цепочечной модели* сам процесс инновации представляется как цепочка технологических усовершенствований, каждое звено, которого связано с предыдущим петлей обратной связи. Наука не участвует в этой цепочке. Она привлекается как бы со стороны для решения возникающих в ходе технологических разработок проблем. В *«Квадранте Пастера»,* модификации линейной модели, учитывается разнообразие взаимоотношений фундаментального и прикладного знания. В «пастеровских» (по Стоуксу) исследованиях фундаментальные и прикладные разработки ведутся одновременно. В научной практике встречаются как «чистые», фундаментальные работы, так и сугубо прикладные, равно, как и варианты их взаимодействия.

Итак, единой модели взаимодействия фундаментальной и прикладной науки не существует, а роль науки в создании технологий не очевидна. Какая же наука «породит» технологию, способную улучшить наш мир? Видимо, следует развивать все науки и, возможно, ка-

кое-то открытие завтра прямо или косвенно повлияет на развитие технологии, не просто улучшающей, но и спасающей нашу жизнь.

Полагаю, что сторонники утверждений о неэффективности фундаментальной науки не понимают сложности её взаимоотношений с технологией. Роль науки в современных технологиях не так очевидна, а единой модели взаимодействия науки и технологии не существует. Не следует, таким образом, торопиться с отрицанием роли фундаментальной науки как таковой и делать ее объектом «оптимизации». Не является абсолютным и утверждение о стирании различий между фундаментальной, «чистой» и прикладной наукой. Различия этих видов знания по предмету и функциям сохранятся, несмотря на то, что результаты научного творчества могут стать специфическим товаром.

Итак, наука выступает реальной и потенциальной основой технологических достижений. Но участием в технологических разработках значение фундаментальной науки не ограничивается. Несмотря на рост «технологического» заказа, запрос на истину никто не отменял! У науки есть *великая* задача: объяснять мир и тем самым удовлетворять важнейшую интеллектуальную потребность людей: потребность знать.

УДК 316.6

К.В. МИЛОВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ПОНЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ КАК ОСНОВАНИЕ ДИСКУССИЙ О СУЩНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Понятие информации составляет основание теоретических дискуссий о природе информационного общества, той самой реальности, в которой мы живем. Для этого необходимо исследовать такие понятия, как «информация» и «информационное общество», рассмотрев различные точки зрения относительно этих терминов.

Историю человечества можно рассмотреть как последовательность преобразований общественных отношений. Американский футуролог Э. Тоффлер выдвинул идею волн-типов общества: 1) аграрная волна, 2) индустриальная волна, 3) информационная волна. С наступлением последней, информация заменяет все большее количество материальных ресурсов, становясь основным ресурсом. Другой классификации придерживался основатель теории постиндустриализма Д. Белл. Он выделял следующие технологические революции в истории человечества: 1) изобретение паровой машины, 2) достижения в области химии и электричества, 3) создание компьютеров. Современный философ А.И. Ракитов выделяет пять информационных революций: 1) появление и внедрение в деятельность и сознание человека языка, 2) изобретение письменности, 3) изобретение книгопечатания, 4) изобретение телеграфа и телефона, 5) изобретение микропроцессорной технологии и появление компьютеров и Интернета.

Как видно из приведенных классификаций, последняя революция связана с созданием компьютеров и замещением материальных ресурсов информацией. Интенсивное развитие информационных технологий стало толчком развития общества, построенного на использовании информации и получившего название информационного. Иначе говоря, информационное общество – это постиндустриальное общество, в котором осуществляется микроэлектронная революция. Именно последнее событие, связанное с внедрением IT-технологий в повседневность, изменило весь универсум человеческого бытия, создавая новые конфигурации социальности.

Никлас Луман называет информационным такое общество, в котором все больше времени затрачивается на производство и потребление информации. Нынешнее информационное общество во многом зависит от информации, которая в свою очередь двойственна. Так, чем большим объемом информации мы обладаем сегодня, тем больше в нас неуверенности о будущем. Даниэл Белл в книге «Грядущее постиндустриальное общество» сравнива-

ет понятия «постиндустриальное общество» и «информационное общество», отмечая, что первое гораздо более содержательно, так как не акцентирует внимание на одной из характеристик современного социального порядка, и резкий рост информационных потоков пока не привел к соответствующему росту знаний.

Как видно, ни Луман, ни Белл не дают четкого определения термину «информационное общество». Объединив все изложенное, попытаемся дать определение «информационному обществу», не ограничиваясь одним аспектом. «Информационное общество» – это цивилизация, в основе развития и существования которой лежит нематериальная субстанция, называемая «информацией», которая взаимодействует с материальным и духовным мирами человека, формируя материальную среду жизни человека. Следовательно, информация оказывает влияние на материальную и социальную жизнь человека, изменяя весь универсум человеческого бытия, вторгаясь в самые его глубинные пласты.

УДК 621. 01

М.А. ПЛАТОНОВА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ РИСКА В «ОБЩЕСТВЕ РИСКА», ИЛИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ШТРИХИ К КАТЕГОРИИ «ЭФФЕКТИВНОСТЬ»

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

Проблема вероятности наступления возможного события имеет длительную историю исследования. Уже в трудах античных мыслителей, начиная с Гесиода, намечается идея обозначения закономерности, случайности и даже неопределенности. Чуть позже, в период *эллинизма*, это представление было дополнено идеями объективной случайности и неопределенности как характеристик знания.

Историко-философская предметность, начиная с античности, стала базовым основанием формирования общих представлений о судьбе, опасности и риске. Из набора этих представлений именно идея риска в большей мере подверглась рациональной обработке. Это, вероятно, не случайно, так как западное общество с его идеей прогресса, бесконечно набирающего обороты, все более неуклонно шло к «обществу риска» Последнее понятие соответствует реалиям современного общества, что нашло отражение в таких концепциях XX века, как: социологическая теория риска Н. Лумана, теория рисков Э. Гидденса, «общество риска» У. Бека. Именно они отражают сложность современного общества с его интенцией на неопределенность и непредсказуемость. Понятие риска формировалось путем выделения базовых смыслов, содержащихся имманентно в исходных понятиях. Этими понятиями являются «рациональность» и «неопределенность». Неопределенность является основной неотъемлемой характеристикой риска. Действительно, планы любого экономического субъекта реализуются в условиях неоднозначности протекания реальных социально-экономических процессов.

История философии и науки знает немало исследований проблемы неопределенности, но в основном они были посвящены выяснению вопроса о том, неопределенность – это субъективная или объективная характеристика бытия. Первую классификацию видов неопределенности предложил еще Аристотель, связывая ее с тем или иным аспектом в понимании случайного и возможного. Он считал, что неопределенные ситуации, связанные с понятием случайности, не могут быть предметом доказательного знания. Изучению неопределенности посвятил свою работу «Опыт философии теории вероятностей» П. Лаплас.

В. Гейзенберг в произведении «Физика и философия. Часть и целое», исследуя неопределенность с позиций уже неклассической рациональности, формулирует знаменитый принцип неопределенности, имеющий не только общенаучное, но и общекультурное значение. Его трактовка во многом сегодня является определяющей при использовании данной категории в той или иной сфере, что дает о себе знать в прикладных исследованиях.

С понятием риска и неопределенности тесно связано понятие «эффективность». Собственно, об эффективности мы ничего не можем сказать без анализа исходных категорий, составляющих ее «потаенную жизнь». В философии под эффективностью понимается способность действующей причины произвести определённый эффект. Интересен подход Франсуа Жюльена к рассмотрению эффективности с точки зрения двух стратегий: европейской и китайской, что расширяет наше понимание эффективности, проецируя его на культурную плоскость, что продуктивно с точки зрения ухода от схем. В частности, он отмечает, что лучше рассмотреть проблемную ситуацию во всём её объеме, попытавшись приблизиться к обнаружению реальных факторов, благоприятных для нужного нам действия. Лучше следовать ходу своих естественных пристрастий вместо жесткой фиксации цели нашей деятельности, герменевтически «вживаясь» в ситуацию, или предмет исследования. Феномены неопределенности и риска рассматриваются в контексте проблем принятия эффективных стратегических решений. Каждый субъект и каждое предприятие имеет систему целей, ценностей и оценок, и его поведение в условиях риска определяется именно этой системой, а не одинаковыми для всех логико-методологическими стандартами, поэтому не существует универсального функционала, интегрирующего оценки вероятностей и последствий.

Итак, риск, неопределенность и эффективность являются теоретическим основанием стратегического планирования, ибо именно в условиях риска и неопределенности принимаются эффективные стратегические решения. В частности, насколько точно будет определена позиция предприятия на действующем рынке в условиях риска и неопределенности, настолько эффективным будут стратегические решения лица, принимающего решение. И умение осуществлять философскую рефлексию относительно исходных понятий порой также важно, как принятие эффективных решений. Впрочем, слово «также» не из этого ряда, так как это взаимопроникающие понятия, а не стоящие друг рядом с другом. Владение методологией, инструментирование базовыми философскими категориями – залог прагматического принятия решений, в том числе и эффективных решений. Рационализация риска в обществе «риска» – наглядное тому подтверждение.

УДК 101.1; 338.2

М.А. ПЛАТОНОВА

РИСК КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ФЕНОМЕН: ОСНОВНЫЕ ПАРАДИГМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

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

Большое внимание риску как социальному феномену, месту в обществе и рассмотрению его как области, при которой принимаются эффективные стратегические решения, стали уделять в последней четверти XX века социальные мыслители Запада. Развитие рискологии как парадигмы социологической мысли было обусловлено изменениями социальных реалий: темп социальных изменений, сдвиги во взаимодействии общества с окружающей средой, глобализация и рост взаимозависимости мира, создание новых средств труда, изменения религиозных верований и идеологий, социальных практик. Социологические парадигмы, основанные на детерминизме и линейности, ориентированные на выработку рациональных поведенческих стратегий, становились неадекватными для описания новых реалий. Росла потребность в новых подходах к исследованию общества, развитии интегральных и постмодернистских методологий. Одним из векторов обновления социологического знания стало развитие социологии риска.

О. Н. Яницкий выделяет два базовых направления понимания риска в западной рискологии, при этом первое называет реалистическим. Здесь риск рассматривается как нечто объективное, независимое от социальной и культурной среды, познаваемое, измеримое и, следовательно, в определенной степени предсказуемое. Это направление практикуется тех-

ническими дисциплинами, экономикой, статистикой, психологией, эпидемиологией и др. Недостатком данного подхода является невозможность исследовать социальные и культурные интерпретации рисков и их влияние не просто на степень безопасности, но на институты общества, его структуры и процессы. Второе направление социолог обозначил как социокультурное, где риск рассматривается в качестве социального конструкта, укорененного в культуре, социальных отношениях и институтах общества. В рамках этого направления условно выделяют три подхода: культурно-символический, развитый М. Дуглас, и ее коллегами; теорию «общества риска», представляемую У. Беком и Э. Гидденсом и «калькулятивной рациональности», опирающийся на работы М. Фуко. Первый подход ориентировался на проблемах взаимоотношения «личности» и «другого» с особым интересом к тому, как человеческое тело символически и метафорически используется в дискурсе и практиках вокруг проблемы риска. Второй концентрируется на макросоциальных изменениях, порождаемых производством рисков при переходе к высокой модернизации. Это процессы рефлексивной модернизации, критика последствий предшествующего этапа модерна и индивидуализма, последствия разрушения традиционных ценностей и норм. Приверженцев третьего подхода мало интересует, «суть риска», поскольку они полагают, что «правда о риске» конструируется посредством общественного дискурса, стратегий, практик и институций. Они также исследуют то, каким образом различные концепции риска порождают специфические нормы поведения, которые могут быть использованы для мотивирования индивидов к свободному участию в процессах самоорганизации в ситуациях, связанных с рисками.

Также изучением риска занимались У. Бек, Э. Гидденс и Н. Луман, теории которых имеют значение в создании принципиально новых методологических подходов для исследования риска, внося существенные изменения, как в функционирование структур, так и в деятельность людей, предприятий, которые обретают все большие возможности для воздействия на свою жизнь, ее содержание.

УДК 1: 002

Д.А. СОРОКОУМОВА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ И ПРОБЛЕМЫ СОЗНАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время одним из наиболее востребованных направлений исследований в области искусственного интеллекта являются нейронные сети. Их исследования основаны на воспроизведении принципы работы нервной системы человека. Перед учеными, разрабатывающими, стоит непростая задача, так как принципы работы головного мозга человека до сих пор не изучены в полной мере. Тем не менее, существует модель искусственной нейронной сети, основанная на максимально упрощенных знаниях о биологическом аналоге.

Нервная клетка представляется в виде электронного объекта, нейрона, выполняющего простейшие совокупности операций. В искусственной нейронной сети все нейроны соединены между собой аксонами и синапсами. По аксонам передаются сигналы, а синапсы умножают полученный сигнал на величину (вес), соответствующую именно этой связи. Нейронная сеть это совокупность нейронов, связанных между собой аксонами и объединенных в слои. Интеллектуальность нейронных сетей заключается не в структуре, а в принципах их функционирования и обучения.

При обучении искусственной нейронной сети наблюдается процесс, аналогичный обучению человека: укрепление необходимых связей между нейронами. Различают два вида обучения нейронных сетей: обучение с учителем и без учителя. При обучении нейронной сети с учителем используются пары множеств выходных и входных значений. Данный метод широко применяется в решении задач распознавания и прогнозирования. Другой способ обучения – обучение без учителя, которое представляет наибольший интерес для ученых.

Этот метод предполагает подачу на вход сети только последовательности входных данных без какой-либо информации о требуемых выходных сигналах. Оказывается, что спроектированная соответствующим образом нейронная сеть может самостоятельно (на основе лишь входных данных) строить осмысленный алгоритм своего функционирования. То есть, наблюдается процесс самообучения.

Но значит ли это, что нейронные сети обладают сознанием? Для ответа на данный вопрос требуется определить, что же такое сознание. Дэвид Чалмерс описывает сознание как самую обычную и в то же время самую таинственную вещь в мире, как некоторый внутренний аспект, выражающий то, каково это – быть когнитивным агентом. Поскольку искусственные нейронные сети лишь механически выполняют математические операции, к ним не может быть применимо суждение о сознании.

С другой стороны, мы ведем речь об упрощенных математических моделях головного мозга человека. Если предположить, что мы способны уточнить модель с учетом результатов новейших исследований нейрофизиологии, то может ли быть применим термин сознания к этой новой модели? На наш взгляд, это вполне возможно. Человечество до сих пор полностью не познало возможности, принципы функционирования и устройство головного мозга. Следовательно, мы не располагаем доказательствами того, что «сознание» не есть результат какого-либо процесса, протекающего в головном мозге, или не есть сам такой процесс.

Можно заключить, что те нейронные сети, которые человечество способно спроектировать на данном этапе развития науки и техники, не позволяют говорить о наличии у них сознания, несмотря на наличие своеобразного мышления. Нейронные сети сегодняшнего дня представляют собой мощный инструмент обработки данных, способный анализировать данные быстрее, чем известные линейные.

УДК 621,01

И.А. ТИМОФЕЕВА

ФЕНОМЕН САМООРГАНИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В КОНТЕКСТЕ ХИМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

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

Ко второй половине XX века, вслед за физиками специалисты и других естественных и гуманитарных наук начали приходить к пониманию того, что процессы и явления, происходящие в реальном мире, не описываются линейными закономерностями. В рамках классических представлений химической кинетики и термодинамики казались совершенно невозможными автоколебательные химические реакции типа реакции «Белоусова-Жаботинского»; не описывались и, следовательно, не поддавались адекватному моделированию и управлению многие сложные химико-технологические процессы, протекающие в химических реакторах открытого типа, нанохимические процессы. Эти причины привели к необходимости переосмысливания многих химических явлений и реакций и появлению качественно нового свойства многих сложных систем, а именно – способности к самоорганизации.

В связи с этим объяснение сущности, определение условий и возможностей возникновения феномена самоорганизации химических систем является одной из актуальных проблем современной химии.

Самоорганизация – это процесс спонтанного возникновения порядка и организации из беспорядка (хаоса) в открытых неравновесных системах. За счет роста флуктуаций при поглощении энергии из окружающей среды система достигает некоторого критического состояния и переходит в новое устойчивое состояние с более высоким уровнем сложности и порядка по сравнению с предыдущим.

Теоретическое обоснование явления самоорганизации неравновесных открытых систем, равно как и процесса неравновесного упорядочения, было дано И.Р. Пригожиным и А.П. Руденко практически в одно время независимо друг от друга.

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. В подходе эволюционного катализа главным условием самоорганизации принимается 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. Теория эволюционного катализа показывает, что на эволюционные превращения систем затрачивается энергия, т. е. каждое эволюционное изменение также является процессом самоорганизации, использующим часть энергии.

Главным достоинством «континуальной» самоорганизации, предложенной А.П. Руденко, является то, что именно такой подход позволяет провести рассмотрение связи самоорганизации и саморазвития. В соответствии с развитыми взглядами сущность прогрессивной эволюции состоит в саморазвитии континуальной самоорганизации индивидуальных объектов. Показывается, что способностью к саморазвитию и прогрессивной эволюции с естественным отбором обладают только индивидуальные микрообъекты с континуальной самоорганизацией и что именно прогрессивная химическая эволюция способна быть основанием для возникновения жизни.

УДК: 545

Г.А.ШАДИНОВА

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЗНАНИЯ

МКТУ им. Х.А. Ясави (Казахстан)

Знание делает человека образованным, а образованность – одно из самых ценных социальных качеств человека. Только образованный человек может быть свободным, только там, где образование определяет или существенным образом влияет на социальный статус человека, может успешно развиваться демократия. Адам Смит как-то заметил, что «человека, получившего образование путем упорного труда, можно уподобить дорогостоящим машинам». Сравнение с машиной понравится, наверное, немногим, но в нем содержится безусловно правильная мысль: знание – это богатство, причем не только личное, но и общественное. Роль познания, знания особенно возрастает с переходом общества от индустриального к постиндустриальному этапу в своем развитии. Главным капиталом при этом становится знание, воплощающееся в информационные технологии [1, с. 102].

Продуктивность философского анализа отношений человек – природа, человек – техника, техника – окружающая среда существенно зависит от человеческой модели мира, в контексте которой они исследуются. Отсюда вытекает необходимость уточнения мировоззренческих, гносеологических и аксиологических предпосылок моделирования исторического развития человека, техники и природы в их взаимодействии, прежде всего, в рамках синтетического экологического мышления.

Техника опосредует взаимодействие человека и природы, являясь орудием воздействия человека на природу и в то же время основываясь на законах природы. В технике прагматически полезной становится наука, поэтому существует глубокая взаимосвязь техники и природы, техники и естествознания. Феномен техники не позволяет оперировать пред-

ставлением об орудии как только о средстве человеческого воздействия на природу, потому что техника вызывает сложную координацию деятельности людей: прямое и непосредственное отношение к природе превращается в опосредованное, сложно организованное взаимодействие [2, с. 3].

По мнению Х.Ортега-и-Гассета, техника – это реакция человека на природу или обстоятельства, в результате которой между природой, окружением, с одной стороны, и человеком – с другой, возникает некий посредник – сверхприрода, или новая природа, надстроенная над первичной. Но техника – это отнюдь не только действия, которые человек выполняет, чтобы удовлетворить потребности. Сама техника представляет собой набор актов, порожденных для потребностей и вместе с тем осуществленных в системе потребностей, поэтому она всегда выступает как протеическая, постоянно изменяющаяся реальность [3, с. 99].

Поэтому технические науки призваны, с одной стороны, проанализировать возникающую проблему, а с другой – обеспечить её практическое разрешение. Технические науки – развитая форма технического знания, объектом которых выступают формы целесообразной предметно-практической деятельности общества, то есть искусственные продукты его взаимоотношений с природными элементами и процессами.

Библиографический список

1. **Лекторский, В.А.** Субъект, объект, познание / В.А. Лекторский. – М., 1980. – 455 с.
2. **Елистратова, И.А.** Философия науки и техники: дисс. ... на соискание ученой степени к. филос.н.: 09.00.08 / Елистратова И.А. – СПб., 2005. – 24 с.
3. **Хосе Ортега-и-Гассет.** Размышления о технике / Х. Ортега-и-Гассет. – М., 2000. – 232 с.

УДК 621.3

С.В. ШИЛОВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

«СЛОЖНОСТЬ – ПРОСТОТА» КАК БИНАРНАЯ ОППОЗИЦИЯ ОСНОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В конце XX – начале XXI в. в зарубежной науке и философии возникают новые философские идеи. Это прежде всего проблема сложности, понимаемая в весьма широком, глобальном смысле.

В настоящее время без электрической энергии наша жизнь немыслима. Электроэнергетика вторглась во все сферы деятельности человека: промышленность и сельское хозяйство, науку и космос. Хотя современная цивилизация – результат функционирования и взаимодействия многих сфер жизни общества, именно энергетика является базовым и в то же время самым уязвимым его звеном. Электроэнергетика это сложная система со своей организацией, порядком, функциями и задачами. Рассматривая электроэнергетику как сложную систему, можно провести параллели между понятийным аппаратом теории систем с реальными физическими устройствами и электромагнитными явлениями.

Электроэнергетика – консервативная система. Греческий мыслитель Фалес рассматривал мир как систему, в которой, невзирая на разнообразные обменные процессы между частями, существует некий первичный элемент, не подверженный изменениям. В механике эти элементы являются законами сохранения энергии, импульса и момента импульса. Обращаясь к электроэнергетике, как к науке, первичными элементами здесь являются также закон сохранения энергии, закон сохранения электрического заряда и полный закон Ома.

Электроэнергетика – диссипативная система. Сегодня уже общепризнано, что диссипативные системы представляют собой весьма широкий и важный класс естественных систем. В наше время снова актуальной становится проблема исчерпания природных ресурсов

для производства электрической энергии. Однако именно это дает импульс к развитию и применению новых технологий, альтернативных источников питания.

Сложные системы в общем случае состоят из простых частей. Взаимодействие простого и сложного, целого и частей подробно описано в работах Э.Морена, активного приверженца «сложного мышления».

Электроэнергетика как система, обладает эмерджентными свойствами. Эмерджентными называются те качества и свойства системы, которые отражают характер ее новизны по отношению к качествам и свойствам ее составных частей, взятых в их обособленности или и имеющих иную внутреннюю организацию в системе другого типа. Применительно к электроэнергетике можно привести огромное количество примеров появления эмерджентных свойств системы как в целом (создание интеллектуальных сетей SmartGrid), так и в ее подсистемах (в электронике – свойства *p-n* – перехода, в электрических цепях – создание колебательного контура, и т.д.)

Как сложная и неоднозначная система, электроэнергетика удовлетворяет выражениям: «целое больше суммы частей» и «целое меньше суммы частей». Целое есть нечто большее, чем общая форма. Целое не функционирует как целое, если части не функционируют как части.

Пытаясь решить противоречия и недостатки, система развивается. Ярким примером является появление альтернативных источников электрической энергии. С одной стороны, применение технологий, основанных на простых физических принципах, приводит к расширению и усложнению системы циркуляции электрической от разных источников к потребителям.

Накопленные проблемы становления и развития электроэнергетики как системы, а также проблемы взаимодействия с другими отраслями и системами, привели к созданию новой концепции, парадигмы «Энергия будущего».

УДК 621.3

А.А. ШИРЯЕВ, Т.Л. МИХАЙЛОВА

ОТ СТРАТЕГИИ КОЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА – К ЭТИЧЕСКОМУ ИМПЕРАТИВУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение коэволюции природы и общества – необходимое условие сохранения человека как биологического вида. В данной работе был проведен анализ стратегии коэволюционного развития, которой сейчас руководствуется общество, с попыткой выявить ее слабые стороны и предложить пути ее улучшения.

Стратегия обеспечения коэволюции человека и биосферы требует развития специальной синтетической научной дисциплины прикладного характера, которая могла бы стать научной базой судьбоносных решений для человечества. Эта научная дисциплина должна состоять из двух частей: естественно-научной и гуманитарной. В настоящее время общество передовых западных стран продвинулось в создании этой дисциплины и все шире применяет ее на практике. Однако основной упор до сих пор делался именно на естественно-научную часть, то есть преобладает физический подход к проблеме обеспечения коэволюции природы и общества. При кажущемся движении в правильном направлении общество в некоторых «побочных эффектах» обнаруживает поверхностность своей стратегии коэволюционного развития. Избавляясь от внешних проявлений экологического кризиса, оно идет к кризису культурно-антропологическому.

Культурно-антропологический кризис связан с научно-техническим прогрессом, набравшим чрезвычайно большую скорость. Скорость перемен не должна превышать скоро-

сти нашего приспособления к ним. Иначе прогресс доходит до стадии прогрессизма, когда он становится самодовлеющим и, следовательно, абсурдным. Нужно его ограничение, целенаправленное ценностное регулирование, которое уже относится к духовной составляющей проблемы.

Возникает необходимость в некой этической основе, которой будет руководствоваться человек в своей деятельности. Такой этический императив человечество может найти в этике благоговения перед жизнью, суть которой сформулировал Альберт Швейцер. Она устанавливает такие ценностные ориентиры, которые способствуют переосмыслению человеком своего отношения к себе и к окружающему его миру, формирует мировоззрение, неотъемлемой частью которого является коэволюция природы и общества.

Важнейшая с точки зрения коэволюции общества и природы черта этики благоговения перед жизнью заключается в том, что она вырабатывает в человеке определенное умонастроение, связанное с чувством постоянной ответственности за действия, совершаемые по отношению к жизни, высшей ценности по этой этике. При этом она не противоречит научно-техническому прогрессу, а, напротив, нуждается в прогрессе, который бы приводил к более полной картине разнообразных проявлений жизни. Это переосмысление этикой роли прогресса свидетельствует о ее способности регулировать научно-технический прогресс с позиции новых ценностей.

Таким образом, главным недостатком существующей стратегии обеспечения коэволюции природы и общества является недооценка духовной стороны этой проблемы. В данной работе был предложен путь улучшения стратегии коэволюционного развития, заключающийся в использовании этики благоговения перед жизнью как этического императива, руководствуясь которым, человечество может научиться регулировать свою деятельность и, в частности, научно-технический прогресс согласно принципу коэволюции природы и общества.

УДК 621.3

А.В. ШИШАРИН

ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РАДИОСВЯЗИ)

ОАО «НПП «Полет», г. Нижний Новгород

Конструирование – вид инженерной работы, которая осуществляется в различных областях человеческой деятельности: в проектировании технических систем, дизайне, моделировании одежды и др. В технике конструирование является обязательной составной частью процесса проектирования и связано с разработкой конструкции технической системы, которая затем материализуется при изготовлении на производстве. Конструирование включает анализ и синтез различных вариантов конструкции, их расчёты, выполнение чертежей и др. Разработка вариантов конструкции обычно связана с постановкой и решением задач технического творчества. На уровне конструирования происходит реализация технической идеи в рамках опытно-конструкторской разработки, которая связана с постановкой и решением задач технического творчества. Результат конструкторской разработки – техническое изделие, готовая конструкция. Центральную роль в конструировании играет сам инженер. Творческий характер деятельности инженера проявляется в том, что он сознательно формирует цель своей деятельности на основе осмысления технических потребностей производства и общества в целом. Его деятельность является целеполагающей.

Классик российской философии техники П. К. Энгельмейер говорит, что инженерия есть искусство целенаправленного воздействия на природу, искусство сознательно вызывать

явления, пользуясь законами природы. На протяжении всей истории человечество использовало различные виды связи, отличающиеся по скорости и объёму передаваемой информации. В XX веке радио стало одним из самых ярких достижением человеческого разума. Его появление подготовлено работами электрофизиков и развитием радиотелеграфа.

Радиосвязь – один из видов информационной связи в человеческом обществе, понимаемой в широком смысле как обмен сообщениями. Связь в указанном понимании этого термина существует в современных государствах как одна из крупнейших отраслей хозяйственной деятельности и одна из совокупностей технических средств, обеспечивающая все виды информационных служб в системах, как государственного управления, так и массового обслуживания населения.

7 мая 1895 г. на заседании физического отделения Русского физико-химического общества (РФХО) выступил преподаватель Минного офицерского класса А. С. Попов с докладом "Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям". Во время доклада А.С. Попов демонстрировал работу созданного им устройства, предназначенного для приёма и регистрации электромагнитных волн. Это был первый в мире радиоприемник. Он чутко реагировал электрическим звонком на посылки электромагнитных колебаний, которые генерировались вибратором Герца. Уже более ста лет инженеры всего мира продолжают исследовать данную область науки и создавать все новые устройства для передачи информации.

Инженерная деятельность в современных условиях включает в себя как исследование различных диапазонов радиоволн, так и конструирование целых систем передачи информации, используемых для различных целей. Результаты разработок в радиосвязи оказывают влияние и на общество. Такая связь является движущей силой в самой инженерной деятельности в радиосвязи, стимулируя поиск лучших конструкторских решений радиопередающей аппаратуры.

СЕКЦИЯ 16

ВУЗОВСКОЕ КНИГОИЗДАНИЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 316.37.22

О.А. БАШКАЕВА

ТВОРЧЕСКИЙ ПОДХОД В СОЗДАНИИ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в России происходит модернизация системы высшего образования. В соответствии с новыми требованиями стандартов образования необходима переработка учебного материала сопровождающего процесс обучения. Обновленные учебные пособия должны быть нацелены на формирования у студентов ключевых компетенций. Обществу необходим специалист новой формации, активный, творчески мыслящий, готовый к самостоятельному поиску научной информации и применению научных знаний на практике. При подготовке учебной и методической литературы авторы соблюдают следующие параметры: учебные материалы должны соответствовать федеральным государственным стандартам и быть уникальной авторской разработкой. Здесь мы сталкиваемся с задачей реализации творческого подхода в определенных рамках, заданных стандартом.

Творчество – это способность автора генерировать и реализовывать такие идеи, которых раньше не было. Четкая структура, заданная изначально, является ограничивающим фактором творческого выражения автора. Научное творчество особенно тем, что оно соответствует определенной форме, имеет четкую логическую структуру и определенный язык выражения.

Учебная литература специфична тем, что основная задача передачи информации дополнена вспомогательными. Она формирует общие учебные умения и навыки и реализует деятельностный характер образования. Учебные комплексы направлены на становление ключевых компетенций. Студенты должны быть готовы использовать освоенную информацию в реальной жизни для решения практических задач. Вариативность и свобода выбора для преподавателей и студентов является важным аспектом при подготовке учебных материалов.

Учебные материалы оптимально должны быть представлены в форме, позволяющей активизировать возможности студентов самостоятельно решать поставленные задачи различной степени сложности на основе предметного материала. Авторы руководствуются внутренними собственными критериями при отборе информации. При этом мы не забываем о том, творческий процесс может быть представлен только в соответствии с четкой структурой образовательного стандарта, а роль и место дисциплины в учебном плане определяет объем учебных материалов. При подготовке пособий по дисциплинам, входящим в социокультурный блок, особое внимание следует уделить специализации, она является осью, вокруг которой автор может варьировать информационные материалы и задания в зависимости от направления обучения студентов.

Изложение материала можно основывать на объяснительном или описательном принципах. Наиболее эффективно при изложении материала не просто сообщать знания, а показывать пути, которые привели к этим выводам. Использование моделей проблемных ситуаций ставят студента в условия, когда необходимо анализировать представленные параметры,

устанавливать причинно-следственные связи. Этот подход усиливает познавательный интерес студентов и активизирует студента к творческой деятельности. От автора данный подход к изложению материала требует высокой научной подготовки и серьезной методической работы.

Фундаментальная перестройка системы образования подразумевает подготовку специалистов новой формации, умеющих действовать в условиях неопределенности и способных к решению сложных научно-технических и инженерно-конструкторских задач в производственном процессе. Творческий подход при создании учебной литературы является важным компонентом для активизации познавательных мотивов студентов при изучении дисциплины.

УДК 002.2.001

Е.А. ЗАЙЦЕВА, В.И. КАЗАКОВА

УНИВЕРСИТЕТСКОЕ КНИГОИЗДАНИЕ: ГРАНИЦЫ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное вузовское книгоиздание – одна из наиболее весомых составляющих процессов становления единого образовательного пространства. Степень причастности к нему России во многом определяет место отечественных вузов в глобальной системе высшего образования, рейтинг наших выпускников на общемировом рынке трудовых ресурсов. Университетская книга – индикатор динамичности и открытости российской высшей школы, показатель вовлечённости того или иного её сегмента в необратимые процессы модернизации образования. Необходимость соотнесения тенденций отечественного вузовского книгоиздания с традициями и перспективами в других странах, прежде всего, в Европе и США, связана с невозможностью формирования современных образовательных стратегий вне общемирового контекста. В то же время, несмотря на общее признание данного аспекта, приоритетные направления зарубежного университетского книжного дела остаются малоисследованной темой, не часто попадающей в центр рассмотрения на книгоиздательских форумах или страницах научной периодики. Это можно объяснить, в числе прочих факторов, спецификой интеграции российского вузовского книгоиздания в общемировую систему, носящей в целом односторонний и поверхностный характер. Не учитывая аналитику глобализующегося книжного рынка, игнорируя наличие интернет-пространства образовательной среды, чрезвычайно сложно предпринимать конкретные шаги в направлении модернизации российской высшей школы.

Обращаясь к анализу основных современных трендов западного университетского книгоиздания, следует в первую очередь отметить, что практически все они являются результатами постепенных эволюционных изменений, происходящих в рамках создания конкурентоспособных образовательных систем. Предпринимательская структура западных вузов сложилась в принципиально иной бизнес-ситуации по сравнению с российскими, где на протяжении всех 1990-х годов лишившиеся финансирования издательские отделы вузов были практически полностью дезориентированы новыми рыночными реалиями. Вместе с тем, на наш взгляд, подобное положение дел не должно выступать поводом для отказа от восприятия и исследования зарубежного опыта университетской книгоиздательской деятельности. Необратимое расширение взаимосвязи и взаимозависимости разнородных культурных пространств инициирует бурный рост различных форм взаимодействий и контактов между образовательными системами различных стран. Вузовские издательства выступают здесь важнейшим каналом коммуникации, способствующим эффективному обмену теоретическими и практическими знаниями, развитию и распространению современных информационных технологий. Последнее обретает особую значимость в отношении места и роли отечественной высшей школы в общемировом образовательном пространстве. Реальное решение постав-

ленных перед нашими вузами задач модернизации российского образования возможно только при переходе от закрытой модели образовательной системы предшествующего периода к построению самоорганизующихся образований, способных к гибкости, мобильности и обладающих высоким адаптивным потенциалом. Исследование опыта западного книжного рынка должно опираться на методологию межкультурной трансляции знаний, ориентированную на поиск соответствующих коммуникационных механизмов.

УДК 002.2.001

Е.А. ЗАЙЦЕВА

К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ ЗАПАДНОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО КНИГОИЗДАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Успешная адаптация опыта западного университетского книгоиздания невозможна без разработки и внедрения новейших информационных технологий. Исторически сложившийся социокультурный разрыв в данной области между Россией и западными странами рассматривается подчас как одна из главных проблем развития издательской деятельности отечественных вузов. В то же время, анализируя последние западные разработки в сфере учебной литературы, мы приходим к выводу, что, несмотря на несомненное существование данного разрыва, проблематика развития в данном направлении практически идентична российской. Более высокий уровень технологического оснащения книгоиздательского процесса не нивелирует сведения главных стратегических вопросов развития к единому основанию – становлению нового облика человека и нового образа знания, которые в глобализующемся мире тяготеют к одной общей модели.

В качестве приоритетной темы западных исследований в сфере университетского книгоиздания можно обозначить новые технологические разработки, качественно меняющие процесс чтения и само понятие книги. Динамичное развитие формата мультимедийных изданий инициирует появление целых экосистем, ярким примером которых является, в частности, разработка iBooks Store от Apple, радикально поменявшая облик современной книжной индустрии. Изданию учебной литературы отводится ведущая роль, что отражает растущий спрос на новые интерактивные технологии в сфере образования. Последние версии мультимедийных учебников позволяют в процессе освоения материала использовать галереи изображений, видео, анимацию, 3D-графику и многое другое. Помимо пользовательских, здесь открываются и широкие авторские возможности реализации идей. В частности, приложения Mac iBooks Author предоставляют обширный диапазон сервисов по созданию и распространению учебников, выбору способа их презентации и формированию собственной ниши в образовательном информационном пространстве.

Новые форматы мультимедийных учебных изданий ориентированы на изменение визуального способа использования учебного контента. В известной мере, перспективы их успеха или неудачи на мировом рынке определяются перспективами развития самого человека, его потребностями и возможностями, малоизученными и не всегда до конца понимаемыми. Облик университетского учебника определяется обликом читателя будущего, о котором мы, возможно, не имеем достаточно чёткого представления. Университетское книгоиздание всё более становится «интуитивным бизнесом», для которого характерно множество рисков, также не всегда осознаваемых. Здесь мы сталкиваемся, в частности, с беспрецедентным случаем, когда благоприятные перспективы совершенствования высоких технологий оказываются скорее препятствием развития книжного рынка, нежели его катализатором. Так, неоспоримые достижения в сфере цифрового книгоиздания отнюдь не означают расширения практики чтения на электронных носителях. За последние десятилетия данному сегменту не удалось занять сколько-нибудь значимой ниши рынка, поскольку читателям и издателям так

и не удалось достичь соглашения относительно перспектив возможностей чтения с экрана. Опасения разрушения традиционной коммерческой модели превалируют над ценностями развития культуры книги, что выступает общемировой проблемой.

Библиографический список

1. **Шорец, Т.Ю.** Вузовское издание как средство коммуникации в научной и образовательной сферах [Электрон. ресурс] // Режим доступа: http://pro-books.ru/sitearticles/2648 (Дата обращения 01.03.2014).
2. Начало новой эпохе в образовании и книгоиздании [Электрон. ресурс] // Режим доступа: http://iblind.ru/nachalo-novoj-epoxe-v-obrazovanii-i-knigoizdanii.html (Дата обращения 01.03.2014).
3. **Костюк, К.Н.** Культура оцифровки книги: опыт издательства «Директмедиа» [Электрон. ресурс] // Режим доступа: http://docs.podelise.ru/docs/index-2851.html (Дата обращения 01.03.2014).

УДК 378.002.

Т.В. МАРКОВА

ВУЗОВСКОЕ КНИГОИЗДАНИЕ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ: ОПЫТ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Практика университетского книгоиздания на западе сама по себе формировалась как часть культурно-просветительской программы, в то время как в современной России она выступает как составляющая реформы в сфере образования. Соответственно изначальная разнонаправленность стратегических ориентиров придаёт рассматриваемой сфере книжной отрасли весьма необычный статус и характер развития. Совершенствование методики обучения и повышение качества образовательных программ требуют издания учебной литературы, не вписывающейся в ситуацию на книжном рынке. Руководствуясь подобными мотивами, вузы по всей России выпускают книги, которые никогда не увидят свет в профессиональных издательствах. При этом коммерческие интересы противоречат ценностно-целевым ориентирам образовательной системы, например, необходимости общедоступности учебной литературы.

Административный статус организаций, занимающихся книгоизданием, в западных вузах ориентирован на формирование учреждений, развивающихся параллельно и независимо от того или иного университета. В частности, Oxford University Press, как и большинство издательств классических высших учебных заведений, наделён полномочиями и статусом, позволяющими формировать свою собственную издательскую политику. В то же время в современном российском вузе издание учебной и научной литературы производится в соответствии с планом, формируемым кафедрами и деканатами и утверждаемым РИО и Учёным советом. Подход к организации рецензирования и научного редактирования задаётся административно-номенклатурными нормами, а не формируется в рамках свободной конкуренции. Основным «потребителем» вузовской книги является вузовская библиотека, перед которой сейчас стоит проблема выживания в условиях стихийного развития информационных технологий.

С экономической точки зрения нет смысла сравнивать предпринимательство российских вузов с западными, где объём фондов исчисляется сотнями миллионов долларов. В западных вузах основным источником средств являются эндаументы, например, в Принстоне они покрывают 47% расходов, в Гарварде – 38%. При Оксфордском университет существует около 300 фирм с общим годовым доходом 4 млрд долл., годовой доход Гарварда – 18 млрд долл. При этом предпринимательская структура западных вузов формировалась эволюционным путём, в то время как современный российский вуз с его ориентацией на модернизационные преобразования находится в принципиально другой бизнес-ситуации. Особенности российского управления активами не нацелены на долгосрочные перспективы. В качестве иллюстрации можно привести ЭБС современных российских вузов. С точки зрения перспективности экономического развития повышение квалификации вузовских издателей должно идти мультимедийно. Реально же вузы боятся того, что отданные в ЭБС книги в бу-

мажном виде уже не будут приобретаться никогда. Отсутствует экономика распространения электронного контента.

В настоящее время обозначилась перспектива перехода к новой системе финансирования, которая влечёт формирование трёх групп вузов: бюджетные, автономные и казённые. Издательская деятельность попадает в тот вид, который обеспечивает учебный процесс, но стимулы развития этой деятельности в данном законе не обозначены, предусматривается строгая отчётность и финансирование за счёт собственных средств. Недостаточная проработанность правового обеспечения издательской деятельности вузов также является серьёзной проблемой. Издательская деятельность в РФ не лицензируется с 2002 г. В условиях отсутствия необходимости иметь лицензию данный вид деятельности должен быть прописан в Уставе организации или учреждения, занимающегося издательской деятельностью, в качестве одного из основных. Большинство вузов не уделяет этому достаточно серьёзного внимания, в то время как требования к рецензируемым научным изданиям имеют тенденцию к включению именно таких аспектов.

УДК 378.33/354

В.И. КАЗАКОВА

УНИВЕРСИТЕТСКОЕ КНИГОИЗДАНИЕ: ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Децентрализация образования в значительной мере совпала по времени с децентрализацией издательского дела: и в той, и в другой сферах постсоветское пространство в одночасье ощутило стремительно растущее число перспектив при невозможности ими воспользоваться. Свобода мысли и свобода слова, столь остро переживаемые и столь слабо осознаваемые в реформах девяностых, обозначили вопросы управленческих механизмов в сфере вузовского книгоиздания как комплекс наиболее остро стоящих проблем.

Отмена в 2002 г. лицензирования издательской деятельности, часто рассматриваемая как отправная точка её демократизации, в отношении вузовского книгоиздания имела следствием стратификацию вузов, резко выраженное обособление элитарного «крыла». При этом качественный разрыв в уровне их предпринимательской деятельности имеет тенденцию к дальнейшему росту, что обусловлено факторами институционального характера. По аналогии с «элитарными клубами» возникают различные ассоциации, в частности, Ассоциация предпринимательских университетов России. В отличие от своих западных аналогов, они несут не интегрирующую, а, скорее, разобщающую функцию, подобную той, которую несёт элита стратифицированного общества.

Реально эффективная издательская деятельность возможна только в условиях состоятельности во внешней среде, наличии прозрачных соревновательных процедур распределения ресурсов внутри самого вуза. Книгоиздание вообще более, нежели иное предпринимательское направление, требует «поворота» к принятию базовых принципов глобальной экономики, ориентации на свободу слова. Для этого необходимы не только материальные активы, но и определённая идеология, разделяемая большинством, готовность принимать решения и нести за них ответственность. Между тем социологические исследования показывают, что к настоящему моменту не более тридцати российских вузов видят себя в качестве автономных учреждений. Ментальные структуры со времён советской идеологии не претерпели существенных изменений: в качестве стратегических точек отсчёта в реализации проектов издательской деятельности вузов мы видим ссылки на нормативные акты и документы как на официально признанные системы приоритетов, целей и мер. Развитие механизмов вузовского книгоиздания предполагается как заданное административным решением сверху, воспринимаемым некритически, и столь же ожидаемым, сколь и долгосрочно реализуемым. Со-

ответственно модернизация данного направления оказывается вопросом не столько развития самого рынка образовательных услуг, сколько механизма его государственного регулирования. Происходит резкая дифференциация образовательных учреждений в соответствии с их открытостью внешним взаимодействиям и степенью готовности к трансформациям.

Отраслевая дифференциация вузов в отношении развития издательской деятельности также заслуживает специального внимания. Среди пионеров в формировании собственной ниши в книжном бизнес-пространстве следует отметить многочисленные институты культурно-просветительского профиля, в числе которых, в свою очередь, не последнее место заняли духовные академии. Значимым результатом подобных процессов стал общецерковный проект «Электронная библиотечная система Русской Православной церкви», ставящий целью оцифровку литературы, хранящейся в ведущих церковных научных центрах, и создание общероссийской православной библиотечно-информационной системы. Позиция, занятая издательским советом Русской Православной церкви и подобными ему организациями, довольно примечательна: в условиях снятия цензурных и номенклатурных ограничений они достаточно быстро обозначили мотивацию стремления к «высоким идеалам» и путям их достижения, противопоставляя себя «некачественной» светской литературе. Аналогичную тенденцию можно наблюдать в отношении издательской деятельности вузов МВД, развитию которой в постсоветский период посвящено значительное число публикаций и диссертационных исследований. Специфика данной отрасли образования способствует заполнению того организационно-управленческого вакуума, который может считаться одним из главных препятствий в развитии вузовского книгоиздания. И православное, и административно-министерское направление стремятся задать здесь некий нормативный идеал издательской деятельности, создать её универсальный канон.

В качестве важнейшего организационно-управленческого аспекта и одновременно основного барьера на пути совершенствования вузовского книгоиздания можно обозначить резкий дисбаланс системы рейтинговых показателей оценки деятельности вуза и критериев конкурентоспособности в динамичной среде книжного рынка. Например, стремительный рост новых перспектив издательского бизнеса в электронном формате сопровождается резким увеличением сайтов, регистрирующих электронные книги. В то же время вуз обладает весьма ограниченным диапазоном возможностей вписаться в эти реалии, поскольку вынужден, в первую очередь, считаться с необходимостью учёта показателей РИНЦ и публикационной активности авторов. Принятые недавно требования к вузовским электронно-библиотечным системам предусматривают в их составе монографии и журналы, входящие в список ВАК. Ценностные ориентиры потребительского поведения читательской аудитории оказываются здесь вне стратегий модернизационных преобразований вузовской системы, задаваемых государственными стратегиями развития. Экономические и политические аспекты, функционируя как бы в различных духовных пространствах и материальных сферах, оказываются в данной ситуации встроенными в довольно противоречивую ситуацию.

УДК 378.002.

Т.В. МАРКОВА, В.И. КАЗАКОВА

СОВРЕМЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК: ПАРАДОКСЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Учебник во все времена воплощал духовный мир своей эпохи. Подлинный учебник – явление столь же редкое, сколь и уникальное в своей неповторимости. Подобно самой культуре, он, возможно, является не более чем воспоминанием прошлого, не реанимируемым в современных информационных реалиях. *Культура книги* как таковая всё более истончается на грани взаимодействия экономического и духовного пространств. Атрибутом эры цифро-

вых учебников является то, что их развитие и совершенствование сопряжено подчас с разрушением тех духовных ориентиров, которые, казалось бы, составляют главный смысл учебной литературы. Западный опыт связан здесь с резким падением легального электронного книжного контента и с более чем десятилетней неопределённостью в отношении предложений цифрового медиарынка. В нашей стране мы сталкиваемся с тем, что внедрение многих передовых информационных технологий в вузовское книгоиздание имеет чрезвычайно неоднозначные последствия с точки зрения культуры. То, что фигурирует в качестве цифрового учебника, означает явное падение качества образования: представленные потребителю сканы или спешно распознанные тексты менее всего напоминают тот самостоятельный культурный объект, каким должна быть вузовская книга [1]. Это повсеместно распространённое явление – наглядный пример того, что культурная адаптация должна предшествовать техническим нововведениям. В то же время здесь можно увидеть, на наш взгляд, и более глубокую закономерность, парадоксально обесценивающую образование как главный ресурс информационного общества.

Полифункциональность современной учебной книги – ещё один из аспектов её культурной деградации. Обучающую функцию предполагают совместить с целым комплексом практик и контроля. Современные практикумы, кейсы, компендиумы – всё то, что сформировано в течение последних десятилетий в стремлении к эффективности – наглядно демонстрирует отход от прежних канонов учебника как отражения целостной системы взглядов и той же авторской индивидуальности, играющей в процессе трансляции знаний отнюдь не последнюю роль. Вослед Ж. Бодрийяру, мы можем сказать, что этот обретённый диапазон функций – разрушение без надежды на дальнейшее воссоздание, утрата прежней выразительной силы, обеднение мысли. Полифункциональной учебной литературе так не хватает этой классической гармонии цели и функции – ей не хватает подлинности [2]. Парадоксально, но в советское время в условиях тотальной цензуры учебник, по-видимому, имел больше возможностей участия в создании той академической среды, которая выступает действенным и необходимым пространством обучения. Передаваемый из поколения в поколение, он заключал в себе подлинно культурный смысл преодоления времени и сохранения традиций. Нельзя не отметить при этом, что бездумное использование системной терминологии отождествляет тот же классический монофункциональный учебник с линейностью, одномерностью, консервативностью, а современный полифункциональный – с инновационностью, нелинейностью, открытостью, самоорганизацией [3]. От современного учебника, как и от современного человека, ждут совмещения несовместимого – соединения в себе хозяйственно-экономических и духовно-нравственных ориентиров. От современного издателя ждут самоокупаемости книг в мягкой обложке, предлагающих изучить классическую философию за 40 минут, и в то же время – готовности вписаться в некоммерческие репертуарные стратегии вуза.

Библиографический список

1. **Костюк, К.Н.** Культура оцифровки книги: опыт издательства «Директмедиа» [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://pro-books.ru/sitearticles/2648 (Дата обращения 01.03.2014).
2. **Бодрийяр, Ж.** Система вещей / Ж. Бодрийяр. – М.: Рудомино, 2001.

УДК 316

О.А. ПУШКО, И.Н. ТЕРЕНТЬЕВА

ТЕХНИКА КАК АРГУМЕНТ В ПРОДВИЖЕНИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

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

Приобретая продукты питания, мы хотим получить качественный товар, полезный для здоровья. Стратегия продвижения, т.е. создание и использование совокупности различных видов деятельности по доведению информации о достоинствах товара до потенциальных потребителей и стимулированию его покупки, должна учесть факторы качества продук-

та. «Технический аргумент», т.е. убеждение в качестве товара путем демонстрации оборудования, технологий, научно-технической обеспеченности производства интересны в связи с повышенным вниманием к качеству продовольственных товаров и уверенностью в важности техники и технологий в обеспечении этого качества. Соответственно использование такого аргумента в продвижении продовольственных товаров связано с перечислением полезных свойств продукта и их высокого качества, которое гарантирует предприятие, использующее современное оборудование.

Помимо традиционной текстовой рекламы, в системе средств продвижения активно используются видеоматериалы. Они создают «эффект присутствия» и, тем самым, повышают доверие аудитории. «Видеопроникновение» в цеха предприятий стало маркетинговым приемом с середины 2000-х годов. Потребитель теперь своими глазами может увидеть, что на предприятии используется современное автоматизированное оборудование, внедрен многоступенчатый контроль качества, начиная от сырья и материалов и заканчивая упаковкой готовой продукции. Все это повышает шансы продукта оказаться в корзине покупателя. «Технический аргумент» активно используют в компании «Пищехимпродукт» при продвижении ТМ «Абрико», прежде всего, натурального уксуса.

Интерес к «натуральным» свойствам продукта, отсутствию консервантов и красителей, удовлетворяется демонстрацией процесса изготовления продукта в размещенном на сайте производителя фильме «Абрико-эксперт в натуральных уксусах». Эксперты, руководители и специалисты предприятия, знакомят нас с уникальным оборудованием, процессом производства, контролем качества. Экспертная роль участников фильма подтверждается соответствующим «костюмом» (белоснежные халаты, специальные шапочки), использованием специальной терминологии («холодная фильтрация», «ферментация», «остаточный спирт» и т.п.), «реквизитом» (лабораторное и производственное оборудование) и сюжетом. Каждый этап производственного процесса представлен как технически оснащенный, научно и технологически обеспеченный, что и демонстрируют специалисты-эксперты. Они подчеркивают также, что «экспертное лидерство» в области производства продукта – цель предприятия. В развитии сюжета мы видим, что за качеством сырья тщательно следят в лаборатории, на производстве яблочного уксуса запущена новая линия ферментации и фильтрации. Это оборудование помогает создать благоприятную среду для размножения бактерий, сохранить полезные вещества и получить на выходе «живой» продукт. Автоматизация производства позволяет сохранить полезные свойства продукта, как и полностью исключить влияние человеческого фактора. В речи экспертов апелляция к традиционности продукта сочетается с демонстрацией технических новаций. В конце фильма представлен весь ассортимент натуральных уксусов ТМ «Абрико», а сцена выбора продукта покупателем становится логическим завершением фильма. Так строится модель продвижения продовольственных товаров, где базовым аргументом выступает качественное оборудование.

УДК 378.002.

А.М. РУДАКОВ

КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОГО УЧЕБНИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные учебники должны быть структурированы таким образом, чтобы материал теоретической части подавался в момент или перед практическими занятиями по предмету учебника. Это будет способствовать более быстрому и качественному усвоению информации. Информация в учебнике должна быть не только на научном, но и на “простом” более понятном языке. В учебнике должно быть меньше “воды” и больше сути, желательно подкреплённой примерами из жизни, проведёнными опытами или проецированием на возможный случай. Авторы учебников при их написании должны применять технологию ко-

пирайтинга, которая поможет заинтересовать студента, когда он будет читать этот учебник. Также современные учебники для вузов должны учитывать недостаточную подготовку студентов начальных курсов, поскольку в школах могут дать не все базовые знания для того, чтобы изучать конкретный предмет в вузе. Теория, которая даётся в учебнике, должна быть подтверждена фактами, экспериментами, опытами. Благодаря описанию фактов, опытов, экспериментов информация в учебнике становится более понятной и лучше запоминается, учебник станет интересней читать. Учебники должны реализовываться как в классическом (бумажном) варианте, так и в электронном и предлагаться студенту в обоих вариантах, на его выбор.

В методических указаниях к лабораторным работам должно подробно указываться, и описываться, как выполнять экспериментальную часть лабораторной работы желательно с изображениями, по которым понятно, как правильно оформлять отчёт по лабораторной работе, какую литературу использовать при подготовке к ответу по теоретической части лабораторной работы. Методические указания также должны быть как в бумажном, так и в электронном варианте и в достаточном количестве.

К каждому теоретическому учебнику (пособию) по “техническим” предметам обязательно должен прилагаться задачник. К каждому теоретическому учебнику (пособию) по “гуманитарным” предметам обязательно должны прилагаться методические рекомендации для семинарских занятий для студентов всех специальностей всех форм обучения. С помощью задачника или методических рекомендаций студент сможешь лучше понять материал, как в электронном, так и в бумажном варианте, на выбор студента.

Также должны быть «учебники–аналоги», чтобы преподаватель мог иметь широкий выбор учебников по которым, он сможет обучать студентов. Такие “учебники-аналоги” будут способствовать обучению студента, по сколько, разные учебники по разному написаны, и в некоторых случаях студентам будет легче понять информацию, заложенную в одном учебнике, чем в другом.

СЕКЦИЯ 17

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ

УДК 629.78

Т.А. КАЛЯКИНА

ОТЕЧЕСТВЕННОЕ РАКЕТОСТРОЕНИЕ. ВКЛАД НИЖЕГОРОДЦЕВ В РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Хотелось бы отметить тот вклад, который привнесли нижегородцы в развитие космонавтики и ракетостроения. Наша страна по праву считается космической державой. Ведь в освоении предыдущего мы почти всегда впереди всех. А все благодаря ветеранам Байконура и простым рабочим с заводов-производителей по всей стране, в том числе и с известных нижегородских заводов и научных учреждений, таких как: НИРФИ, ОАО «Гидромаш», ОАО НАЗ «Сокол» , ОАО «Нижегородский машиностроительный завод» , Нижегородский НИИ радиотехники (НИИРТ), Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное предприятие "Полет"», ФГУП научно-производственное предприятие «Салют», Федеральное государственное унитарное предприятие «Нижегородский завод имени М.В. Фрунзе», ОАО Производственно-конструкторское объединение «Теплообменник», ОАО «Гидроагрегат», ОАО КБ «Икар» , ОАО «Арзамасский приборостроительный завод», ОАО АНПП «ТЕМП-АВИА», НИИТОП, ОАО «Нормаль», ОАО Павловский машиностроительный завод «Восход». Для того чтобы лучше узнать и разобраться в этом вопросе я встретилась с одним из нижегородских ветеранов Байконура – Суглобовым Романом Михайловичем, который так же является председателем Нижегородского совета ветеранов Байконура. В ходе нашей беседы он рассказал мне о том времени, о первых полетах и о последующих. О других ветеранах из Нижнего Новгорода – Валерии Константиновиче Андроновом и о космонавте Вячеславе Дмитриевиче Зудове. «Много чести, мало денег» - говорит в шуточной форме Роман Михайлович о своей профессии. «Нам приходилось тогда работать с разными заводами по всей стране, отовсюду привозили разную продукцию, из Горького «Теплообменник», «Гидромаш», от туда шасси для «Бурана», «Нирфи», компоненты ракетного топлива привозили из Дзержинска, все сейчас не вспомню…». Сам Роман Михайлович был оператором счетно-числительного центра, и их задачей было «чтобы все сработало». Кстати, он от нуля вел проект ракета – носителя «Протон». Я спросила: «Скажите, много ли из тех, кто работал на космодроме, были нижегородцами?». Роман Михайлович ответил мне: « Из тысячи человек примерно сто, сто пятьдесят». Зная огромное количество русских городов, можно сказать, что это много. Вклад был, и вклад не малый. Так что мы можем гордиться своим городом и нашими людьми.

УДК 23/28

А.С. КУКЛИНА

ФОКИНСКОЕ СТАРООБРЯДЧЕСТВО СРЕДНЕЙ ВОЛГИ

Нижегородский государственный лингвистический университет им. Н.А. Добролюбова

Понятие старообрядчества России прошлого века в основном потеряло смысл, поскольку советская власть методически уничтожала любые проявления религиозной жизни, независимо от их конфессиональной принадлежности.

В результате церковной реформы, проведенной патриархом Никоном, и поддержанной царской властью, в России произошел раскол. Часть верующих поддержали реформы, а другая часть категорически их отвергла, последних стали называть старообрядцами и преследовать. И все-таки, старообрядцев в Росси осталось много, и со временем, многие известные купцы Поволжья стали старообрядцами. Одним из крупнейших старообрядческих центров в Среднем Поволжье издревле считается Городец, в котором находилась крупнейшая в России старообрядческая часовня.

Не менее интересна многочисленная община старообрядцев села Фокино, расположенного на правом берегу Волги на границе с Чувашской Республикой. По легенде, основанное Фокой – разбойником село славилось богатством построек домов – полудомков, отличительной чертой которых было наличие кирпичного потолка у первого этажа. Делалось это на случай пожара – в “кладовой” (первый этаж дома) старообрядцы хранили богатства и иконы.



Рис. 1. Типичный для села Фокино двухэтажный дом. Семейная община старообрядцев

Изучению в данном случае подлежит историческая картина образования староверческих взглядов на селе, количественный процент населения, поддерживающий старообрядчество (не все население села поддерживает староверчество). Отдельной главой исследования ставится вопрос исключительного отличия данной конфессии как «беспоповской» – «священства не приемлющей».

Библиографический список

1. **Дмитриевский, А. А.** Исправление книг при патриархе Никоне и последующих патриархах / А.А. Дмитриевский. – М.: Языки славянской культуры, 2004.
2. **Еремин, М.И.** ФОКИНО. Земля Воротынская / М.И. Еремин. – Нижний Новгород: ГИПП «Нижполиграф», 1998. – 207 с.

УДК 621.23

Т.В. ТУМАНОВА, Т.Л. МИХАЙЛОВА

НАУКА КАК ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНЫЙ ВЫБОР, ИЛИ О ЖИЗНИ ОДНОГО НИЖЕГОРОДСКОГО УЧЕНОГО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Романтизация науки осталась далеко в прошлом; не так много можно вспомнить новых фильмов, популяризирующих науку сегодня. Время художественных фильмов «Девять дней одного года» или «Все остается людям» – уже далекая история, неведомая молодому поколению, как и судьбы людей этой профессии, о специфике которой все меньше задумывается молодое поколение. Цифры тому свидетельство. Процент россиян, интересующихся достижениями науки и техники, за последние шесть лет снизился с 68% (в 2007 г.) до 47% (в 2013 г.). Таковы данные опроса Всероссийского центра изучения общественного мнения.

Профессия ученого сегодня – одна из профессий, связанная с получением знания. Дело ученого – открытие нового. Так было и так будет, но, тем не менее, ученый сегодня – это профессия массовая, часто не связанная с привилегиями и материальным вознаграждением. Что же заставляет молодежь заниматься наукой, пополняя профессию, не всегда обеспечивающую достойную жизнь? Почему люди идут в науку, что заставляет их сделать такой экзистенциальный выбор? Что может быть сравнимо с чувствами человека, сделавшего научное открытие. Прорыв в неизвестное – так ли он заманчив сегодня, когда гедонистические устремления человека часто преобладают в повседневной жизни, заманивая человека в новые и новые удовольствия, позволяя попробовать совершенно неизвестное. Кстати, возможность их открытия и существования – тоже часто обусловлена деятельностью именно этого слоя людей с профессией, приносящей наивысшее удовлетворение ученому. Наука – это то, чему можно научить или научиться, то есть передать знания и умения, получив эти знания и умения самому; она требует постоянного самосовершенствования, полной самоотдачи, как и любое дело, которому ты служишь. А для этого нужна передача знаний из поколения в поколение, их преемственность. Однако не все так просто. Почему сейчас не так много молодых людей, выбирающих эту профессию, почему возрастает безразличие к науке. Собственно *задача* этих тезисов – не только артикуляция данной проблемы, но и небольшой рассказ-погружение в жизнь одного нижегородского ученого, с семьей которого лично знаком один из авторов тезисов.

Наукой заниматься нелегко – она требует много времени и самоотдачи. Часто пользуясь какими-либо продуктами, люди не подозревают, каких трудов стоит их создать и кто конкретно за этим стоит. Так было и с известным многим кремом «Софья», продуктом, снимающим усталость наших ног. Крем «Софья» продается в аптеках, но мало кто знает, кем и как он был изобретен. Люди, как правило, не задумываются об этом. Потребительское общество так устроено.

Рецептура и технология производства крема разработана группой ученых под руководством доктора биологических наук, профессора, лауреата Государственной премии Б.Н Орлова. Борис Николаевич Орлов – заслуженный деятель науки РФ; он родился 2 сентября 1935 года в городе Горьком. С детства мальчик хорошо учился, в нем проявлялась тяга к знаниям. После окончания школы молодой человек, не раздумывая, поступил в университет им. Н.И. Лобачевского. Его квалификация – «биолог-физиолог». В университете преподаватели сразу заметили талантливого и трудолюбивого юношу, что способствовало определению его жизненного пути. Борис Николаевич Орлов заканчивает аспирантуру, получает кандидатскую степень и его оставляют работать преподавателем. Молодой педагог занимается научным трудом, вскоре набирает материал на диссертацию, защищает ее, становится доктором биологических наук.

Молодой ученый много трудится, всё свое время посвящает ученикам и деятельности на кафедре. За этот период у него накапливается множество научных трудов. Основными

направлениями его деятельности были эколого-химические и физические факторы эволюции, природные биологические вещества. Вскоре он становится профессором. Продвижение в науке невозможно без любви к профессии, без преодоления трудностей. Будучи женатым, Борис Николаевич полгода мог пропадать в экспедициях, без своей семьи. Он много путешествовал по всему миру, отдавая себя любимому делу. Талантливый ученый не остался незамеченным – его звали работать в другие страны, но у него никогда не возникало желания уехать. Он был патриотом и всегда трудился на благо своей страны, по-настоящему получая радость от любимой работы.

Ученый всегда передавал свой опыт другим, у него было много учеников и последователей. Под его руководством защитили диссертации около 50 докторов и кандидатов наук. За свою жизнь Борис Николаевич опубликовал около 400 научных работ, написал много книг, 30 авторских свидетельств и патентов. Профессор Орлов всегда ставил себе цели и достигал их. Даже тяжело болея, он каждый день ездил на работу. Его жизнь остановилась прямо в кабинете.

К сожалению, таких ученых, как Борис Николаевич Орлов, не так много. Но они есть и всегда будут. И знакомство с их жизнью, воспоминания о них, думается, полезно и конструктивно и для конкретного молодого человека, выбирающего этот нелегкий труд, и для понимания специфики профессии и для человеческой памяти, часто скользящей по событийной канве истории, за которой скрывается Время. История – это и есть жизнь людей, делающих ее, создающих артефакты, продукты, которыми мы пользуемся каждый день, не задумываясь о том, кто их создал. Быть может, рассказ о жизни тех, кто посвящает науке и делу образования свою жизнь, будет полезен для тех, кто только начинает ее строить, выбирая свой жизненный путь, осуществляя свой главный экзистенциальный выбор.

АЛФАТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

АБРАМОВ А.М. 370
АБРАМОВ И.А. 92
АБРАМОВ Р.Е. 93
АВДОНИНА А.В. 352
АДЯСОВА Н.А. 93, 256
АЛЕКСАНДРОВА А.И. 300
АЛЕКСЕЕВ В.В. 23
АЛЕКСЕЕВ Е.А. 54
АЛЕНКОВА И.В. 405, 442
АЛЕТДИНОВ Д.И. 271
АЛФЁРОВА Д.В. 406
АНАНИЧЕВ М.А. 157
АНАНЬЕВА Е.Ю. 370, 372
АНАНЬЕВА М.С. 94, 520
АНДРЕЕВ В.В. 302, 303, 307, 315
АНДРЕЕВА О.В. 45
АНДРЮХИН М.В. 55
АНОСОВ М.С. 95, 96
АНТИПИН А.Ф. 28, 387, 388
АНТИПОВ А.В. 301
АНТОНОВ Р.А. 476
АНТОНОВА А.А. 375
АНТОНОВА Я.С. 487
АНУФРИЕВА А.В. 352
АНУЧИН И.Е. 131
АНФИМОВА И.В. 238
АРЕФЬЕВ Н.А. 158
АРТЕЛЬНЫЙ П.В. 249
АРХИПОВ А.Н. 208, 212, 213
АСЫЛГУЖИНА М.С. 353
АФАНАСОВ М.П. 177
АФАНАСЬЕВ А.А. 46
АХМИТОВА Р.Ф. 493
БАБКИН А.А. 336
БАГРОВА Е.Г. 476
БАЕВСКИЙ А.А. 97
БАЙРАЧНЫЙ Б.И. 376
БАКАЕВ В.В. 354
БАЛАШОВ А.В. 98, 99
БАЛИЦКАЯ О.М. 165
БАЛЫБЕРДИН А.С. 407
БАРАНОВА Д.И. 389
БАРАНОВА Н.И. 389, 390
БАРАНОВА О.С. 99, 272
БАРБАРИСОВА А.Б. 339
БАРИНОВ А.А. 302, 304
БАРИНОВ А.Е. 302, 303, 521
БАРКОВСКИЙ Я.Э. 85
БАРЫШНИКОВА А.С. 407
БАРЫШНИКОВА О.И. 525
БАСОВ А.А. 322, 508
БАТЕНКОВ К.А. 47
БАХМАТОВ М.Л. 354
БАЧАЕВ А.А. 364, 382, 384
БАШКАЕВА О.А. 548
БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш. 83
БЕЗНОСОВ А.В. 305, 319,320, 324, 327, 329, 330, 332
БЕЛОВ А.А. 158
БЕЛОВА И.В. 55, 355
БЕЛОУСОВ А.С. 501
БЕЛЯЕВ А.М. 153, 159, 160
БЕЛЯЕВ И.В. 153, 484
БЕЛЯЕВ С.В.276
БЕЛЯКОВ В.В. 131, 134, 136, 144, 145, 153, 173, 179, 180, 189, 190, 191, 193, 204, 218, 213, 224, 496, 509
БЕРДНИКОВ Л.А.83, 162, 163, 164, 167, 168, 170, 172
БИЛКО А.В. 408
БИРЮКОВ В.В. 337
БЛОХИН А.Н. 136, 151
БОБРОВА А.В. 85
БОГАТОВ И.В. 254
БОЙТЯКОВ А.А.29
БОКОВ П.А. 320, 324, 330, 332
БОКОВА Т.А. 329, 330
БОЛЬШАГИН А.В. 409
БОЛЬШАКОВ А.А. 115, 285
БОМБЕЛЮК М.Б. 255
БОРЗАЯ Е.А. 522
БОРИСКОВА. Л.А. 410
БОРИСОВ А.В. 356, 367
БОРИСОВ Г.В. 174
БОРИСОВ М.А. 397
БОРИСОВ С.А. 411
БОРИСОВ С.Г. 132, 133
БОРИСОВА Г.Н. 356, 367
БОРИСОВА М.М. 391
БОРОДИН С.С. 304
БОРОДИНА В.Е. 304
БРАГИН Д.С. 494
БРЫКАЛОВ С.М. 407, 412
БУДЕНКОВ С.С. 30

БУДНИКОВ Н.С. 5
БУЗИНА О.И. 305
БУЗЫНИН Н.П. 161, 213
БУКАНОВ К.В. 239
БУКРЕЕВА Н. М. 354
БУТИН Д.А. 134
БУТУСОВ А.В. 301
БУХАЛКИН И.В 6, 7
БУШУЕВ С.П. 412
БУШУЕВА Н.А. 48
БУШУЕВА С.В.56, 495
БЫКОВ И.Ю. 231
БЫКОВА К.Е. 392
БЫСТРОВ Д.А. 393
БЫЧКОВ Е.В. 57
ВАГАНОВ И.В. 100, 101, 273, 298, 413, 414, 523, 524, 525, 526
ВАГИН Г.Я. 70, 71
ВАЛЯЕВ А.В. 57
ВАРЕНЦОВ А.В. 306
ВАРЫГИН И.А 59
ВАШУРИН А.С. 149
ВЕРХОВСКАЯ А.А. 98
ВИШНЯКОВ А.В. 162, 163, 164, 496
ВЛАДИМИРОВА С.А. 60
ВОДОЛАЗСКИЙ А.А. 165
ВОЙТИК В.В. 415
ВОЛГУНОВ А.Д. 80
ВОЛКОВ В.М. 268, 270
ВОЛКОВ С.А. 278
ВОЛОДИН А.М. 380
ВОЛОДИНА Л.А. 307
ВОЛЬМАН М.А. 328
ВОРОБЬЕВ В.А. 348
ВОРОН А.М. 527
ВОРОНКИН В.А. 166
ВОРОНОВИЧ М.Н. 167, 168, 170
ВОРОТЫНЦЕВ А.В. 378, 500
ВОРОТЫНЦЕВ В.М. 500
ВОРОТЫНЦЕВ И.В. 378, 497
ВУКОЛОВ В.Ю. 76
ВЫБОРНОВ В.В. 288
ВЫКУЛОВА В.В. 6, 7
ВЬЮШКИНА И.А 240
ГАВРИЛОВ Д.А. 334
ГАВРИЛЮК Е.А. 102
ГАВРИН В.С. 273
ГАГАРИНА Т.Б. 497, 528
ГАЛАНИНА О.В. 355
ГАЛИН М.А. 58
ГАЛКИНА К.С. 416
ГАНИЧЕВ А.Н. 308, 309
ГАРАНИН С.М. 336
ГАРЕВ Д.В. 86, 87, 89, 90
ГАТМАНЕНКО С.В. 31
ГЕНЕРАЛОВА Е.С. 529
ГЕРАСИМОВ В.А. 19
ГЕРАСИМОВ Е.А. 103
ГЕРВАСОВА Н.М. 417
ГЛАДЫШЕВА А.В. 418
ГЛЕБОВ В.В. 106
ГЛЕБОВ Г.М. 310, 311, 312, 313
ГЛЕБОВА О.В. 416, 423, 447
ГЛИНЕР Р.Е. 277, 288, 293
ГЛУХОВ П.В. 117
ГЛЯВИН М.Ю. 9
ГОБЕРНИК Н.С. 419
ГОВОРКОВ А.С. 240
ГОЛИКОВ Р.О. 171
ГОЛОВ В.С. 420
ГОЛУБЕВ С.В. 120, 323
ГОНЧАРОВ К.О. 86, 89, 90, 131, 139, 140, 150, 155, 177, 178, 194, 492, 504
ГОРБАЧЕВА А.Ю. 31
ГОРБУНОВ К.А. 172, 173
ГОРБУНОВА И.Г. 421
ГОРДЕЕВ Д.А. 255
ГОРИНА Д.А. 167, 168, 170, 174
ГОРОХОВ А.И. 176
ГОРШКОВА Т.А. 292, 297
ГОСТЕВ В.И. 8
ГРАЧЕВ В.А. 85, 337, 339
ГРЕБЕНЬКОВ С.К. 277
ГРИБОВ А.В. 314, 321
ГРИНВАЛЬД И.И. 378
ГРУДИНИН С.Н. 49
ГРУЗДЕВ С.В. 333
ГРЯЗЕВ А.А. 104
ГРЯЗНОВ М.О. 177
ГРЯЗНОВА М.А. 274
ГРЯЗНОВА Н.А. 274
ГУДЗЬ С.М. 20
ГУЗНЕНКОВА А.А. 513
ГУЛИН Д.Н. 336
ГУЛЯЕВА Е.Е. 241
ГУНЬКО Ю.Л. 365, 503
ГУСЕВ Д.А. 21
ГУСЕВ Н.В. 339
ГУСЕВА Е.А. 60
ГУСЕВА И.Б. 423

ГУСЕВА О.М. 422
ГУСЬКОВ А.А. 396, 400
ГУСЬКОВА О.П. 19
ГУЩИН В.Н. 284
ДАЛЁКИН П.И. 423
ДАНИЛОВ А.В. 315, 340
ДАНИЛОВ И.Н. 338
ДАРЬЕНКОВ А.Б. 59, 60, 63
ДЕВУШКИНА О.А. 313
ДЕВЯТКИНА Т.И. 369
ДЕГТЕРЕВ А.В. 265
ДЕГТЯРЁВ А.В. 69, 176, 255, 256, 259, 262, 263, 266
ДЕМИДОВА М.А. 523, 530
ДЕНИСЕНКО Е.Г. 135
ДЕНИСОВА Т.С. 488
ДЕНЦОВ Н.Н. 498
ДЕУНАЖЕВ Р.В. 178, 194, 504
ДИДЕНКУЛОВ О.И. 477
ДИДЕНКУЛОВА И.И. 477, 485
ДМИТРИЕВ А.А. 301
ДМИТРИЕВ Д.В. 45
ДМИТРИЕВ. С.М. 301
ДОБРОВ А.А. 302, 316
ДОБРЯЕВ С.И. 61
ДОРОНКОВ Д.В. 316
ДУБИК Е.А. 465
ДУБИНИН С.В. 105
ДУБКОВА М.А. 489
ДУГИН А.А. 257
ДУНЦЕВ А.В. 300, 310, 311, 312
ДУРИНОВ М.Д. 25
ДУРНЕВ И.А. 230
ЕВСЕЕВ В.И. 17
ЕВТЮГИН А.В. 316
ЕГОРКИН О.В. 106
ЕГОРОВ Ю.С. 23, 31, 40
ЕГОРОВА А.И. 32
ЕЛАГИНА В.А. 268
ЕРМИЛИНА А.А. 348
ЕРМИЛОВ А.Э. 534
ЕРМИЛОВ Д.А. 301
ЕРМОЛАЕВ А.И. 62
ЕРОШКИН А. И. 179, 180, 224
ЕРШОВА Е.А. 339
ЕСИПОВИЧ А.Л. 501, 518
ЖЕРЕХОВ В.В. 239
ЖИГАЛОВ Н.С. 106
ЖИЛЯЕВ А.С. 240
ЖУЧКОВА Д.Д. 465
ЗАВАРЫГИН А.М. 477
ЗАЙЦЕВ Д.А. 424, 425
ЗАЙЦЕВА Е.А. 549, 550
ЗАКОЛОДКИН А.Е. 302, 303, 521
ЗАЛЕПКИНА С.А. 356
ЗАЛОМОВ С.В. 394
ЗАПЛАТКИНА Д.С. 317
ЗАСЛАВСКИЙ В.Ю. 9
ЗАСУХИН Д.В. 275
ЗАХАРОВ И. Л. 69, 93, 176, 255, 259, 262, 263, 265, 266
ЗАХАРОВ Л. А. 69, 93, 176, 255, 256, 257, 259, 262, 263, 264, 265, 266
ЗАХАРОВА А.А. 428
ЗАХАРОВА Е.В. 426, 427
ЗВОНАРЕВА Т.А. 357
ЗЕЗЮЛИН Д.В. 136, 144, 153, 159, 160
ЗЕЛЕНОВ М.Ю. 147
ЗЕЛЕНОВ С.Н. 254, 255
ЗЕЛЕНЦОВ В.В. 184
ЗЕЛЕНЦОВ С.А. 50, 531
ЗЕЛЕНЦОВ С.В. 507
ЗЕМЛЯНИГИН М.О. 242
ЗОТОВ В.О. 107
ЗОТОВ О.В. 532
ЗУБОВ Н.В. 444, 445
ЗУБОВ П.П. 137
ЗУДИН А.Д. 305, 319, 324, 332
ЗУЕВА Ю.А. 499
ЗЫРИН Д.В. 73, 533
ЗЯБЛИЦЕВА О.В. 429
ИБАТУЛЛИНА Ю.Р. 466
ИВАНОВ А.Ю. 430
ИВАНОВ С.А. 276
ИВЛЕВА А.С. 22
ИГНАТЬЕВ Д.А. 506
ИГОНИН М.Н. 181
ИКСАНОВ Ш.И. 182
ИЛЬЧЕНКО А.Г. 318, 325, 333
ИЛЮТИНА Е.М. 304
ИСАКОВ И.В. 372
ИСТОШИНА Е.С. 431
КАБАЛДИН Ю.Г. 107
КАБАНОВ А.В. 395
КАБАНОВ Е.В. 260
КАДОМЦЕВА А.В. 500
КАЗАКОВ С.Е. 432
КАЗАКОВА В.И. 549, 552, 553
КАЗАНКОВА Т.Н. 358
КАЗАНСКИЙ Л.П. 106

КАЗАНЦЕВ О.А. 501, 518
КАЛАГАЕВ И.Ю. 378
КАЛИНИНА А.А. 355, 368, 373
КАЛИНИНА К.С. 433
КАЛИЧЕНОК Д.А. 183
КАЛЯКИНА Т.А. 557
КАМАЕВ В.А. 33, 349
КАНГИН М.В. 125
КАНЕВ О.К. 50
КАПСАЛЯМОВ Б.А. 280, 359, 361, 362
КАРАНИН А.К. 51
КАРГАПОЛЬЦЕВ А.С. 258, 259
КАРИНЦЕВ П.В. 184
КАРЛИНА С.Д. 424
КАРТАШОВ В.Р. 368, 373
КАТАЕВА Л.Ю. 477, 478, 481, 484
КАТЮХИН Е.Б. 277
КАЧАЛОВ О.Б. 350
КАШИН А.Л. 435
КАШКАНОВ А.О. 22
КЕЧКИН А.Ю. 72
КИМ В.П. 359
КИМ П.П. 359
КИРГИНА М.В. 376
КИСЕЛЕВА Н.Н. 478
КИСЕЛЬМАН Б.А. 480
КИШУРОВ М.В. 278
КЛИМЕНКО О.Н. 411
КЛЮКИНА Т.Н. 310, 312
КНЯЗЕВА Н.А. 436
КОБЯКОВА А.А. 279
КОВРИЖИН Е.А. 502
КОВЫРЗИНА К.В. 436
КОЖУХОВСКАЯ О.А. 34
КОЖУХОВСКИЙ А.Д. 34
КОЗЛОВ П.Г. 227
КОКУРИНА Е.С. 396
КОЛЕГИНА Ю.А. 205, 206
КОЛЕМАСОВА Ю.А. 437
КОЛЕСНИКОВ А.С. 280, 359, 361, 362
КОЛЕСНИЧЕНКО Д.А. 87
КОЛЕСОВ К.И. 417, 421, 433, 448, 449, 451
КОЛЕСОВ Л.М. 67
КОЛОСОВА Т.М. 287, 291
КОЛЧИН П.В. 108, 109
КОМАРОВ В.А. 359
КОМРАКОВ Д.А. 59, 63
КОНИКОВА Г.А. 154
КОНИЩЕВ Б.Н. 121, 289
КОПЫЛОВ Р.Ю. 535
КОРЕШКОВ И.В. 269
КОРНЕВ Д.А. 63
КОРНИЛОВ Д.А. 424, 425, 474
КОРНИЛОВ И.А. 183
КОРОВИН В.А. 105
КОРОТИН П.И. 243
КОРОТОВ С.Н. 139, 140
КОРЧАЖКИН М.Г. 184, 186, 202, 208
КОРЯКИН А.И. 64
КОСАРЕВ А.В. 281
КОСТИН С.Ю. 154
КОСТРОМИН С.В. 286
КОСТЫЛЕВ К.А. 243
КОСЫРЕВ В.М. 363
КОТОВА Ю.В. 478
КОТОМИНА В.Е. 5
КОЧЕТЫГОВ И.С. 110, 111, 438, 439, 440
КОЧКУРОВ Е.Н. 186
КОШЕЛЕВ А.В. 502
КОШЕЛЕВ С.И. 397
КРАВЕЦ В.Н. 132, 133
КРАПИВСКИЙ Е.И. 232, 236
КРАСНОВА В.С. 364
КРАШЕНИННИКОВ М.С. 188
КРОХОНЯТКИН М.Д. 432, 435
КРУГЛОВ В.В. 108, 109
КРЫЗЬКО К.В. 281
КРЮКОВ Е.В. 77
КРЮКОВ О.В. 55
КРЮКОВА Т.М. 441
КСАНДРОВ Н.В. 358, 497, 528
КУВШИНОВ М.О. 113, 282
КУВШИНОВА А.О. 442
КУДРЯШОВА К.Д. 283
КУДРЯШОВА О.В. 443
КУЗИН А.И. 189, 191, 193
КУЗИНА Е.С.228
КУЗИНА О.В. 371
КУЗМЕНКОВ А.Н. 65
КУЗНЕЦОВ А.А. 86, 87, 89, 90
КУЗНЕЦОВ Ю.П. 264
КУЗНЕЦОВА Е.Ю. 66
КУЗНЕЦОВА М.В. 412
КУЗЬМИН А.В. 377
КУЗЬМИН Н.А. 157, 174, 197, 214, 219, 220, 221, 222
КУЗЯКИН Н.О. 365, 503
КУЗЯКИНА А.А. 284
КУКЛИНА А.С. 558
КУКЛИНА И.Г. 230

КУЛАГИН А.Л. 139, 140, 177, 178, 194, 492, 504
КУЛЫГИНА Ю.А. 536
КУЛАКОВА А.А. 153
КУЛИКОВА Е.А. 92, 95, 96, 128, 402
КУЛЬКОВ А.И. 397, 537
КУМИН Д.А. 195, 196
КУРАНОВ А.А. 25
КУРКИН А.А. 476, 479, 483
КУРНЕНКОВ А.В. 114, 505
КУРНИКОВ Н.А. 103, 121, 289
КУРНИКОВА Е.Ю. 243
КУСТИКОВ А.Д. 197, 198, 199, 200, 202
КУШНАРЕВА А.И. 366, 385
ЛАВРИЧЕВ О.В. 17
ЛАВРОВ Л.Г. 158, 183
ЛАРИН Д.А. 141
ЛАРИОНОВ Д.А. 319
ЛАРИОНОВ Л.А. 73
ЛАРИЧКИН В.В. 380
ЛЕБЕДЕВ П.В. 506
ЛЕБЕДЕВА Е.А. 18
ЛЕГЧАНОВ М.А. 301
ЛЕЛИОВСКИЙ К.Я. 159, 160
ЛЕСИН М.А. 260
ЛЕУШИН И.О. 115, 285, 516
ЛЕЩЕВА К.А. 9
ЛЕЩЕНКО Е.С. 444, 445
ЛИВАНОВА Т.А. 320, 327
ЛИПИН А.А. 227
ЛИПУЖИН И.А. 83
ЛОВДАР Ю.А. 398
ЛОГВИНОВИЧ А.С. 375
ЛОЗОВСКИЙ Н.Т. 171
ЛОМАКИНА Л.С. 50
ЛОПУХОВ М.Е. 399
ЛОСКУТОВ А.А. 73
ЛОСКУТОВ А.Б. 73
ЛОЩИЛОВ А.А. 477
ЛУКИЧЕВА И.А. 74
ЛУКОЯНОВА Т.С. 85
ЛУКЬЯНОВА Ю. М. 367
ЛУЧКО М.И. 201
ЛУЧКО Н.И. 201
ЛЫКОВ В.М. 262
ЛЫСЕНКО Н.С. 74
ЛЫСИЧ Д.В. 507
ЛЬВОВ А.В. 305, 324, 330, 332
ЛЮШИНА Э.Ю. 465
ЛЯХ В.Л. 75
МАГИН Д.Ю. 286
МАЗОВА Р.Х. 480
МАЙСТРЕНКО В.К. 338
МАКАРОВ В.С. 136, 137, 141, 142, 144, 145, 150, 153, 155, 159, 160
МАКАРОВ Д.Е. 110, 111, 438, 439, 440
МАКАРОВ Е.С. 287
МАКЕДОШИН А.С. 368, 373
МАЛАФЕЕВ О.Ю. 71
МАЛАХОВ В.А. 340, 341, 342
МАЛЕЕВ В.В. 10
МАЛОЗЁМОВ С.Н. 508, 521
МАЛОШЕНКО А.А. 76
МАЛЫГИН А.С. 116
МАЛЫШЕВ А.Ю. 245
МАЛЬЦЕВ А.Н. 313
МАЛЬЦЕВ А.С. 79
МАНИН М.А. 314, 321
МАНСУРОВ Р.Ш. 444, 445
МАНЦЕРОВ С.А. 97
МАРАМОХИНА Е.В. 446, 450
МАРКОВ М.Д. 202
МАРКОВА Т.В. 369, 551, 553
МАРТЫНОВ Д.С. 186
МАРЧАН А.С. 12
МАРЬЕНКО К.С. 329
МАСЕСОВ Н.А. 26
МАСЛЕЕВА О.В. 74, 77
МАСЛЕННИКОВ Д.А. 478
МАТВЕЕВА Е.И. 436
МАТЮНИН Е.С. 246
МАХОВ К.А. 329
МАЦУЛЕВИЧ Ж.В. 356, 367
МЕДВЕДЕВ Д.В. 369
МЕЛЬНИКОВ В.И. 316, 321, 514
МЕЛЬНИКОВА О.Ю. 447
МЕТЕЛИЦА С.С. 247
МЕШКОВА Я. Р. 448
МИЛОВ Д.В. 23
МИЛОВ К.В. 538
МИНЕЕВ К.В. 343
МИННЕГУЛОВА Г.С. 232
МИРОНОВА Ю.С. 448, 449
МИТИНА А.А. 450
МИХАЙЛОВА Т.Л. 521, 522, 523, 527, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 538, 539, 541, 544, 545, 559
МИХАЙЛЫЧЕВА А.В. 313
МИХАЛЕВ А.Ю. 233, 234
МИХАЛИЦЫН Е.А. 344

МИХЕЕВ А.В. 195, 196, 263
МИЦКЕВИЧ А.А. 258
МИШИН А.В. 497
МОДИНА М.Г. 31
МОЖЖУХИНА В.В. 67
МОЗОЛИН Н.Е. 261
МОИСЕЕВ Т.И. 322
МОИСЕЕВА Е.Г. 464
МОКРОВ А.П. 400
МОРОЗОВ А.А. 19, 116
МОРОЗОВ П.В. 78
МОЧАЛИН Д.С. 68
МОЧАЛОВ Г.М. 331
МОШКОВ П.С. 197, 198
МУЗЫЧЕНКО А.О. 481
МУРАВЬЕВА Н.А. 451
МУСОНОВ В.В. 31, 40
МУТАЛИБОВ З.А. 227
МУХИН Е.П. 257, 262
МУХРЯКОВ Ю.А. 300
НАБОРЩИКОВА О.П. 35
НАДЁЖИНА Н.В. 452
НАУМОВ А.А. 483
НАУМОВА М.В. 142
НГУЕН ВИЕН ЛЕ 33, 349
НЕГОДЯЕВ А.С. 204, 509
НЕДБАЙЛО Ю.В. 317
НЕЗНАХИН А.Е. 424, 425
НЕЙМАН Л.А. 126, 127
НЕФЕДОВ А.А. 316
НЕФЕДЬЕВ И.А. 345
НИЗОВЦЕВ Н.В. 262
НИКИТИН А.А. 345
НИКИТИН М.С. 205, 206
НИКИФОРОВА Я.И. 370
НИКОЛАЕВ Д. В. 117
НИКОЛАЕВ Э.В. 234
НИКОЛИН Е.А. 263
НИКУЛИН С.А. 234
НОВИКОВА Е.А. 483
НОВИЧКОВ А.А. 118
НОВОЖИЛОВ О.О. 327
НОСКОВ А.М. 135
НОСОВА Л.О. 74
ОБРЕЗКОВА В.Е. 228
ОГОРОДНОВ С.М. 159, 160
ОЖОГИНА О.Р. 358
ОКУНЕВ Е.А. 207, 208
ОЛЕЙНИК Н.С. 453
ОЛИФИРЕНКО А.Э. 288
ОНИЩЕНКО О.В. 408
ОПАЛЕВА Е.Ю. 371
ОРЕХОВ Д.В. 510
ОРЛИК Е.М. 322
ОРЛОВ Л.Н. 147
ОРЛОВА Л.С. 144
ОСИПОВИЧ Д. А. 119
ОСМАНОВ В.К. 356, 367
ОСОКИН В.Л. 512
ОХОТНИКОВ М.Н. 58
ОШМАРИНА О.Е. 22
ОШУРИНА Л.А. 294
ПАВЛИН В. Н. 120, 323
ПАВЛОВА А.С. 350
ПАВЛОВА И.В. 372
ПАНФИЛОВА А.С. 52
ПАНЧЕНКО Д.П. 33, 349
ПАПКОВ Б.В. 79
ПАПУНИН А.В. 144, 153
ПАРФЕНОВ А.А. 120, 323
ПАРФЕНОВ П.Н. 208
ПАСТУХОВА Г.В. 352, 366, 385
ПАХТУСОВ М.С. 210, 211, 217
ПАЧУРИН Г.В. 215, 216
ПЕЛИНОВСКИЙ Е.Н. 476, 477
ПЕНКИН К.В. 401
ПЕРВЫШИН М.Н. 454, 455
ПЕРЕВЕЗЕНЦЕВ А.А. 331
ПЕРЕПИЧАЕНКО Е.К. 75
ПЕРЕТРУТОВ А.А. 352, 366, 385
ПЕРОВА Т.В. 456
ПЕСТОВ А.М. 210, 211, 217
ПЕТРОВ А.Ю. 223
ПЕТРОВ В.В. 490
ПЕТРОВ Н.А. 24
ПЕТРУНИН В.В. 436
ПЕТУХОВ А.Н. 378
ПИВИКОВ Д.В. 457, 458
ПИГАЛОВА Е.А. 121, 289
ПИКУЛЬКИН А.А. 184, 212, 213, 214
ПИНЧУК Е.П. 459
ПЛАТОНОВ А.В. 116, 122, 494
ПЛАТОНОВ И.А. 122, 494
ПЛАТОНОВА М.А. 428, 431, 460, 461, 462, 463, 468, 539, 540
ПЛЕХАНОВ В.И. 348
ПЛЕХОВ А.С. 54, 56, 58, 61, 62, 64, 65, 66, 495
ПОВАЛЯЕВ А.В. 11
ПОВЕЛИКИН В. В. 215, 216

ПОГОДИН А.В. 484
ПОЖИДАЕВА А.С. 50
ПОЗДЕЕВ Д.А. 264
ПОКРОВСКАЯ А.Б. 372
ПОЛИХИНА Е.Ю. 290
ПОЛОЗОВ И.В. 37
ПОЛОНЕВИЧ А. П. 8
ПОПКОВ К.В. 340
ПОПОВ А.С. 363
ПОСТНОВ А.Д. 477
ПОТАПЕНКО М.Е. 103
ПРАЗДНИКОВ В.Г. 412
ПРЕСНЯКОВА Д.А. 372
ПРИКАЗЧИКОВ Г.С. 324
ПРОНИН А.Н. 316
ПРОЯВИН М.Д. 9
ПРУДНИКОВ М.Б. 348
ПУЧКОВ В.П. 116, 129
ПУШКО О.А. 554
ПЬЯНОВ Р.В. 230
ПЯТЫХ С.О. 240
РАБАЗОВ Ю.И. 517
РАДИОНОВ А.А. 340
РАДОНЕЖСКИЙ Д.Ю. 291
РАДОСТИН С.Ю. 368, 373
РАЕВСКИЙ А.С. 336, 344, 345
РАССАДИН А.Г. 480
РЁБРУШКИН М.Н. 256
РЕДКОЗУБОВ А.В. 144, 145
РЕЗЕПОВ Д.А. 217
РОГОВ П.С. 147, 148
РОГОВА О.В. 123
РОГОЖИН А.Е. 501
РОГОЖИН В.В. 354, 369, 370, 372
РОДИН А.А. 485
РОДИОНОВ А.В. 20
РОДИОНОВ В.Б. 30
РОМАНОВ А.Д. 178, 248, 265
РОМАНОВ Р.А. 36
РОМАНОВА Е.Д. 248, 265
РОМАНОВА К.П. 264
РОМАНОВА Н.А. 481, 484
РОСЛАЯ М.К. 306
РУДАКОВ А.М. 555
РУСИН Е.Е. 275
РЯБИКИНА Т.В. 124
РЯБОВ А.А. 490
РЯБОВА О.А. 464
РЯБЧИКОВ А.А. 37
РЯЗАПОВ Р.Р. 508
САВИНОВ В.Н. 242
САВЧЕНКО Л.В. 53
САЖИНА Е.Н. 385
САЛЬНИКОВ П.С. 325
САЛЬНИКОВ С.В. 436
САНДАКОВА А.М. 511
САПУНОВ С.А. 291
САРМИЕНТО С.С. 325
САТАЕВ А.А. 202
САХАРОВ А.С. 38
САХАРОВ Н.В. 293
САШЕНКОВ А.И. 12
СБИТНЕВ Е.А.218, 512
СВЕКЛИН А.П. 292
СВЕТЛОВА Т.Г. 99
СВИРИДОВ Д.В. 375
СВИРИДОВА Е.В. 376
СВИРИДОВА Т.В. 375
СЕВОСТЬЯНОВ А.А. 70, 80
СЕДОВ Д.В. 326
СЕЛЕЗНЕВ А.В. 219
СЕМАЕВА Т.М. 327
СЕМАШКО А.В. 32, 43
СЕМЕНЕНКО А.Н. 322, 508
СЕМЕНОВ В.К. 328
СЕМЁНОВ И.А. 13
СЕМИН С.В. 479
СЕМКИНА Е.В. 376
СЕНОПАЛЬНИКОВ В.М. 100, 101, 291
СИДОРОВ И.О. 13
СИДОРОВ Н.М. 43
СИЗОНЕНКО Д.И. 149
СИЛАНТЬЕВА А.А. 293
СИНЯДЬЕВ С.А. 465
СИРОТКИН А.Ю. 294
СКАКУН Ю.В. 375
СКОБЛИКОВ Е.О. 329
СКОРОБОГАТОВА Е.В. 266
СМИРНОВ Д.Ю. 124, 486
СМИРНОВА А.А. 25
СМЫСЛОВА Т.С. 377
СОКОВ А.А. 465
СОКОЛОВ А.И. 210, 211
СОКОЛОВА Т.Н. 368, 373, 377
СОЛНЦЕВ Д.Н. 306
СОЛНЦЕВ Е.Б. 70, 71
СОЛОВЬЕВ А.О. 330
СОЛОВЬЕВА И.В. 355
СОРОКИН В.Д. 304
СОРОКОУМОВА Д.А. 541

СОСНИНА Е.Н. 72, 81
СПИРИН И.А. 378
СТАНОВИЧ А.В. 26
СТАРКИН П.В. 220
СТЕПАНЯНЦ Ю.А. 479
СТЕПАШИНА Е.В. 353, 379, 466
СТУЛЕНКОВ А.В. 249
СУББОТИН А.Ю. 255
СУББОТИНА Е.А. 82
СУВОРОВ А.С. 240, 249
СУВОРОВ И.А. 164, 173
СУВОРОВ С.С. 331
СУЛОЕВА Е.В. 491
СУЛЬДИН Е.Ю. 30
СУМИНА К.В. 295
СУРКОВА А.С. 30
СУСЛОВА М.А. 40
СУХАНОВ Д.Е. 513
СУХОВ Д.О. 38
СУЧКОВ А.Ю. 188
СЫЧЕНКО Д.В. 380
ТАРАСОВ А. Н. 69, 93, 176, 255, 257, 259, 262, 263, 264, 265, 266
ТАРАСОВ И.С. 150
ТЕПЛЯШИН И.А. 514
ТЕРЕНТЬЕВ П.В. 70
ТЕРЕНТЬЕВА И.Н. 537, 554
ТЕРЕХОВА К.В. 456
ТЕСТОВА О.С. 250
ТИМОФЕЕВА И.А. 542
ТИМОХИН А.М. 227
ТИТОВ В.Г. 55, 61, 65, 68
ТИХОМИРОВ А.А. 341
ТИШКИНА Н.А. 488
ТКАЧЕВА Е.С. 270
ТОРОПОВ Е.И. 220, 221, 222
ТОЧИЛИНА А.Г. 355
ТРИФОНОВА А.И. 383
ТРОФИМОВ И.М. 88
ТРОФИМОВА Л.В. 467
ТРОШАНИН Н.Е. 468
ТРУБЯНОВ М.М. 331
ТРУШКИНА О. А. 33, 349
ТРУШКОВ Н.В. 332
ТУМАНОВ А.А. 515
ТУМАНОВА Т.В. 559
ТУМАСОВ А.В. 131, 134, 139, 140, 154
ТУРЧИН И.В. 348
ТЮГИН Д. Ю. 483
ТЮРИКОВ М.П. 86, 89, 90
ТЯГЕЛЬСКИЙ А.В. 125
УЗЛОВ В.А. 346
УСТИМОВ Д.В. 39
УХАБОВА Т.А. 40
УХАНОВ А.Е. 223
ФАДЕЕВ Е.А. 151
ФАЛАЛЕЕВА Т.В. 469
ФЕДОРЕНКО А.В. 153
ФЕДОСОВ А. Е. 224
ФЕДОСОВА Л.О. 102, 224
ФЕДОСОВА М. Е. 179, 180, 204, 509
ФЕДЮК Р.С. 227, 381
ФИЛАТОВ Д.А. 81
ФИЛАТОВА Е.В. 371
ФОКИН И.В. 240
ФРОЛОВА М.М. 413, 414, 470
ХАБИБУЛЛИНА А.Р. 251
ХАН Н.А. 333
ХАРИТОНЮК Д.А. 516
ХИМИЧ С.А. 41
ХЛЕБНИКОВ А.А. 125
ХЛЕБОВА Д.А. 252
ХЛЫБОВ А.А. 113, 282
ХОЛОПОВ И.С. 14
ХОХЛОВ Д.А. 126
ХРАМОВ Д.А. 86, 87, 89, 90
ХРОБОСТОВ А.Е. 302, 306, 316
ХРУНКОВ С.Н. 260, 261
ЦАРЕВА Е.Н. 42
ЧАБУРКИН А. А. 69, 265
ЧЕБЕРЯК О.И. 99, 100, 101, 272
ЧЕБОТАЕВ Н.С. 226
ЧЕРКАСОВА Н.Ю. 380
ЧЕРНЕНКО А.В. 471
ЧЕРНОМОРЧЕНКО С.И. 406, 448
ЧЕРНЫШ А.С. 305, 319
ЧЕРНЫШОВ Е.А. 248, 265, 290
ЧИВЕНКОВ А.И. 83
ЧИЖКОВ Д.И. 266
ЧИСТЯКОВ Д.Г. 516
ЧИЯНОВА А.А. 364, 384
ЧИЯНОВА А.И. 382
ЧУБЕНКО М.Н. 359, 366
ЧУБЕНКО Т.О. 383
ЧУВИЛИН А.О. 492
ЧУРАЕВ Е.Н. 479
ШАБАНОВ А.С. 127
ШАБРОВ Р.Н. 147
ШАВАРДИНА А.В. 472
ШАДИНОВА Г.А. 543

ШАДРИН В. П. 69, 265
ШАЛУХО А.В. 83
ШАМАНИН С.М. 243
ШАМИНА Н.Ю. 364, 384
ШАНЬДЮК С.И. 473
ШАПКИН В.А. 227
ШАРАПОВА Ю.А. 421
ШАРГАВНИНА Т.В. 5
ШАТИКОВ И.Р. 296
ШАШКИНА К.М. 154
ШЕБЕРСТОВ П.С. 318
ШЕСТАКОВА Е.Ф. 226
ШИБАРИНА С.А. 205, 206
ШИЛИНА Л.Е. 517
ШИЛОВ С.В. 544
ШИРОКОВ Ю.В. 297
ШИРШИН К.К. 518
ШИРЯЕВ А.А. 19, 545
ШИШАРИН А.В. 546
ШИШКИН А.И. 204, 224, 509
ШИШМАКОВ И.С. 342
ШКАРОВ И.Ф. 6, 7
ШЛЯПНИКОВА В.Е. 474
ШМЕЛЕВ И.В. 436
ШОБОЛОВ Е.Л. 19
ШТРУНОВА Е.С. 15
ШУМИЛКОВ А.И. 329
ШУМИЛОВА Э.Д. 75
ШУРЕНОК В.А. 20
ШУРЫГИН А.Ю. 114, 505
ЩЕКИН А.М. 128, 402
ЩЕРБАКОВ В.В. 346
ЮНКНИКЕЛЬ А.М. 298, 524
ЮСУПОВ Р.Р. 155
ЮШИН Е.С. 231
ЯБЛУЧАНСКИЙ П.А. 236
ЯКИМИВ Н.М. 236
ЯКУНИН В.В. 129
ЯМПОЛЬСКИЙ А.А. 43
ЯМУШЕВ Н.В. 334, 487
ЯРМОНОВ М.В. 319
ЯСЕНОВ В.В. 166, 208
ЯШИНА Ю.С.366, 385

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов
XIII Международной молодежной
научно-технической конференции

Редакторы: Т.В. Третьякова, Е.В. Комарова
Технический редактор Т.П. Новикова

Подписано в печать 13.05.2014. Формат 60 х 84 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 71,25.
Уч.-изд. л. 55. Тираж 100 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ.
Адрес университета и полиграфического предприятия:
603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.